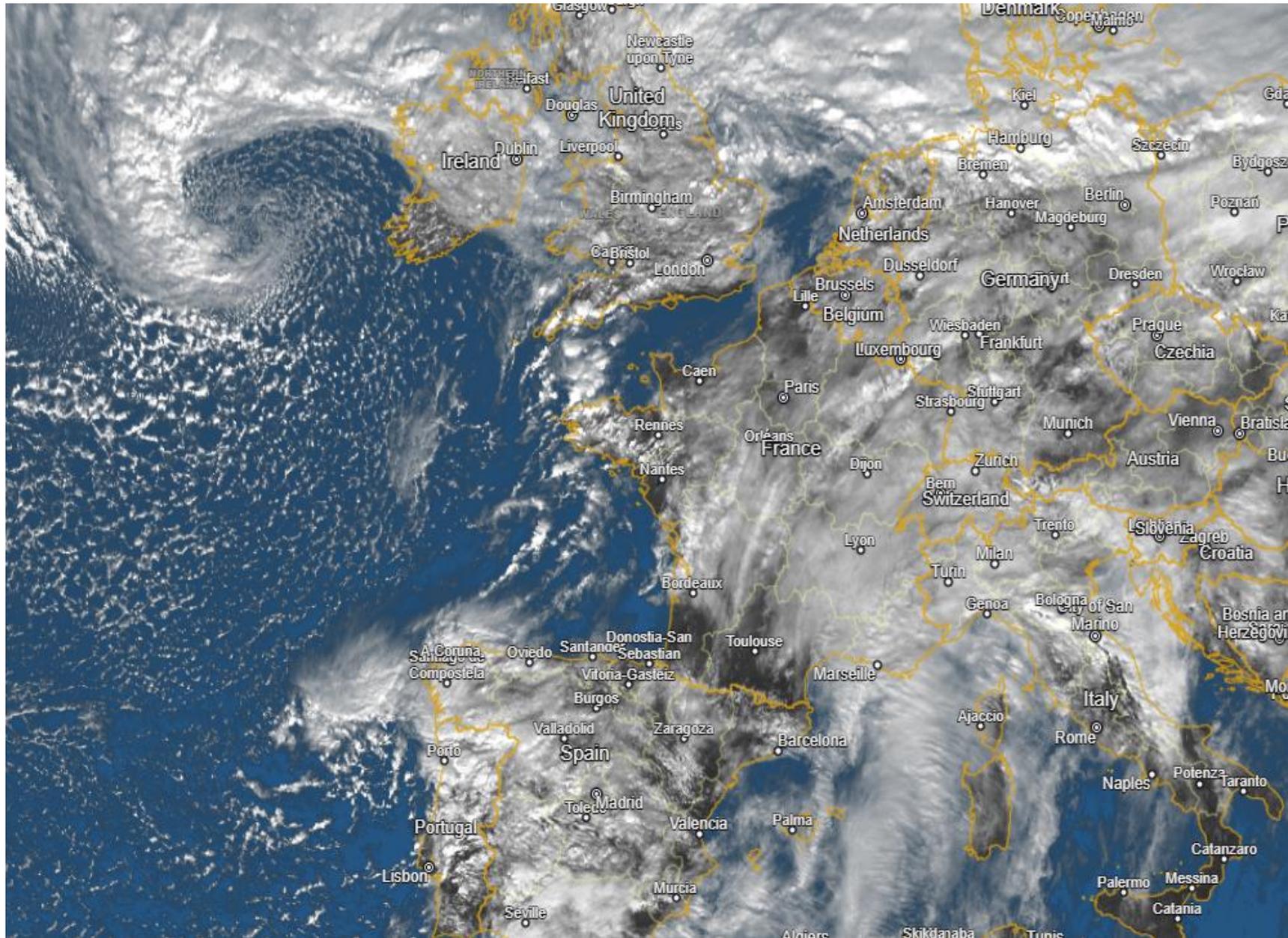


20240209 13h00 utc Vis

M  
E  
T  
E  
O  
R  
O  
L  
O  
G  
I  
E



Module 2

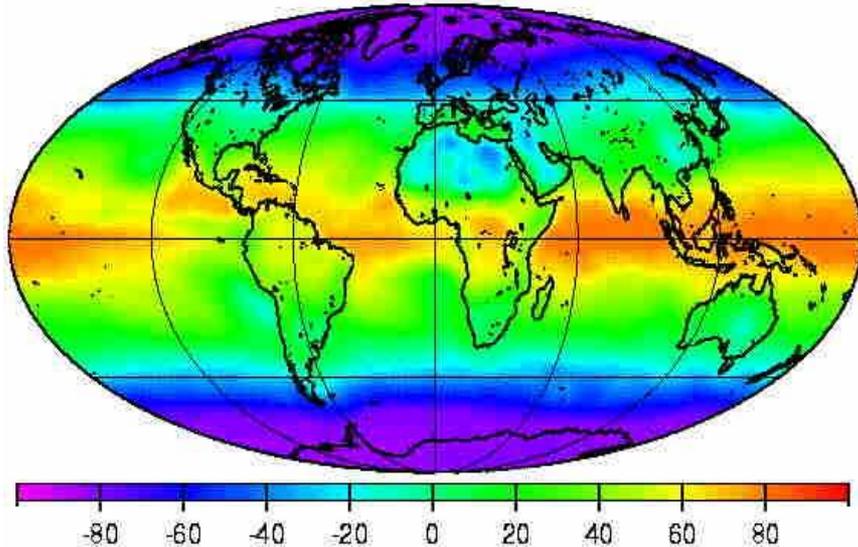
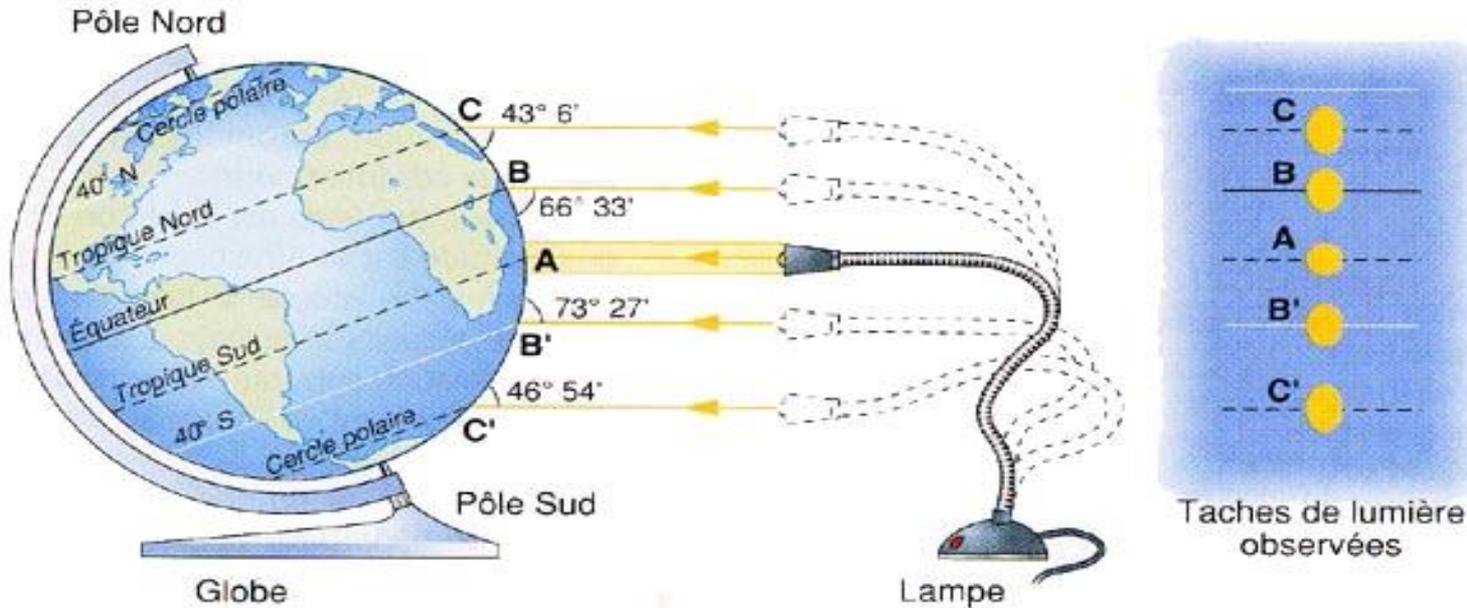
02/2024 JJ Quéré

## 2 – Frontologie

2.1 le bilan radiatif.

2.2 Transfert d'énergie entre basses et hautes latitudes.

# BILAN RADIATIF



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

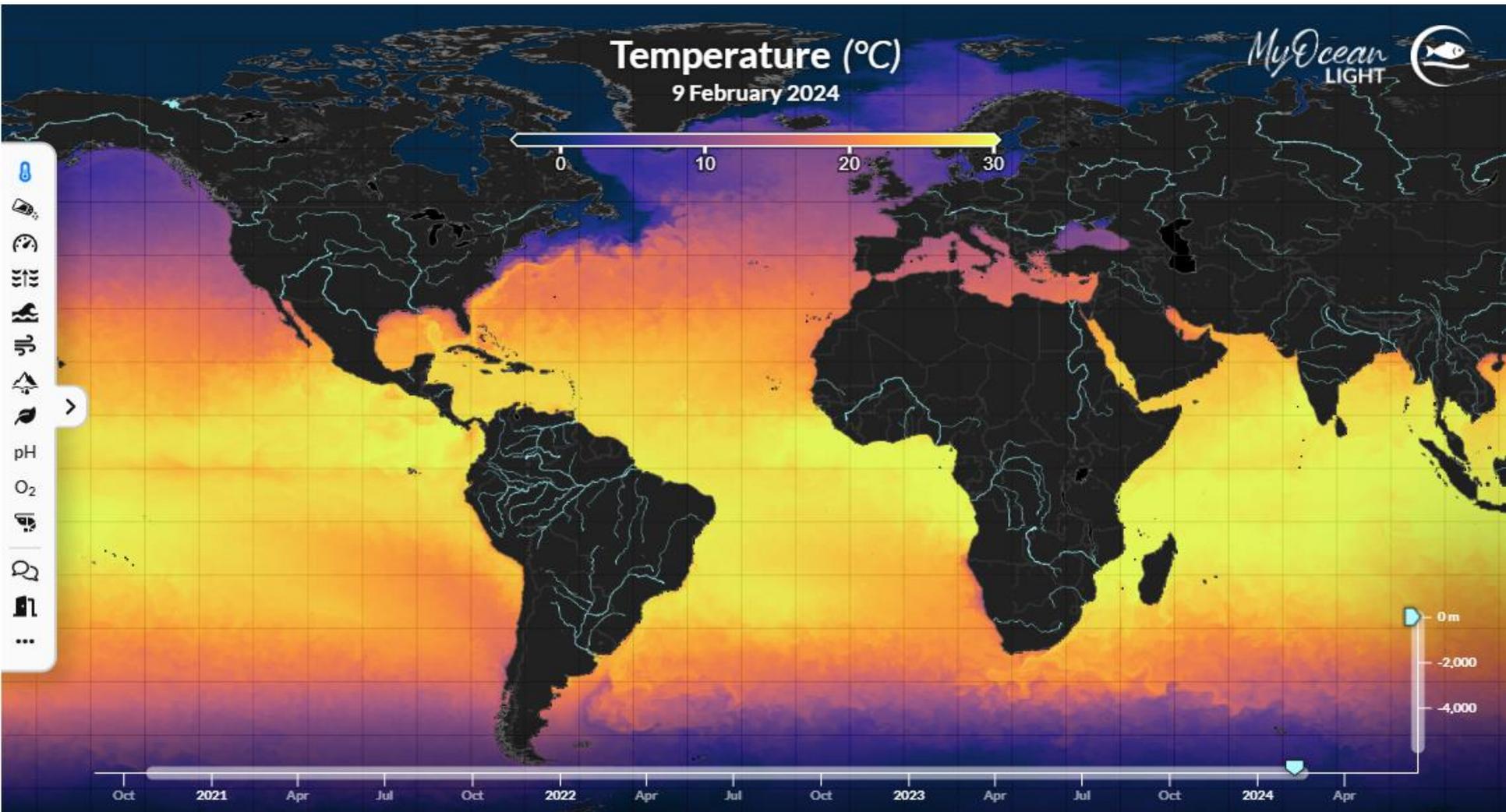
Rotondité de la Terre et inclinaison : excès de chaleur dans la bande tropicale et déficit de chaleur dans les zones polaires.

Or, bilan global nul (hors réchauffement climatique lié à l'activité humaine) → échanges d'énergie S/N via les grands courants océaniques atmosphériques.

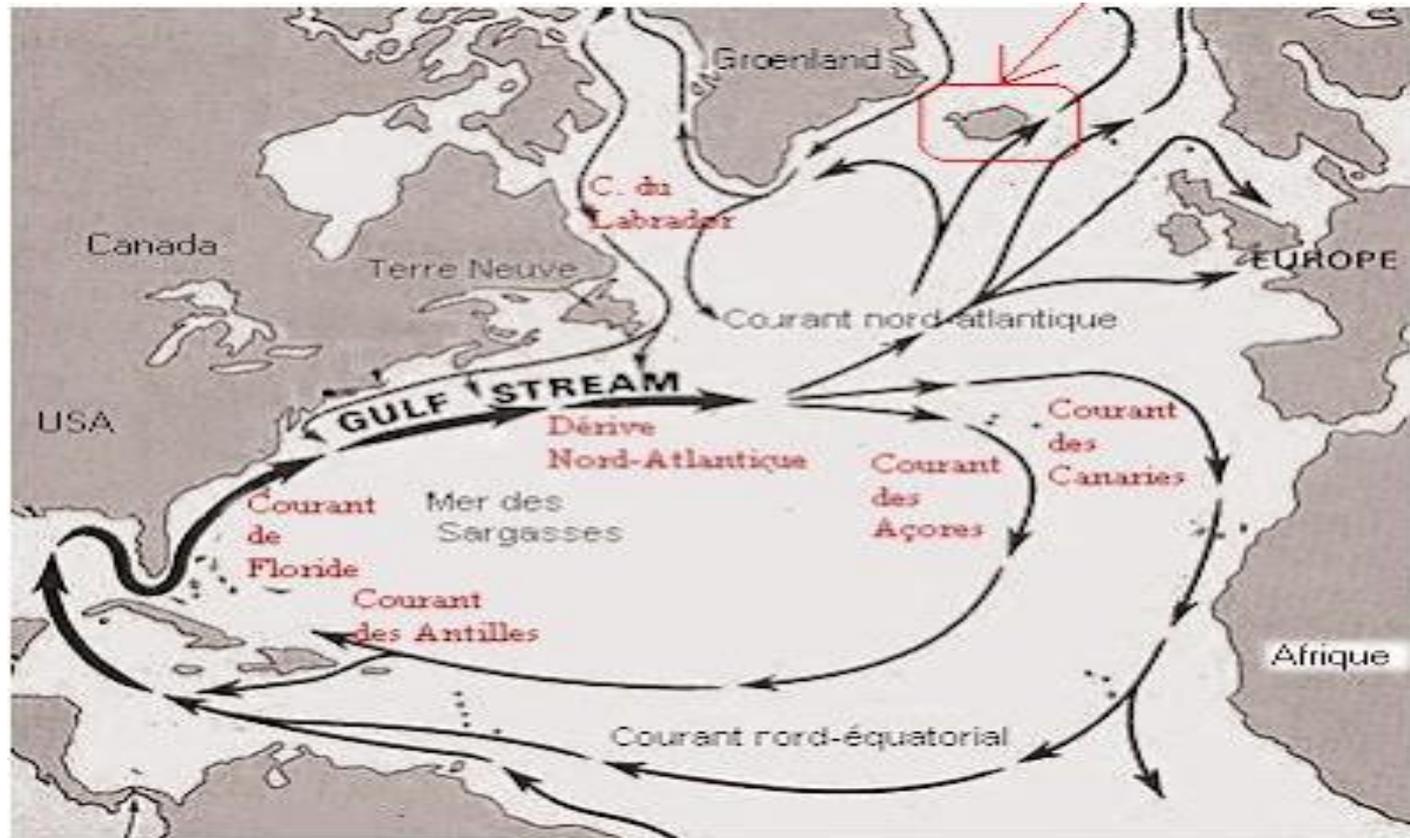
# 1. Transfert d'énergie vers les hautes latitudes via les courants océaniques.

## MERCATOR OCEAN

Prévision de température en surface pour le vendredi 09 février 2024



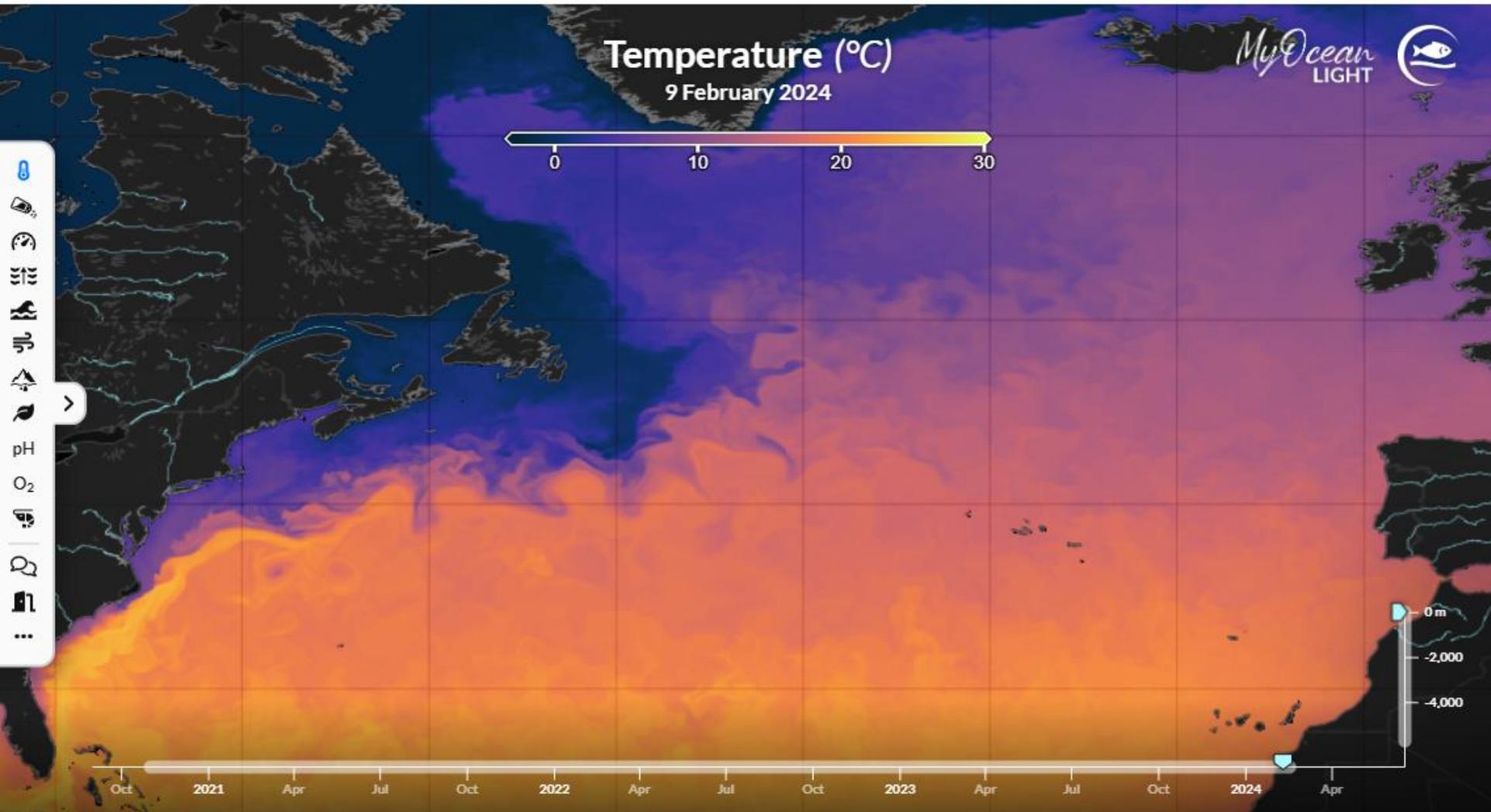
## Circulation océanique générale Atlantique Nord



Dérive Nord Atlantique : 20 M m<sup>3</sup>/s, célérité < 1m/s : 20% atteint les côtes européennes.

# MERCATOR OCEAN

Prévision de température en surface pour le vendredi 09 février 2024



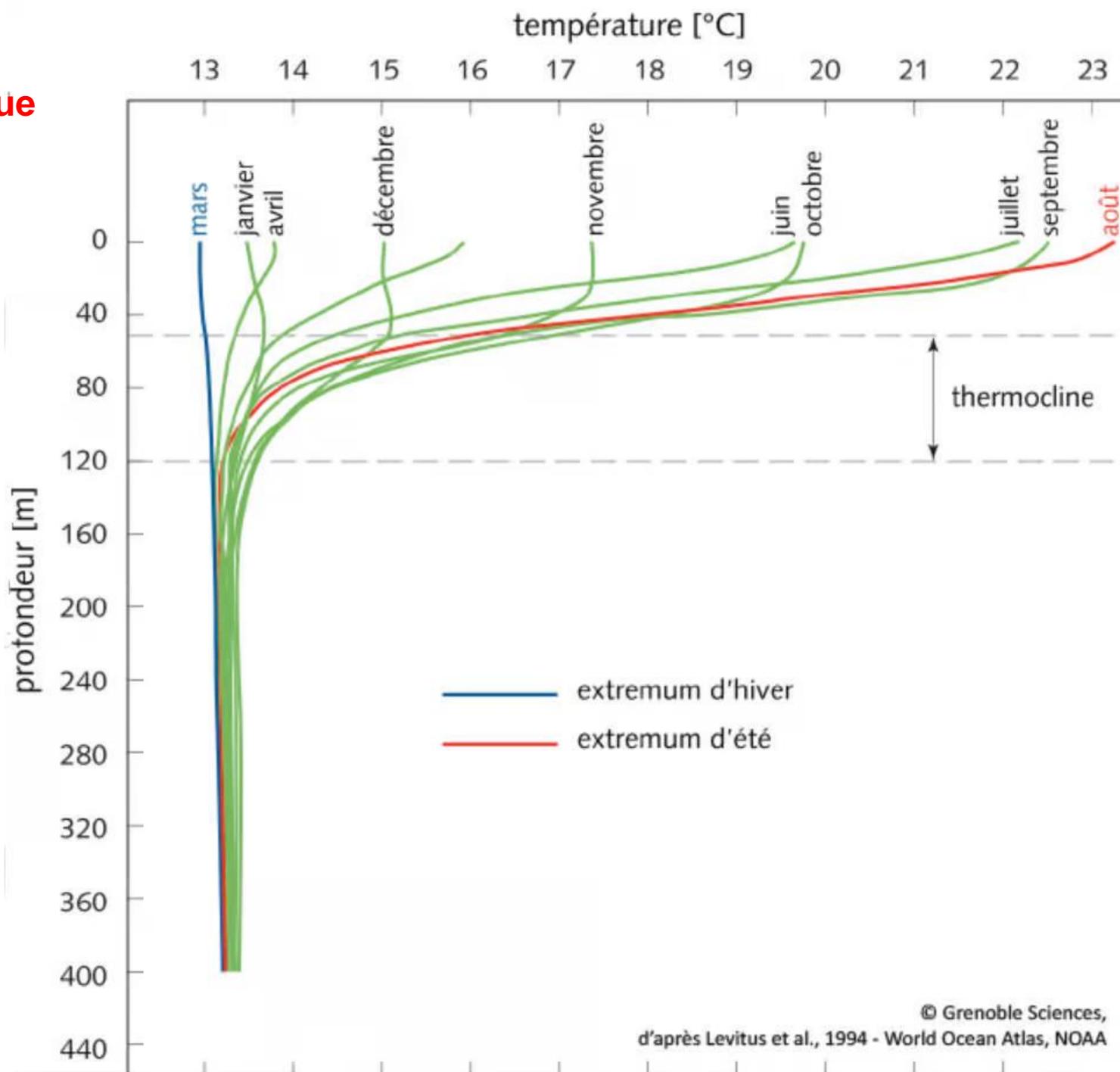
Turbulence sur la face N de la dérive nord Atlantique, infiltration du courant du Labrador le long des côtes Est des USA (brouillard d'advection)

# Profil bathythermique

Stockage et restitution d'énergie entre l'océan et l'atmosphère sur une année

Exemple Méditerranée Bassin occidental

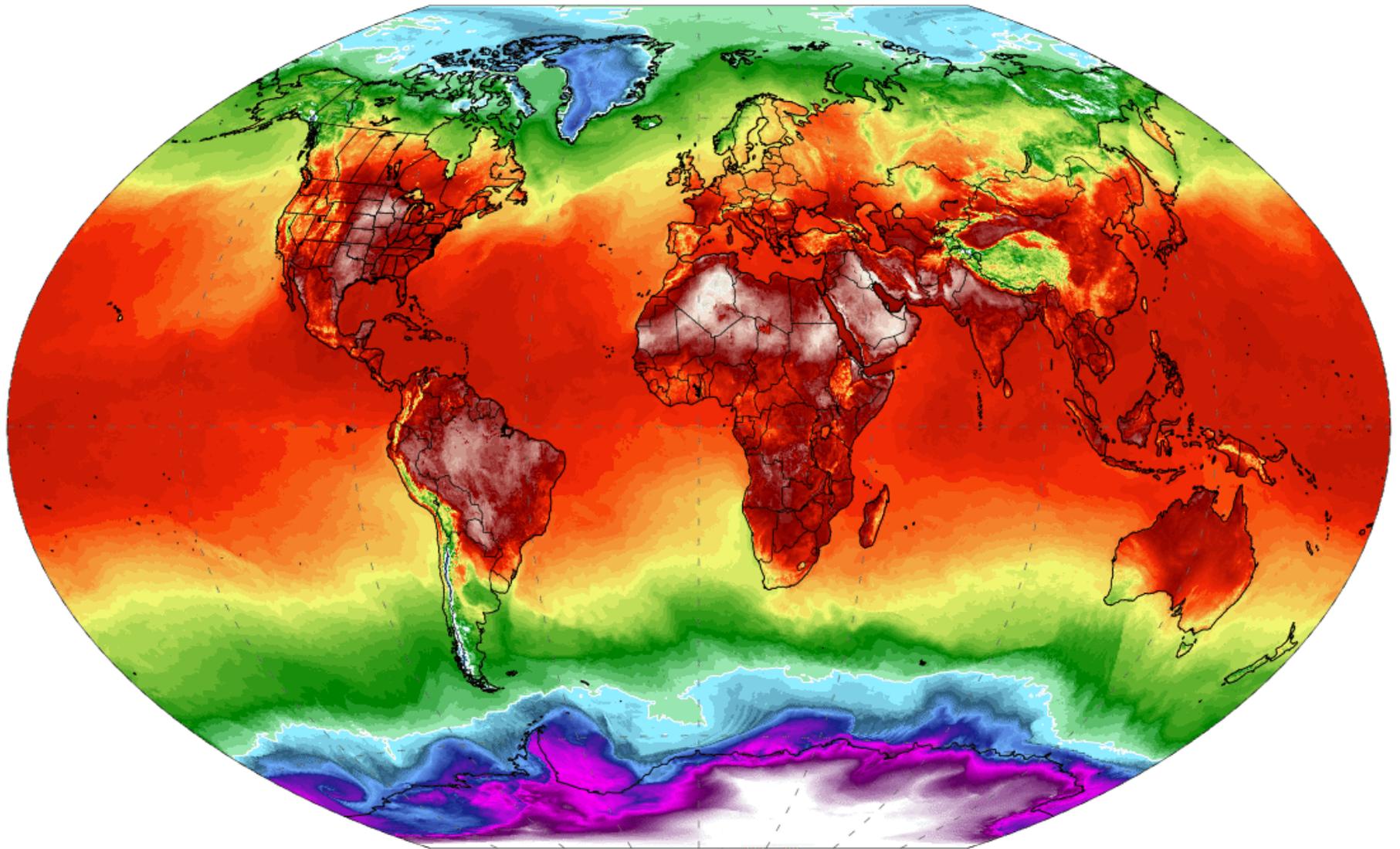
- couche de mélange
- thermocline
- eaux profondes



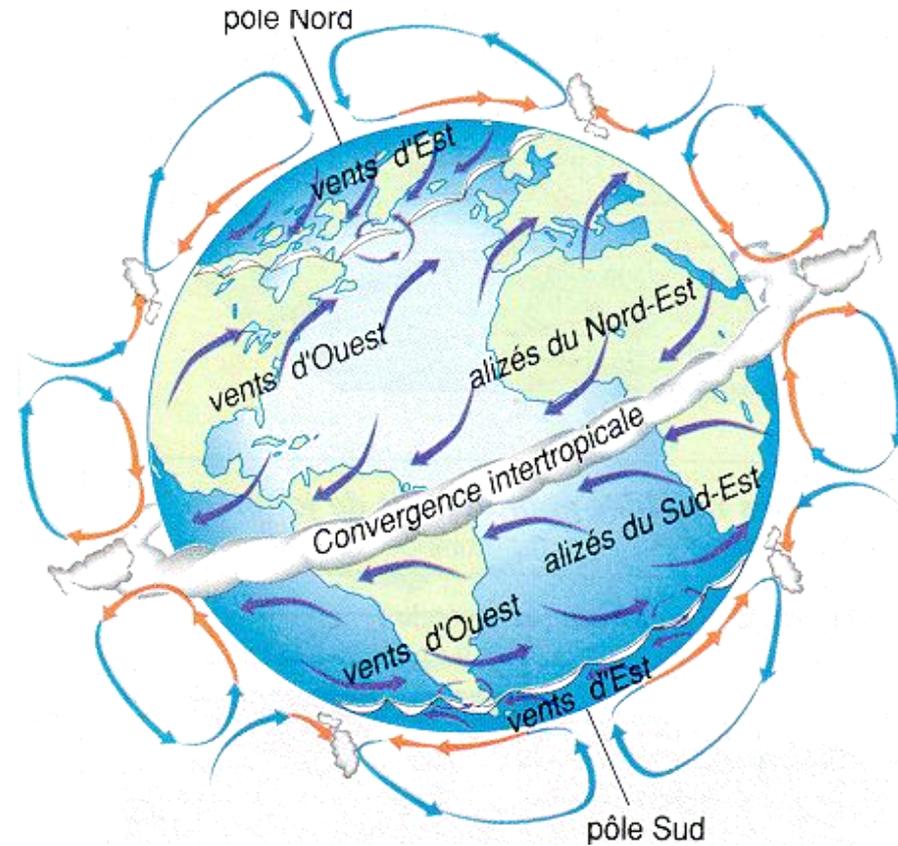
# Température au sol

GFS 2m Temperature (°C)  
1-day Max | Sun, Sep 03, 2023

ClimateReanalyzer.org  
Climate Change Institute | University of Maine

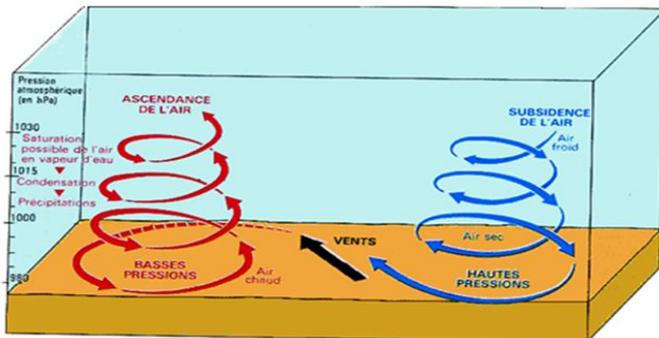


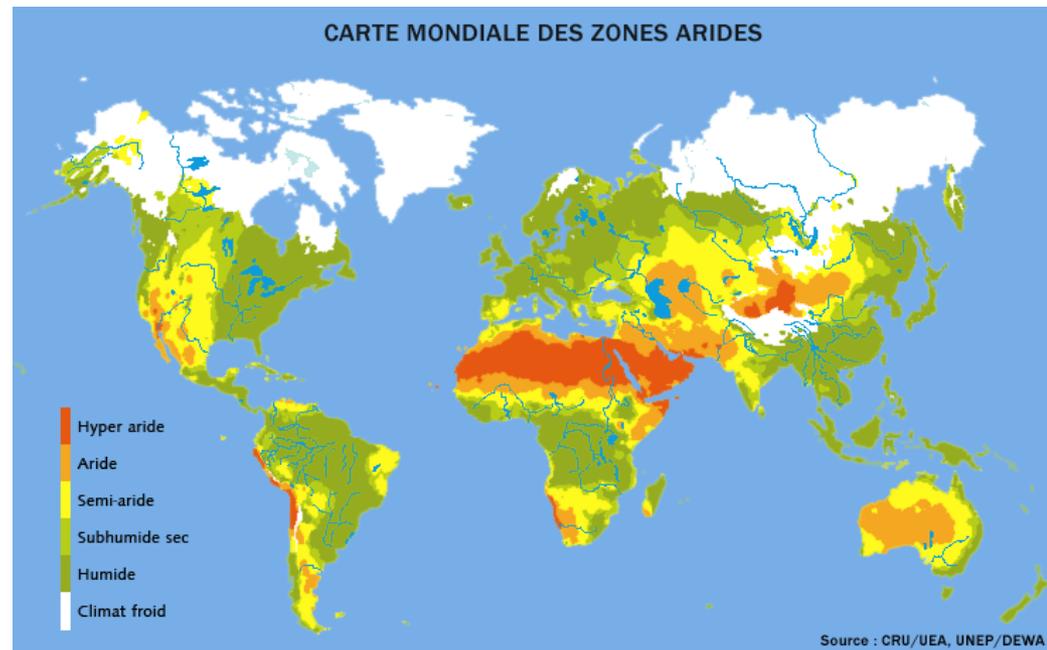
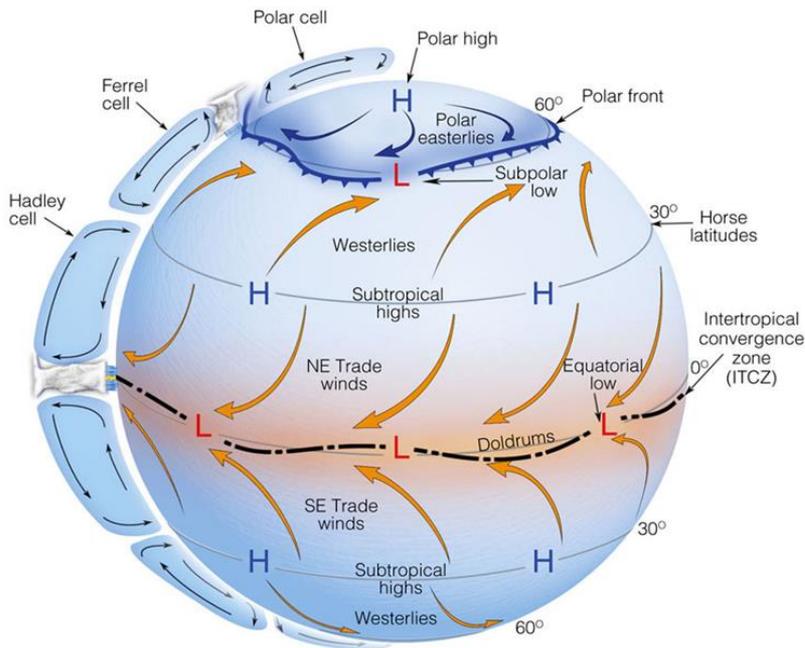
## 2. Transfert d'énergie vers les hautes latitudes via les courants atmosphériques. Circulation générale atmosphérique



- A haute altitude, transfert d'énormes quantités d'énergie (vapeur d'eau) entre zones à bilan radiatif positif et négatif via 6 cellules convectives (**cellules de Halley** (Eq/30°), **cellules semi-ouvertes de Ferrel** (30°/60°), **cellules polaires** générant de vastes zones de **courants ascendants (advection/convection)** ou **descendants (subsidence)** et assurant un transfert d'énormes quantités 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 inter-tropicales ;
- Circulation générale d'Ouest zones tempérées , circulations zonale W/E (moy 20 nds vent géostrophique) et méridienne S/N (moy 2 nds) ;
- Fronts polaires arctiques et antarctiques ;
- Vents d'Est en zones polaires.



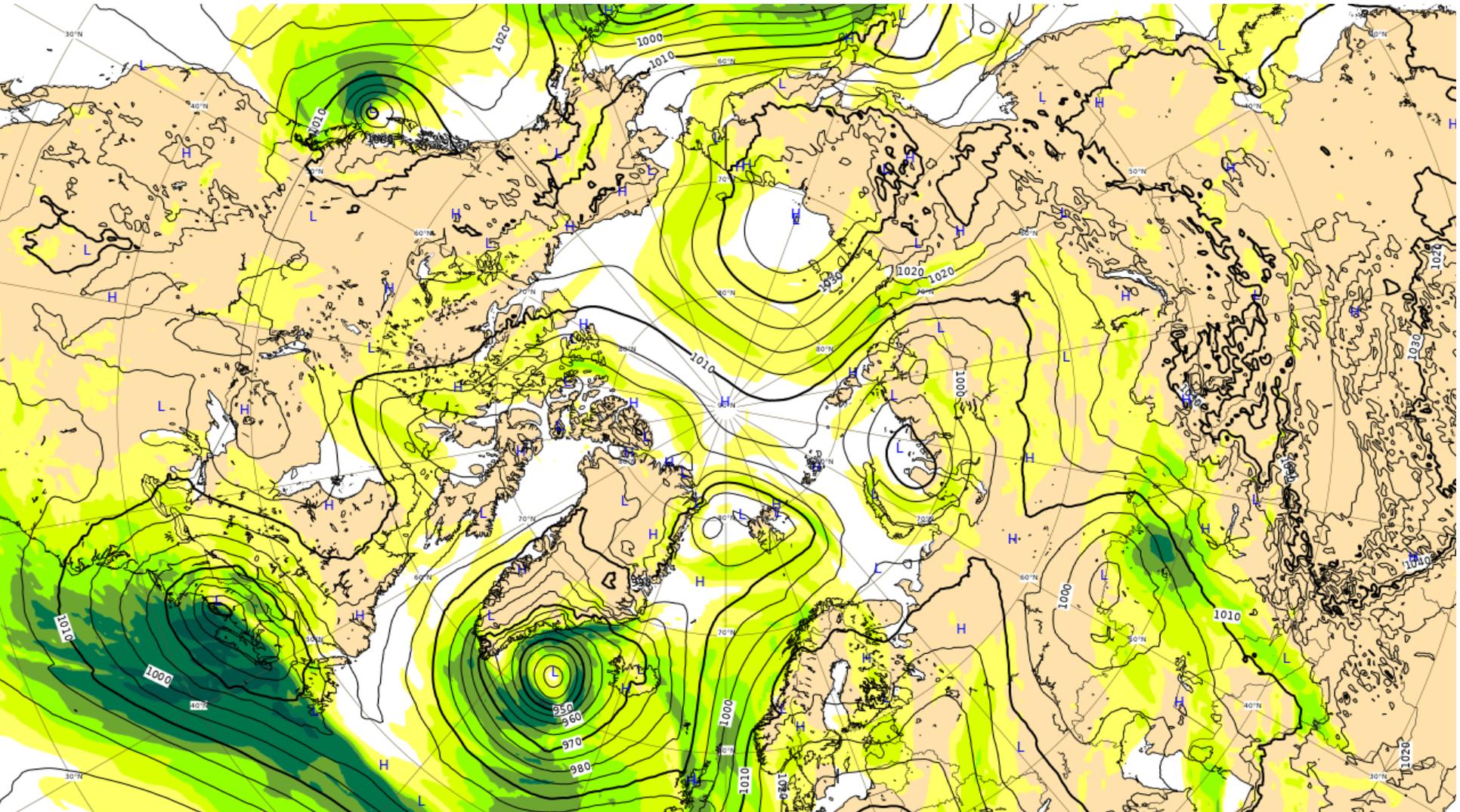


Source : CRU/UEA, UNEP/DEWA

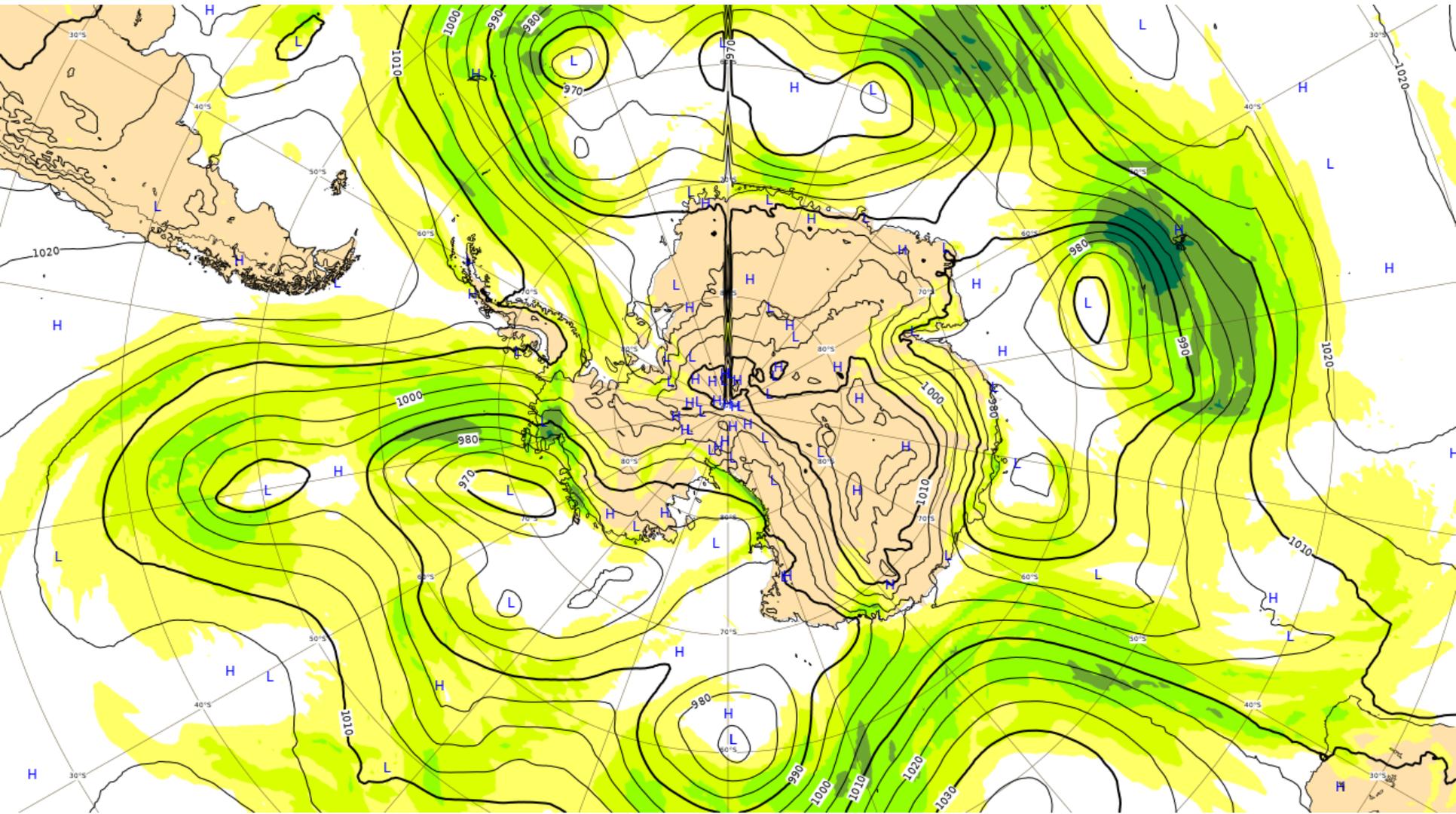
- Un équateur météorologique siège d'intenses échanges thermiques entre les couches basses et élevées de la troposphère (convection).
  - Le flux descendant des cellules de Hadley et de Ferrel (subsidence) aux latitudes des zones continentales arides de la planète (Sahara, Arabie, USA/Mexique, Gobi, Atacama, Kalahari, Australie, ...).
  - Un front polaire siège de conflits permanents entre des masses d'air d'origines différentes. Recherche d'un impossible équilibre thermique.
- Ces zones de conflits évoluent en latitude au gré des saisons et de l'intensité des descentes froides et advections chaudes.

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**).

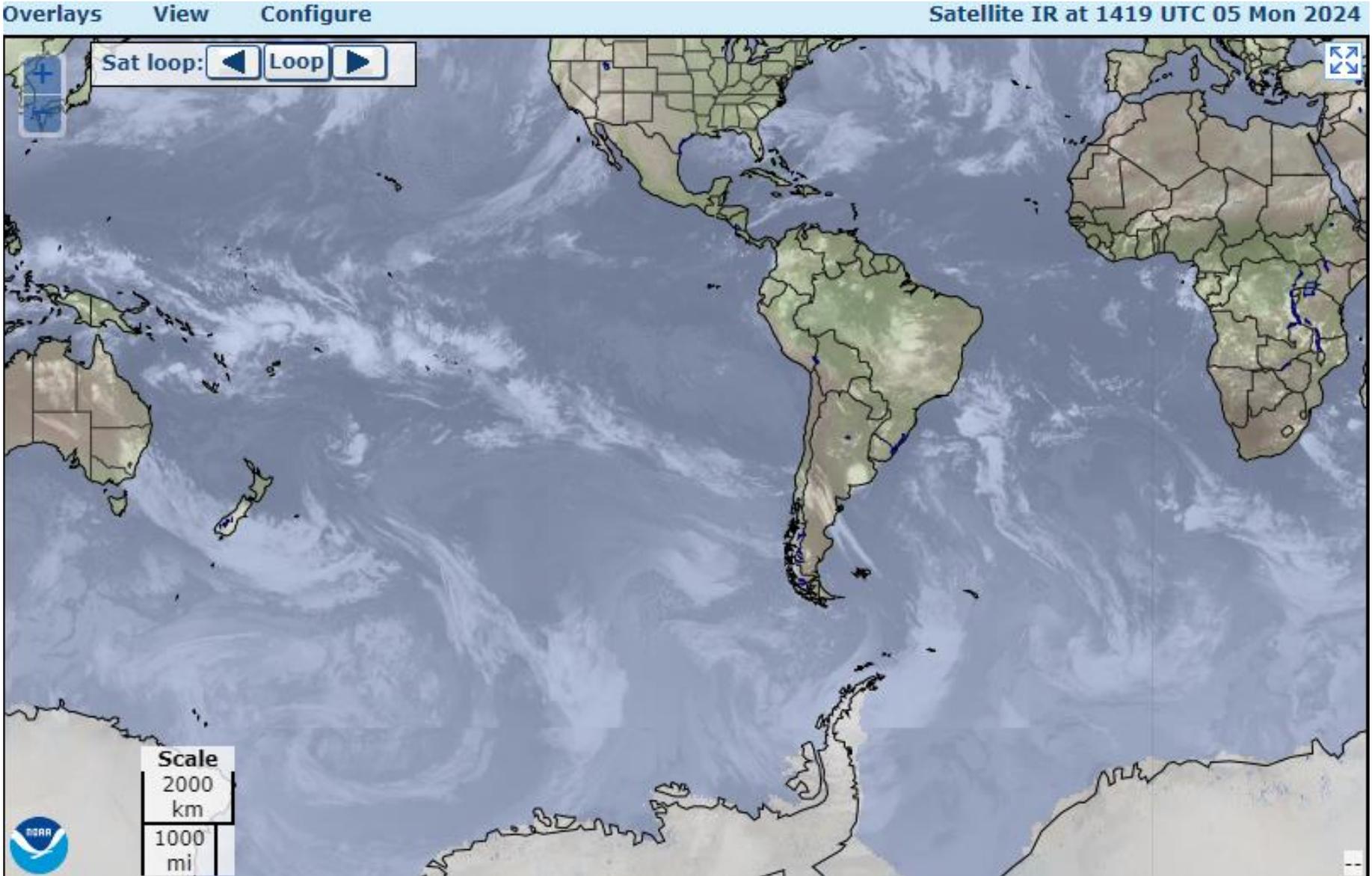
# CEPMMT 20200208 – 00h00 UTC H+24



CEPMMT 20200208 00h00 UTC H+48



20240205 14h19 UTC Ir

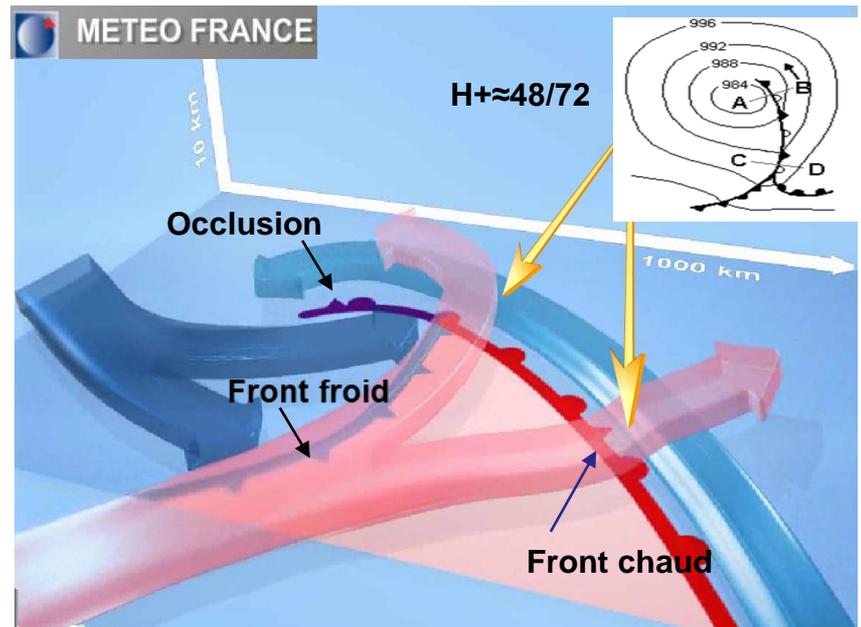
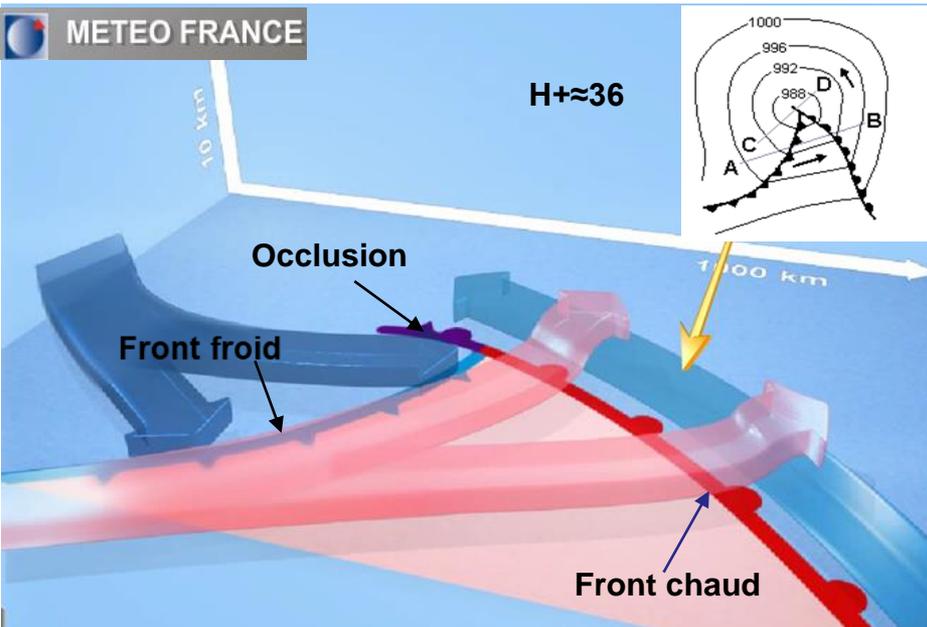
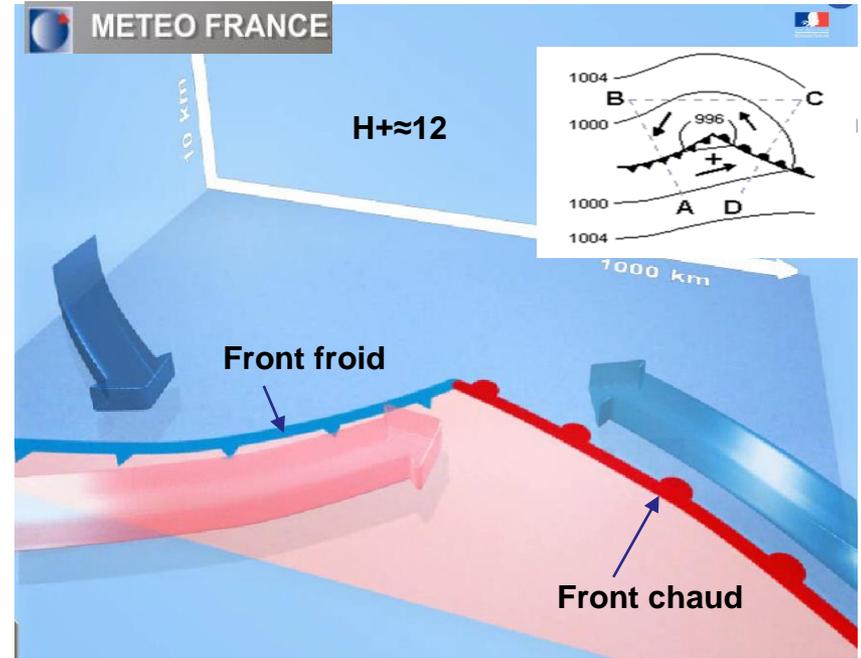
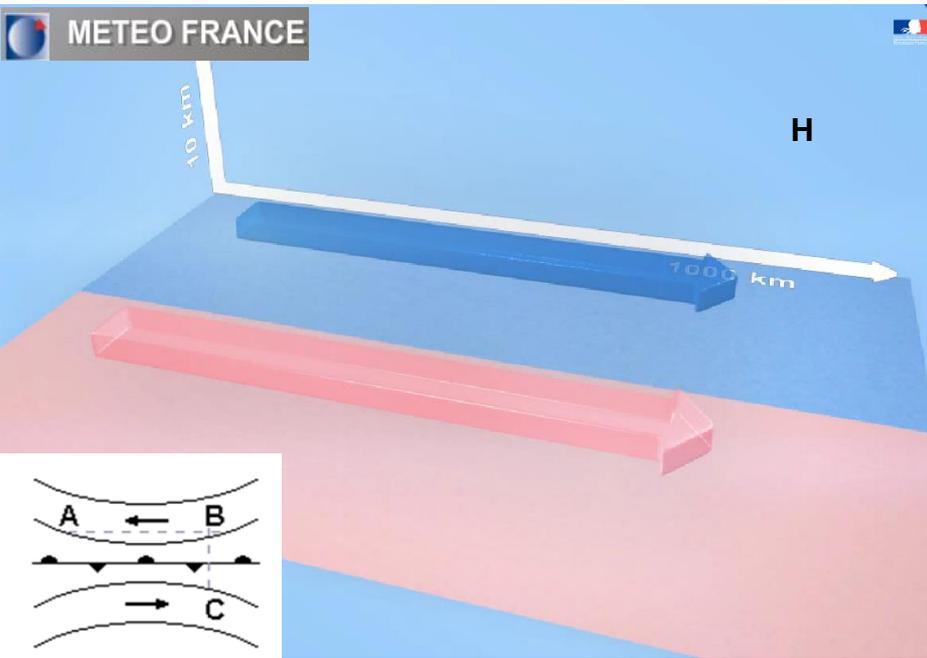




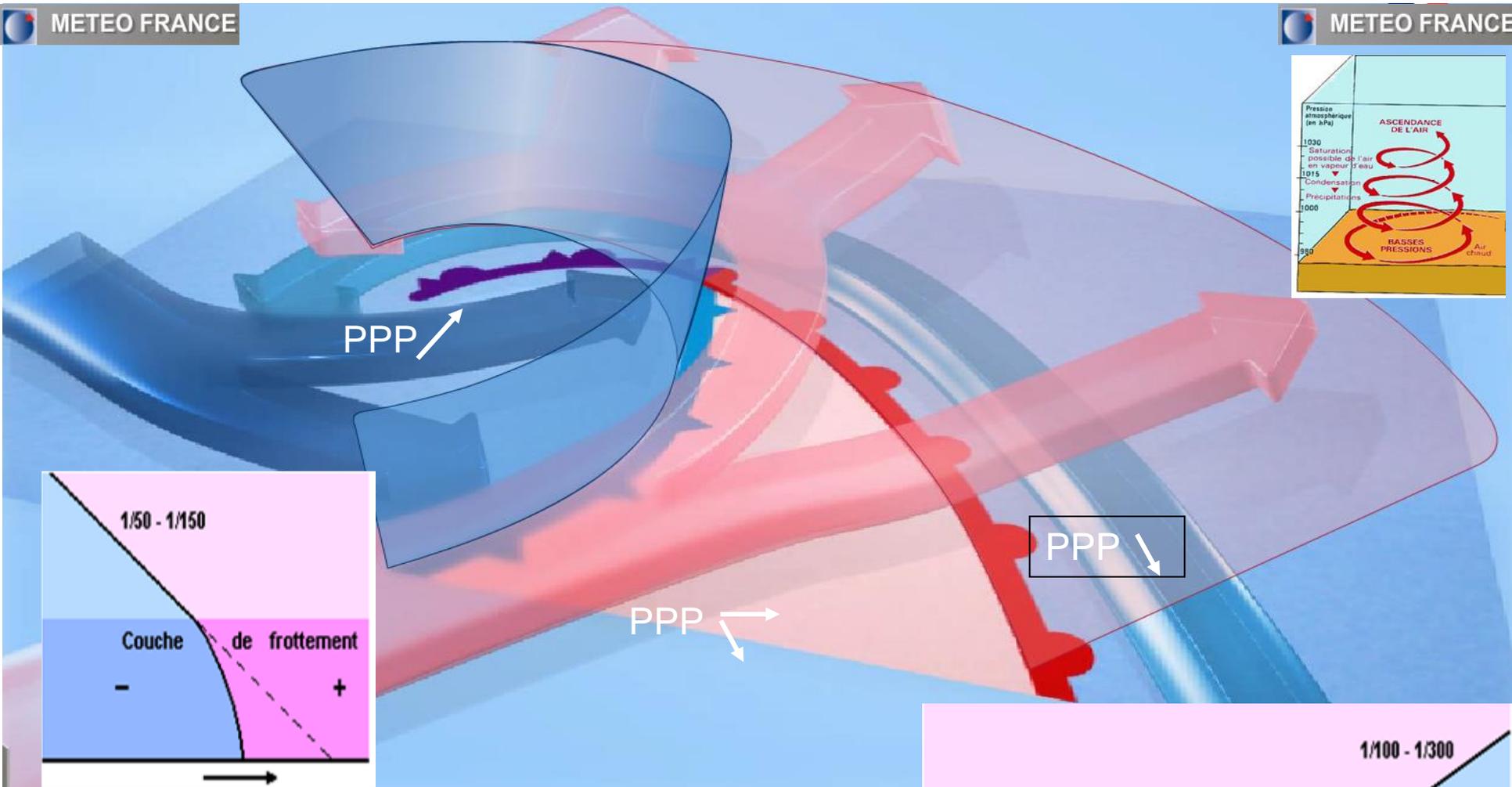
**CYCLOGENESE SUR LE  
FRONT POLAIRE ARCTIQUE**

**PENTES FRONTALES**

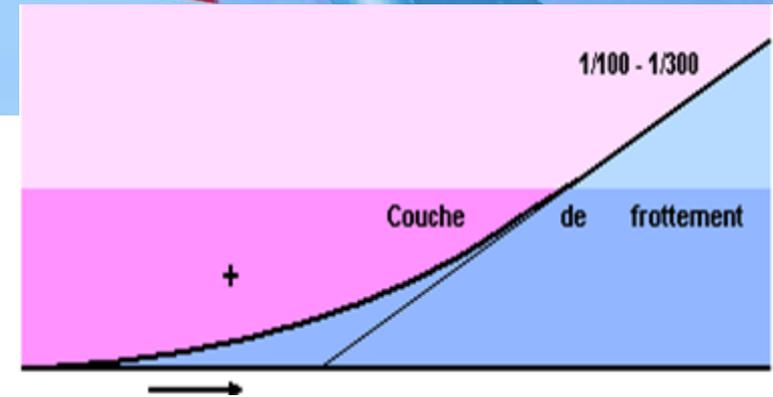
# 1 - Naissance et évolution d'une perturbation du front polaire.



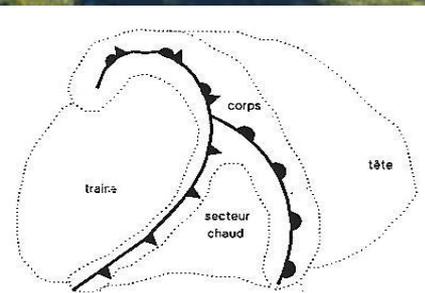
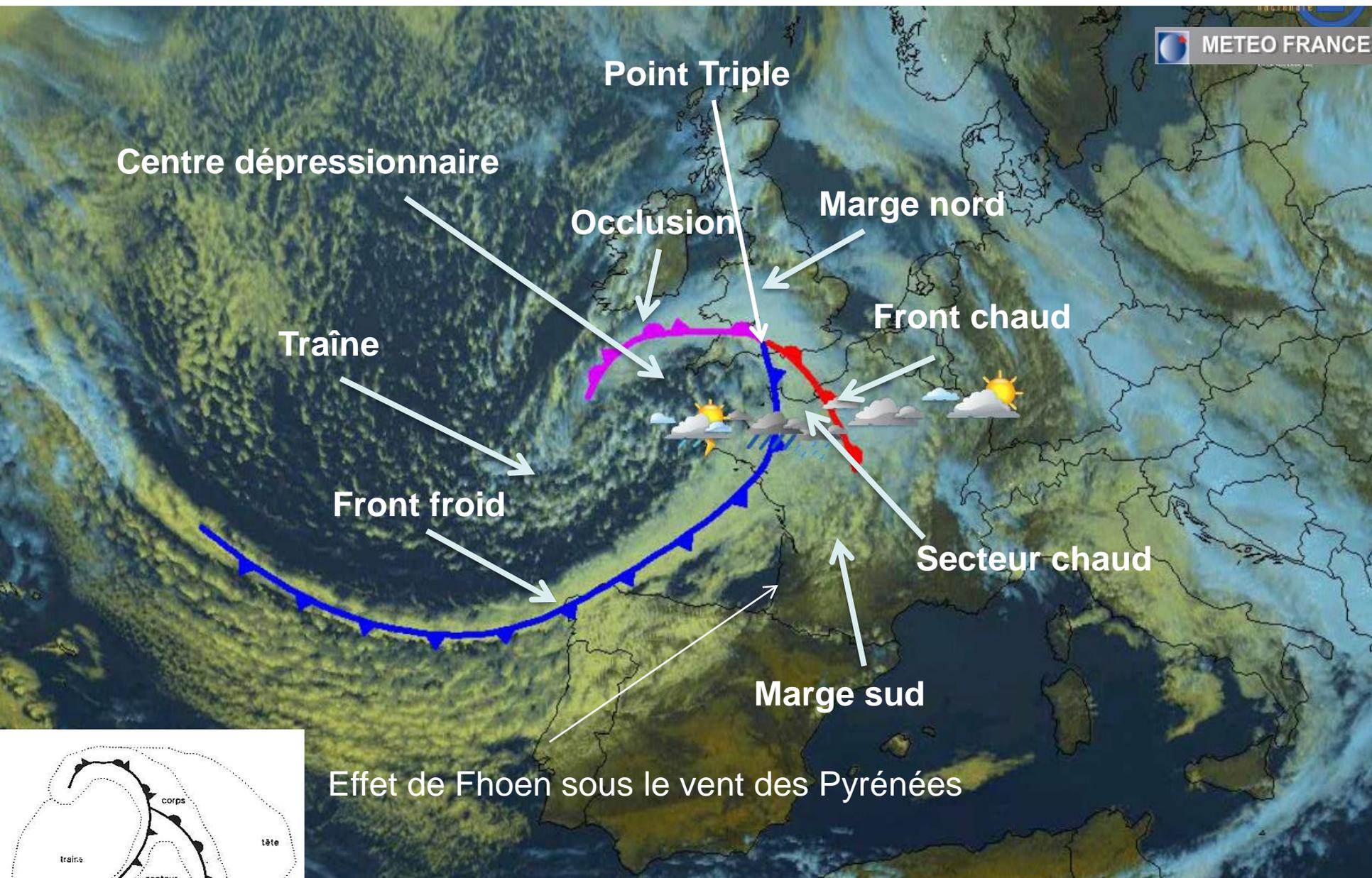
# En 3 dimensions : aperçu de pentes frontales et de la dynamique atmosphérique



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



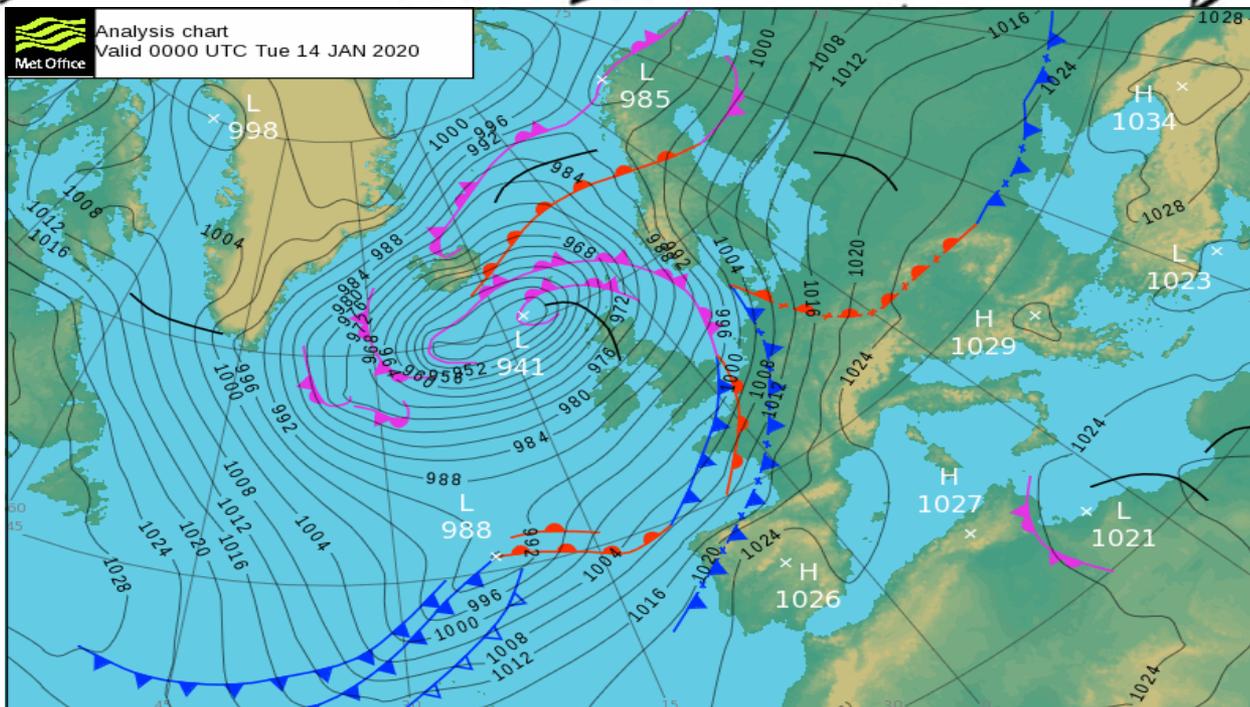
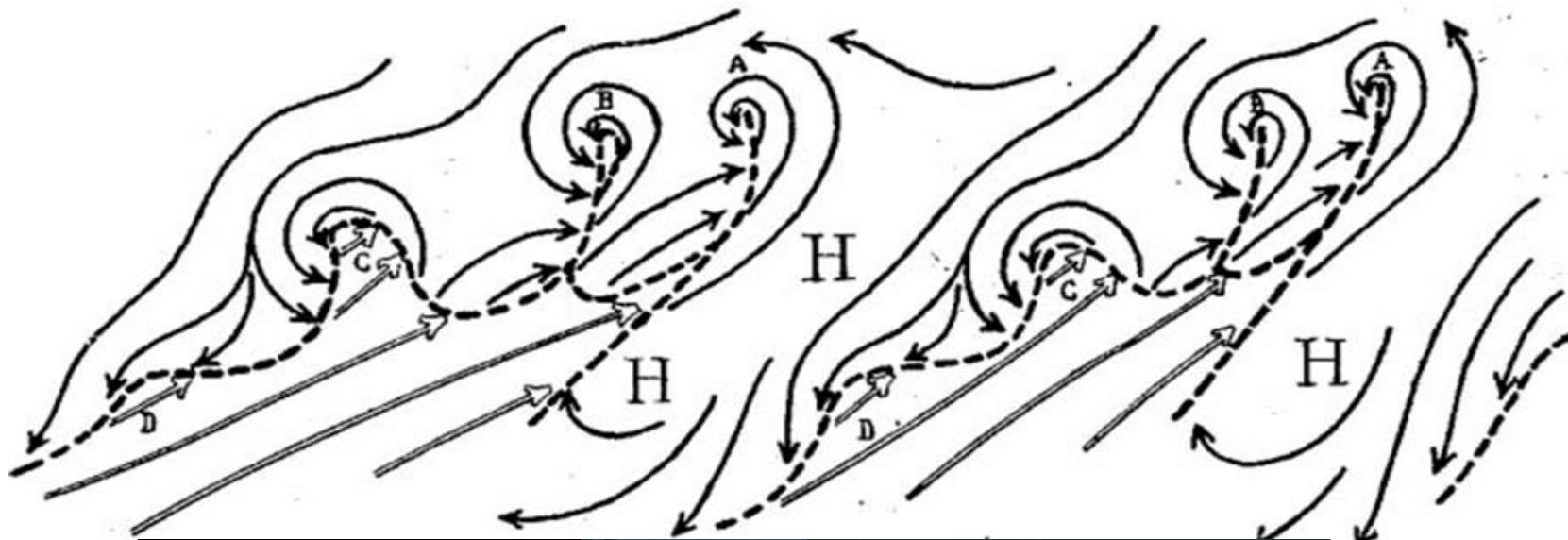
# Appellations des limites frontales et des secteurs des systèmes perturbés



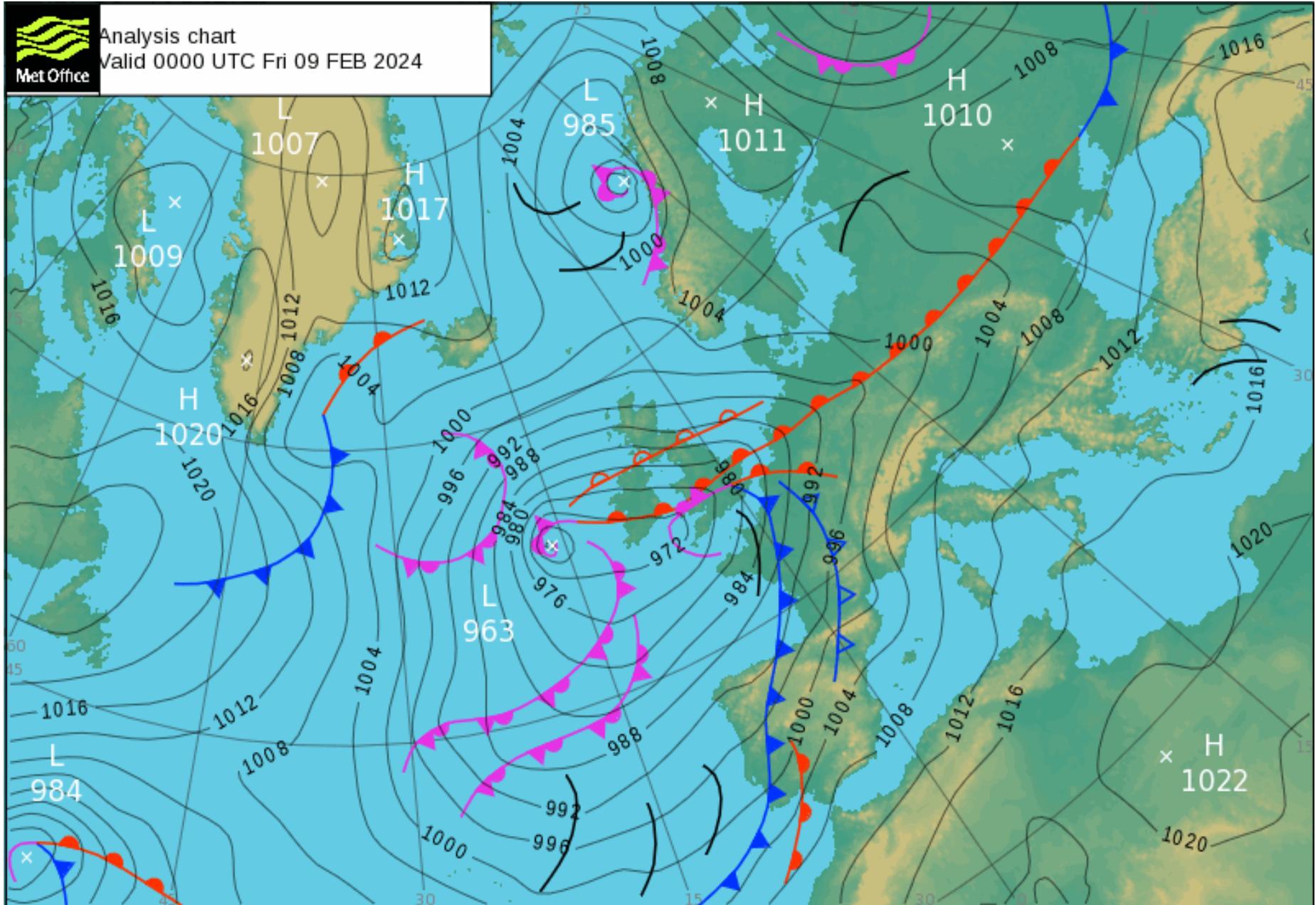
Effet de Fhoen sous le vent des Pyrénées

Tête, Corps, Traîne

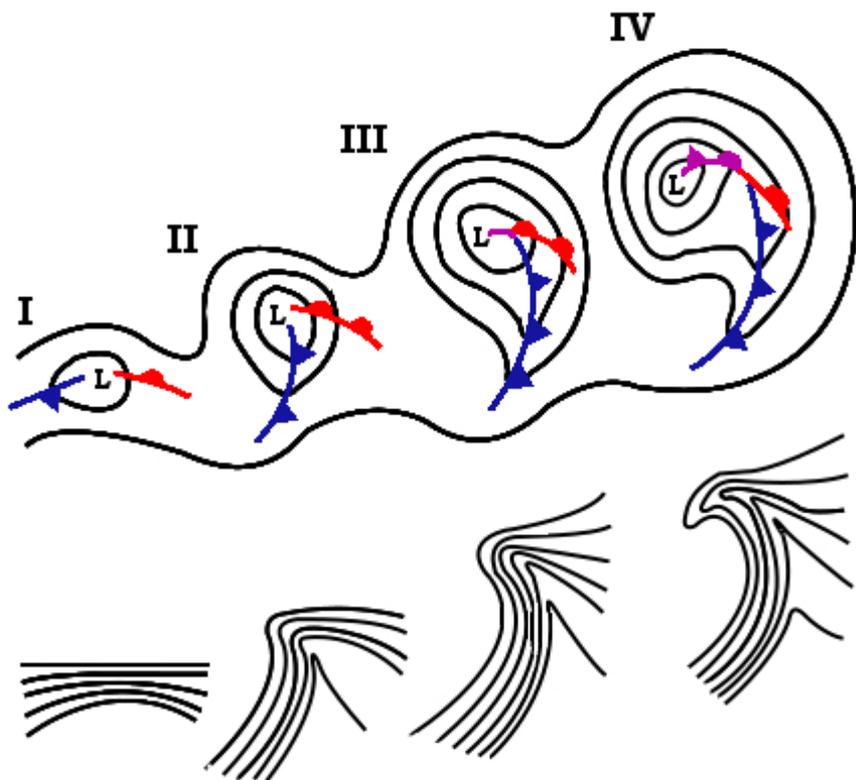
# LA CYCLOGENESE : famille de perturbations



# Type de temps : origine de la masse d'air dans flux de SW

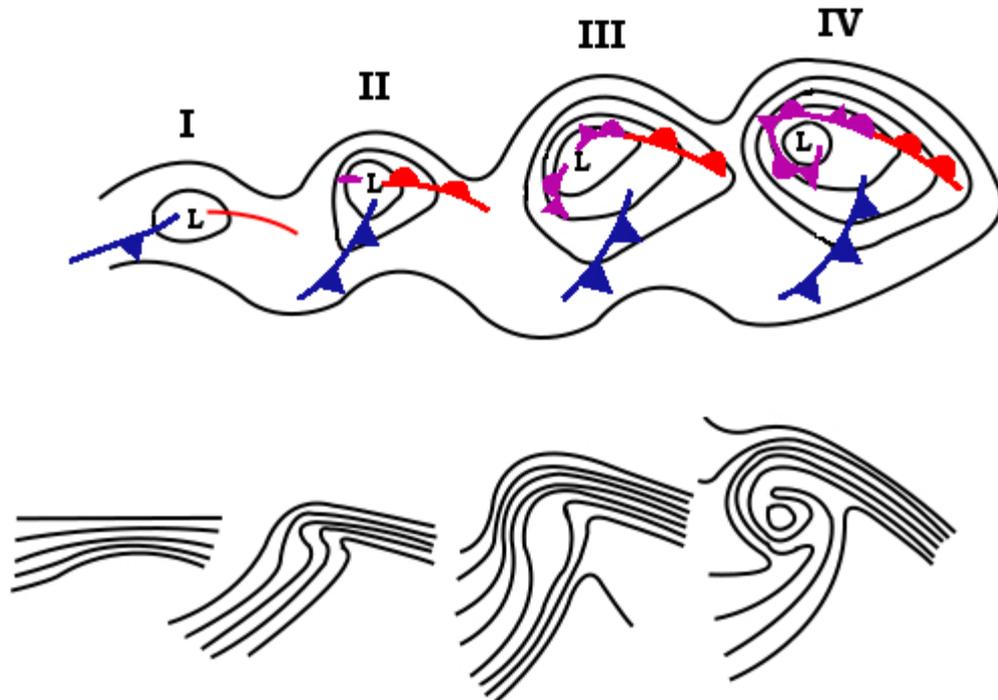


## Modèle conceptuel de l'école norvégienne (1922)



Ce modèle décrit le cycle de vie d'un **cyclone extra-tropical (CET)** comme l'évolution d'une région de contraste thermique, la séparation d'une structure frontale stationnaire en un front froid (en bleu) – séparant une masse d'air très froid d'une masse d'air chaud – et un front chaud (en rouge) – séparant une masse d'air chaud d'une masse d'air plus froide (voir la figure ci-dessous). Le front froid rattrape le front chaud et une situation d'occlusion (en violet) apparaît qui marque la fin de la phase d'intensification du CET et sa disparition (phases III et IV).

## Modèle conceptuel de Shapiro-Keyser (Source : Schultz et Vaughan, 2011)



Ce nouveau modèle conceptuel s'appuie sur des observations et des simulations. Celui-ci considère également 4 phases :

- **La phase d'initiation I** décrit une cyclogénèse apparaissant le long d'un front (ne se distingue pas du schéma norvégien).
- **Durant la phase II**, une fracture frontale se produit avec un front chaud qui s'étend et un front froid qui se déplace perpendiculairement à l'orientation du front chaud.
- **La phase III** voit la formation d'une structure frontale en forme de T et un front chaud qui commence à s'enrouler à l'arrière du front froid.
- **Durant la phase IV** s'opère l'isolement de la masse d'air chaud appelée séclusion.

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).



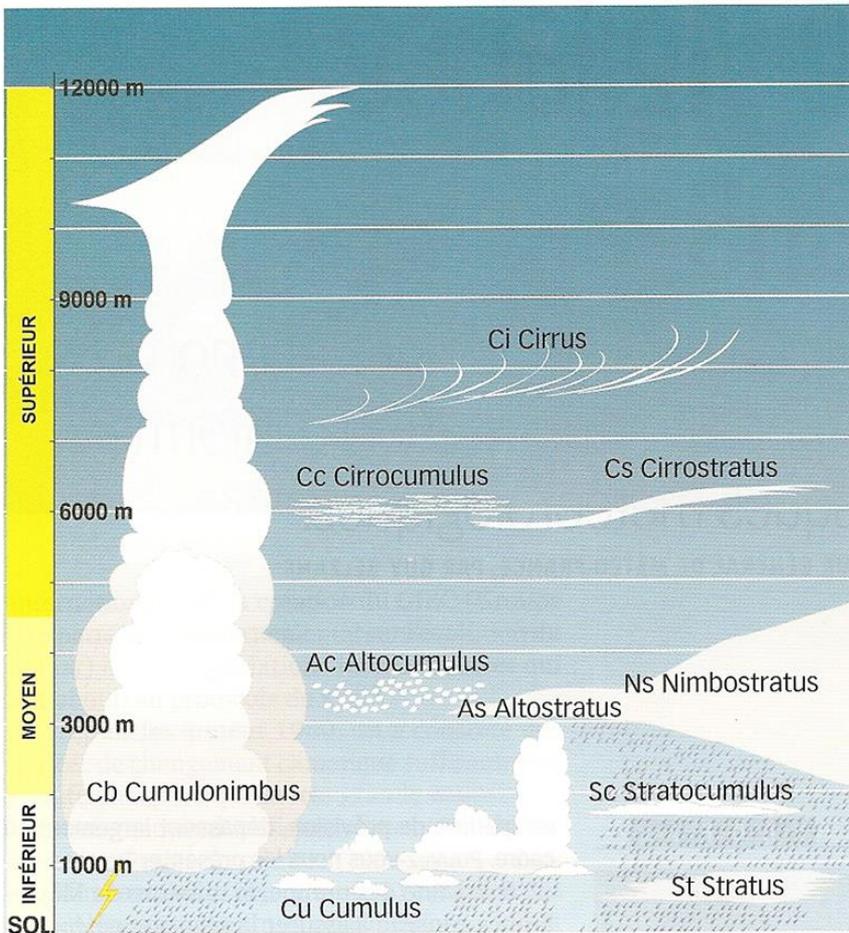
# LES NUAGES

(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 :

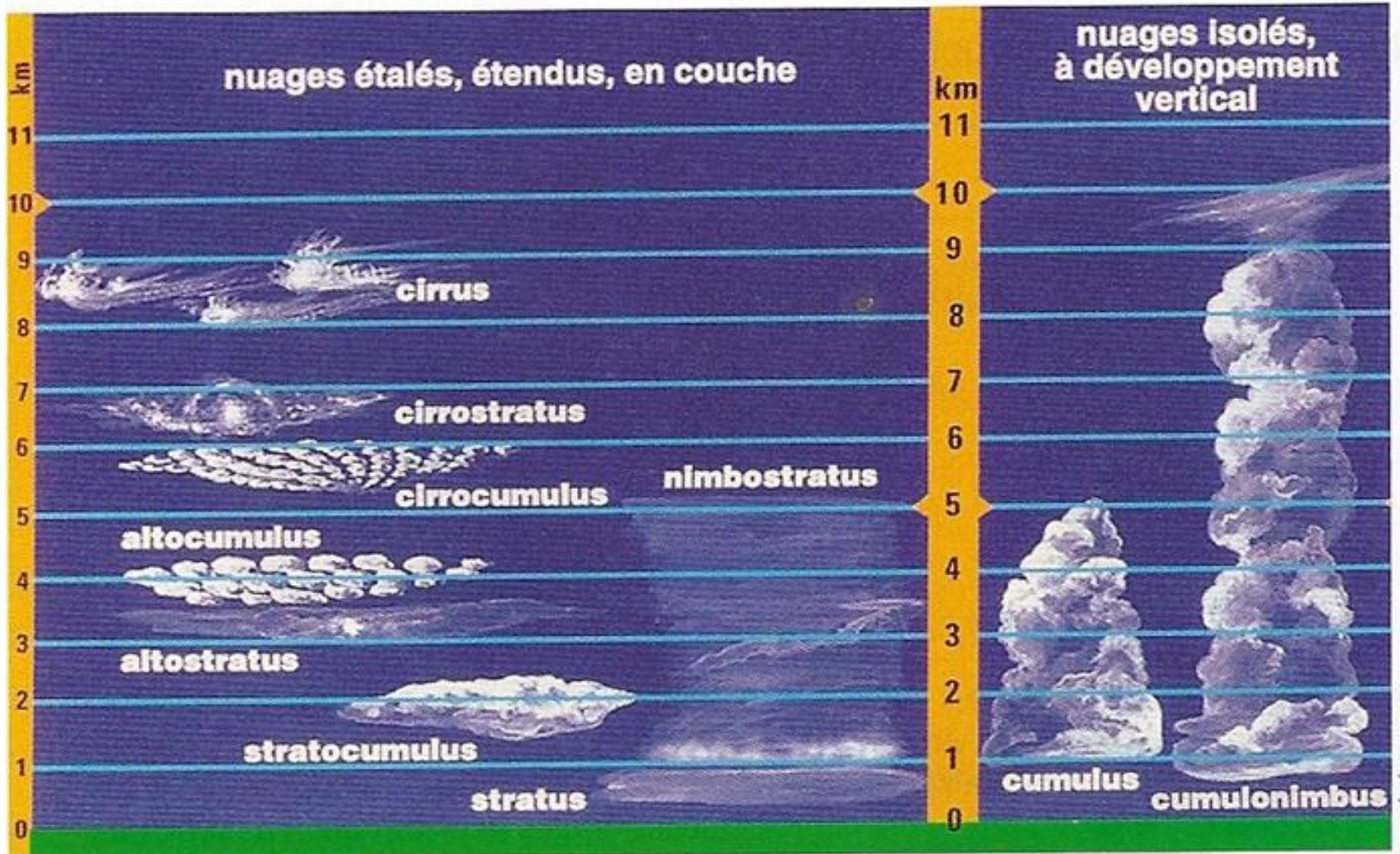
- **Etage supérieur** (5000/12000M) : cirrus (Ci), cirrocumulus (Cc) cirrostratus (Cs) ;  
composition ?
- **Etage moyen** (2000/5000 m) : altocumulus (Ac), altostratus (As), nimbostratus (Ns) ;
- **Etage inférieur** (sol/2000 m) : stratocumulus (Sc), stratus (St) puis Cumulus et Cumulonimbus (base)



**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

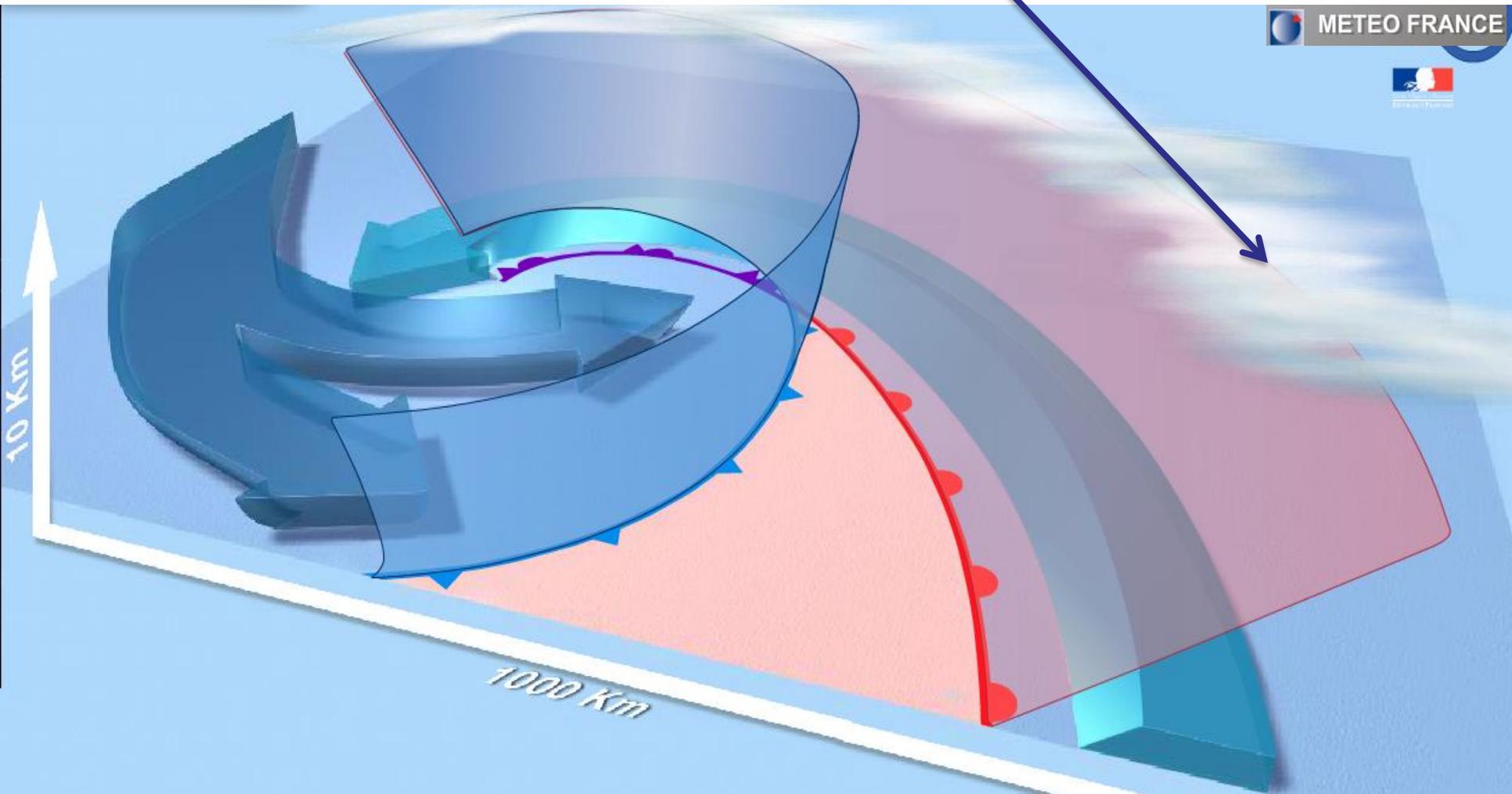




# **NUAGES ASSOCIES AUX PENTES FRONTALES**

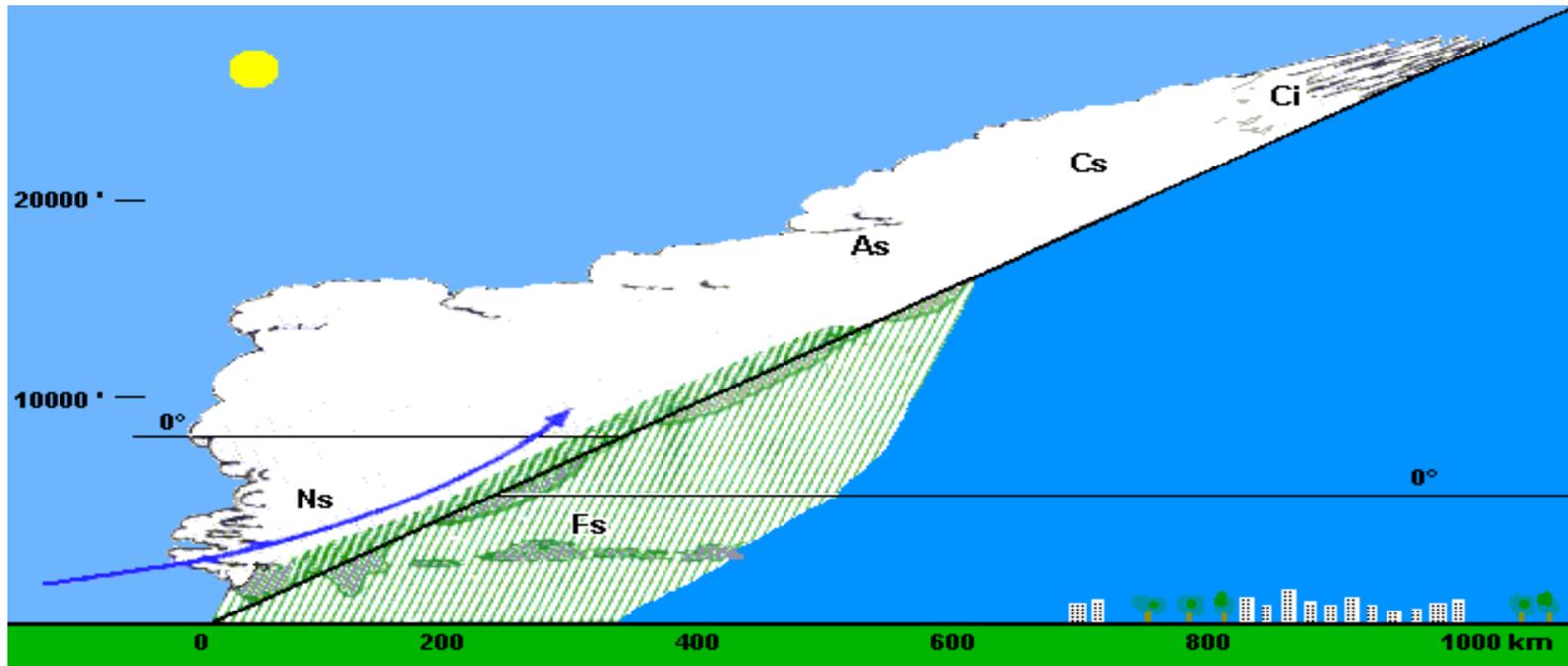
## **LE FRONT CHAUD**

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



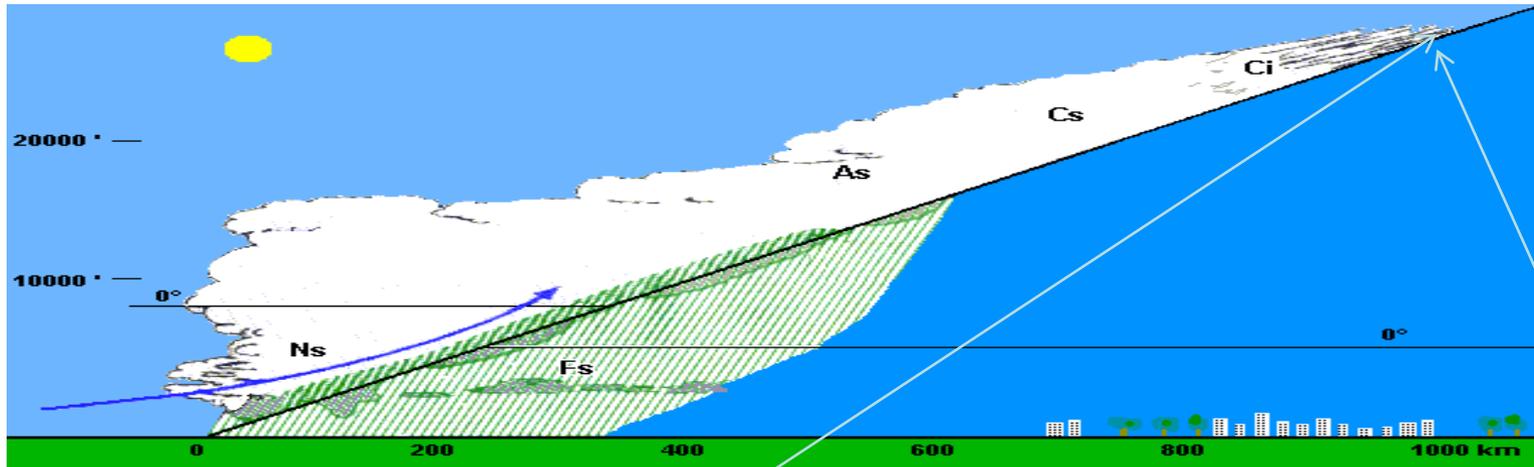
Représentation schématique des fronts et de leurs pentes; en réalité surfaces moins « lisses », plus tourmentées.

# LE FRONT CHAUD (pente 1/100 à 1/300)



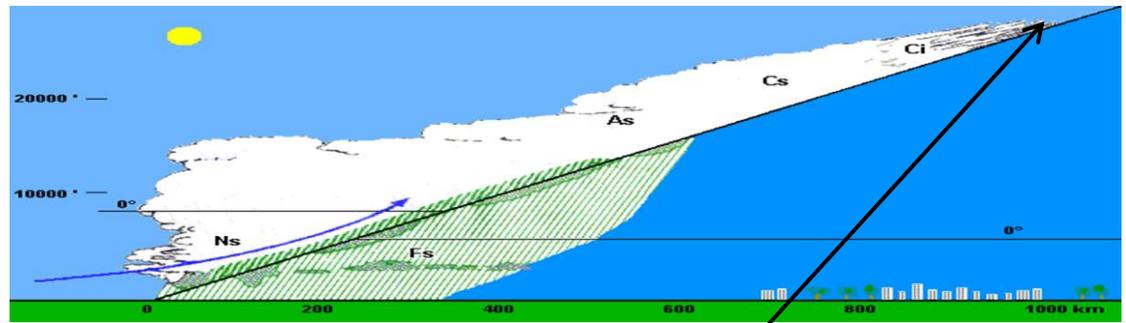
Les Cirrus (incinus) deviennent de plus en plus denses et se mêlent au Cirrostratus. Le ciel se couvre par de l'Altostratus élevé puis par le Nimbostratus accompagnés de pluie. Les Stratus fractus courent sous le Nimbostratus.

# LES NUAGES ASSOCIES AU FRONT CHAUD



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

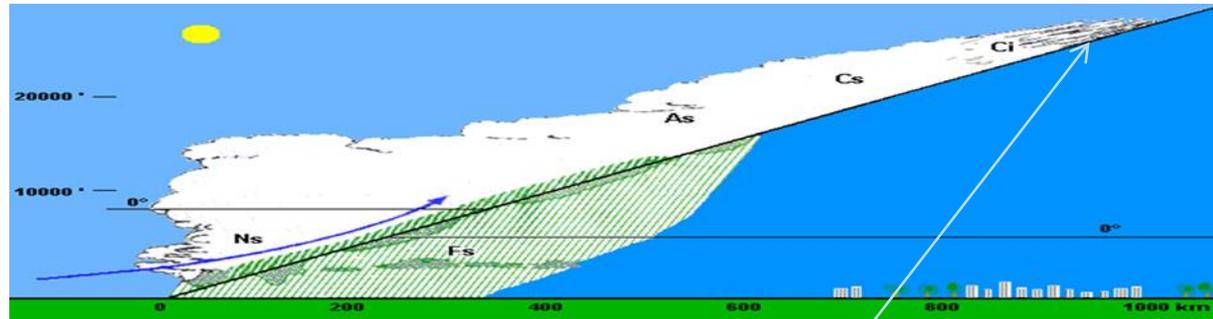
# CIRRUS uncinus



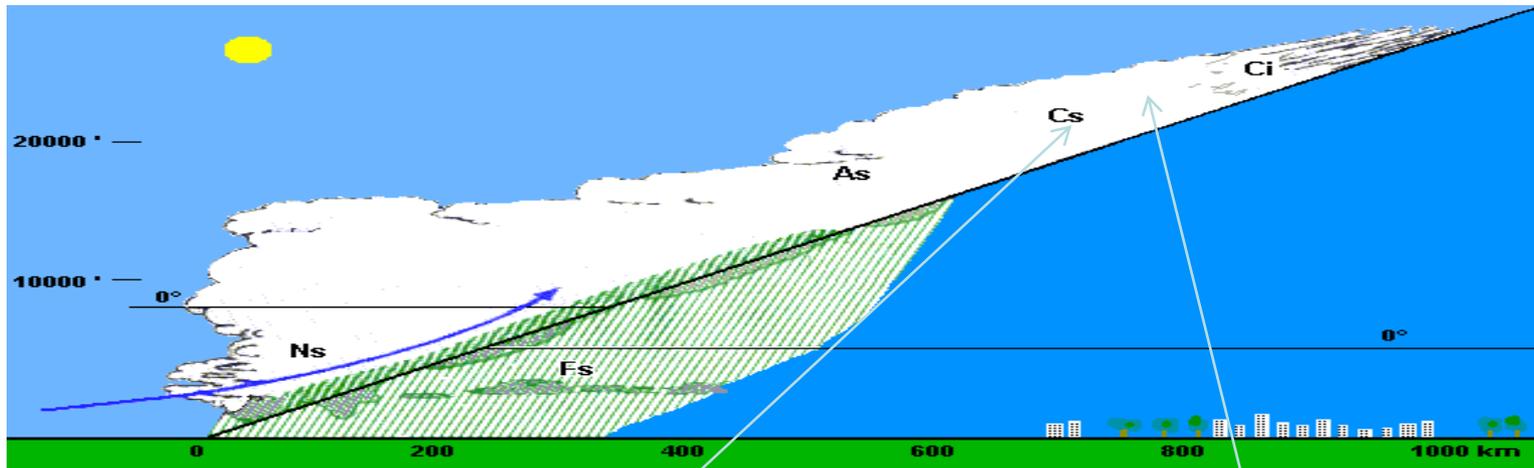
# Cirrus uncinus 6000/12000m



# LES NUAGES ASSOCIES AU FRONT CHAUD

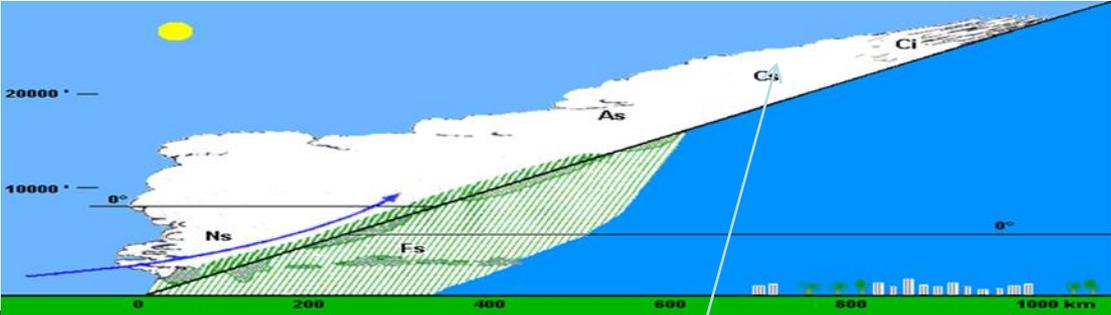


# LES NUAGES ASSOCIES AU FRONT CHAUD

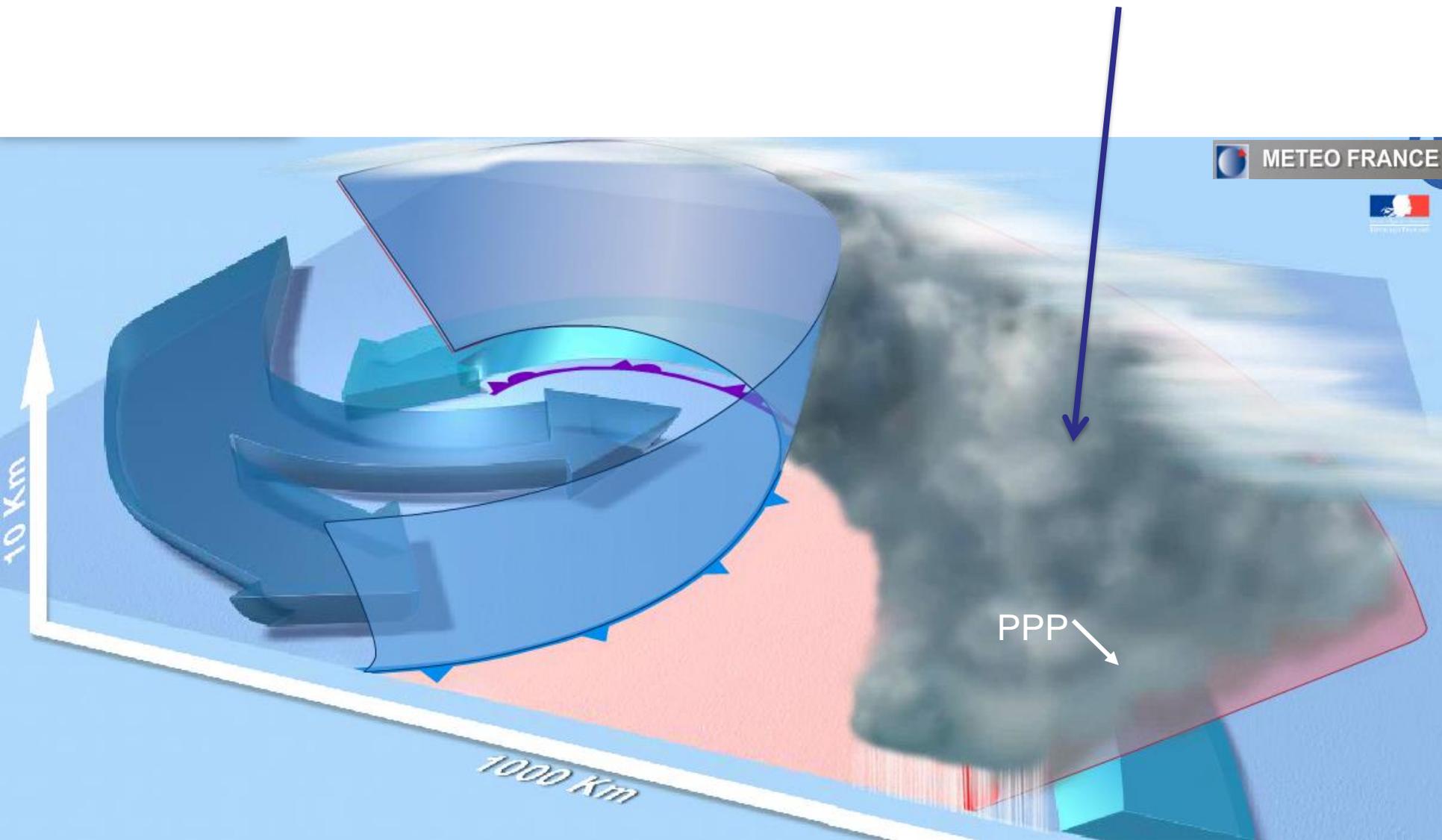


Le Cirrostratus : fin voile de paillettes de glace,  
transparent, halo de lune ou de soleil, (5000 m à 11000 m  
épaisseur 500 m)

# CIRROSTRATUS

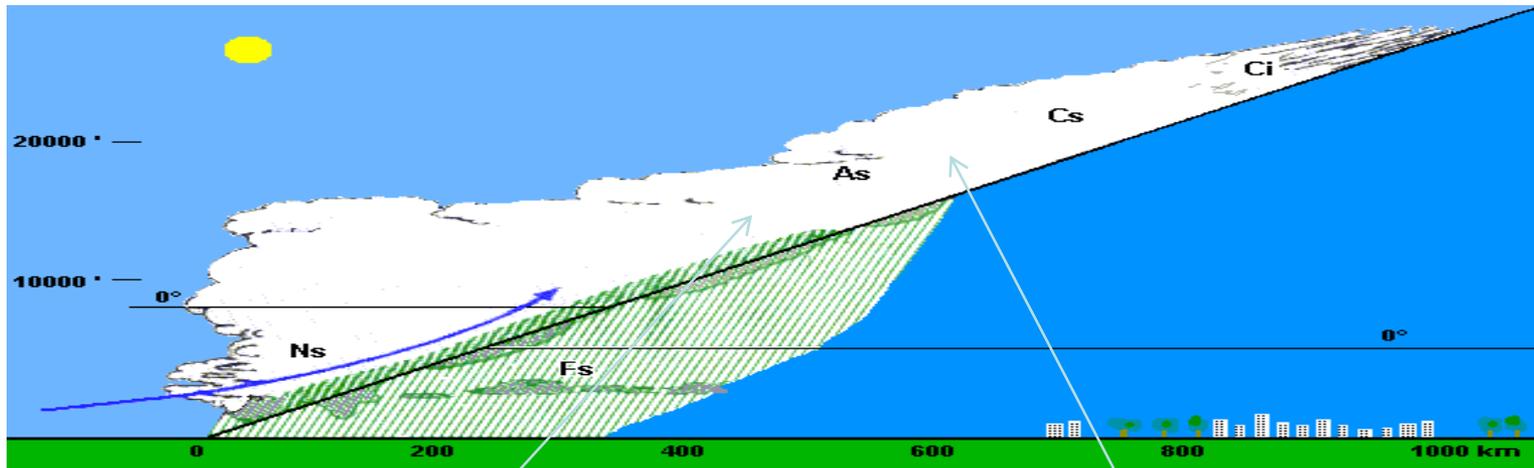


# Nuages des étages moyens et bas sur la pente du **front chaud**



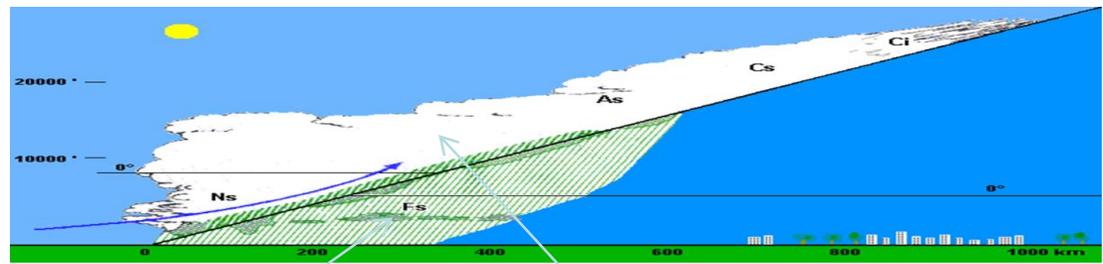
Advection de la masse d'air, ascension forcée sur la pente frontale, nuages stratiformes

# LES NUAGES ASSOCIES AU FRONT CHAUD

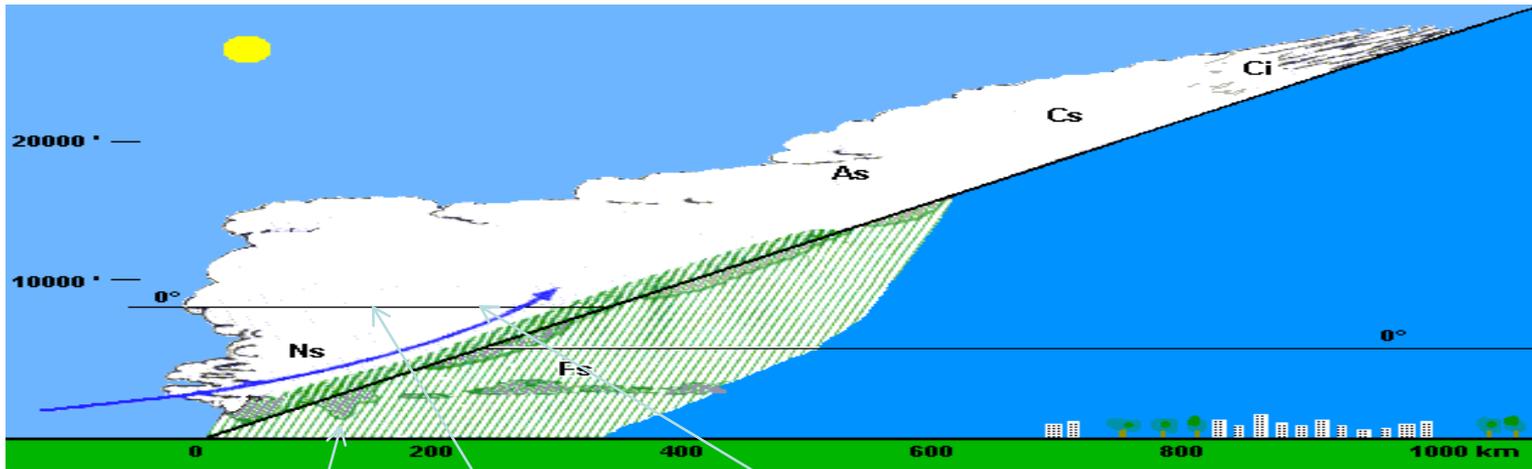


- Altostratus : nuages épais en nappe ou en couches grisâtre ou bleuâtre, peu laisser apercevoir le soleil (verre dépoli), (4500m/1500m épaisseur 2000 m environ)

# ALTOSTRATUS et STRATUS

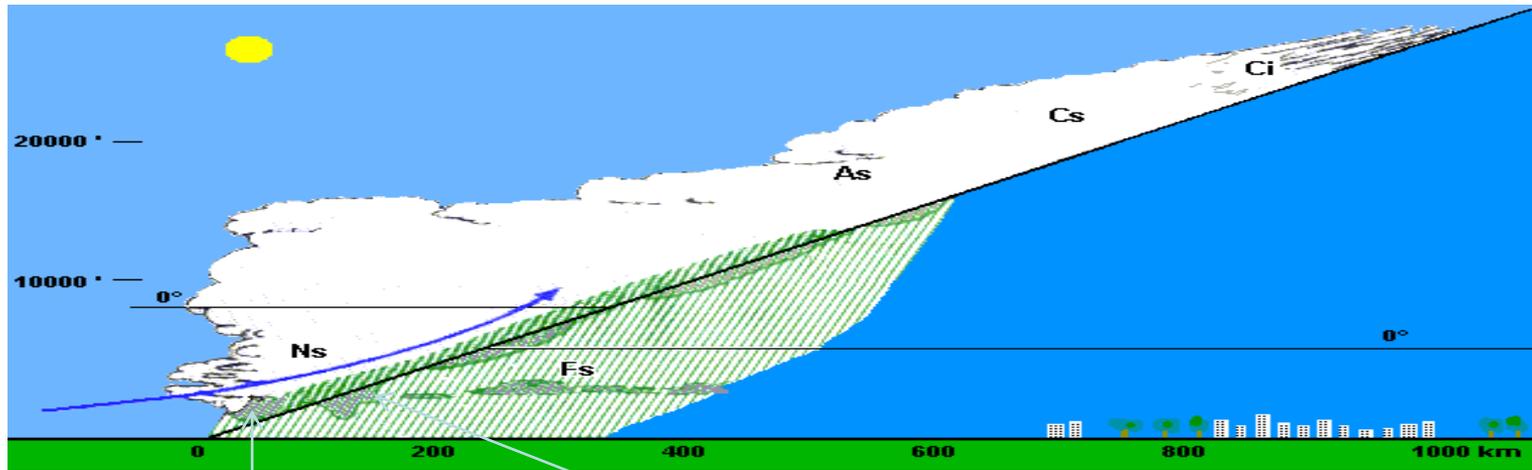


# LES NUAGES ASSOCIES AU FRONT CHAUD

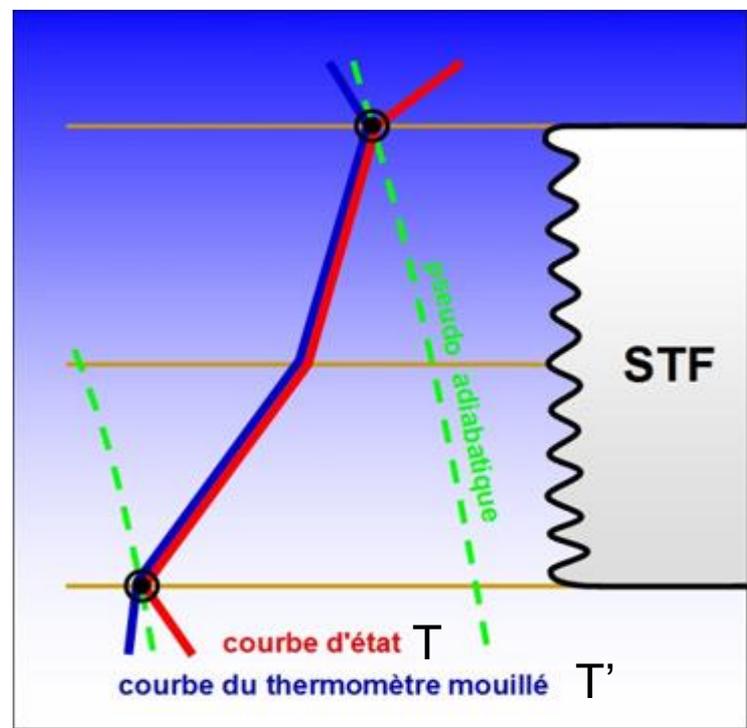
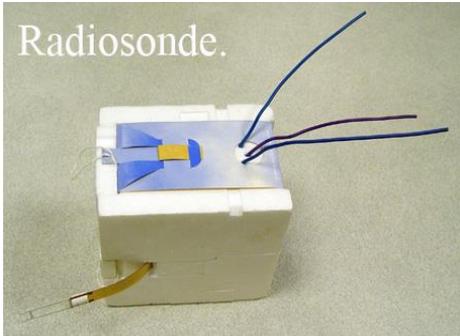


- Nimbostratus : nuages très épais, ne laisse pas apercevoir le soleil, pluie et bruine
- (base 300/400 m / sommet 5000 m épaisseur 3000 m/4000m).

# LES NUAGES ASSOCIES AU FRONT CHAUD

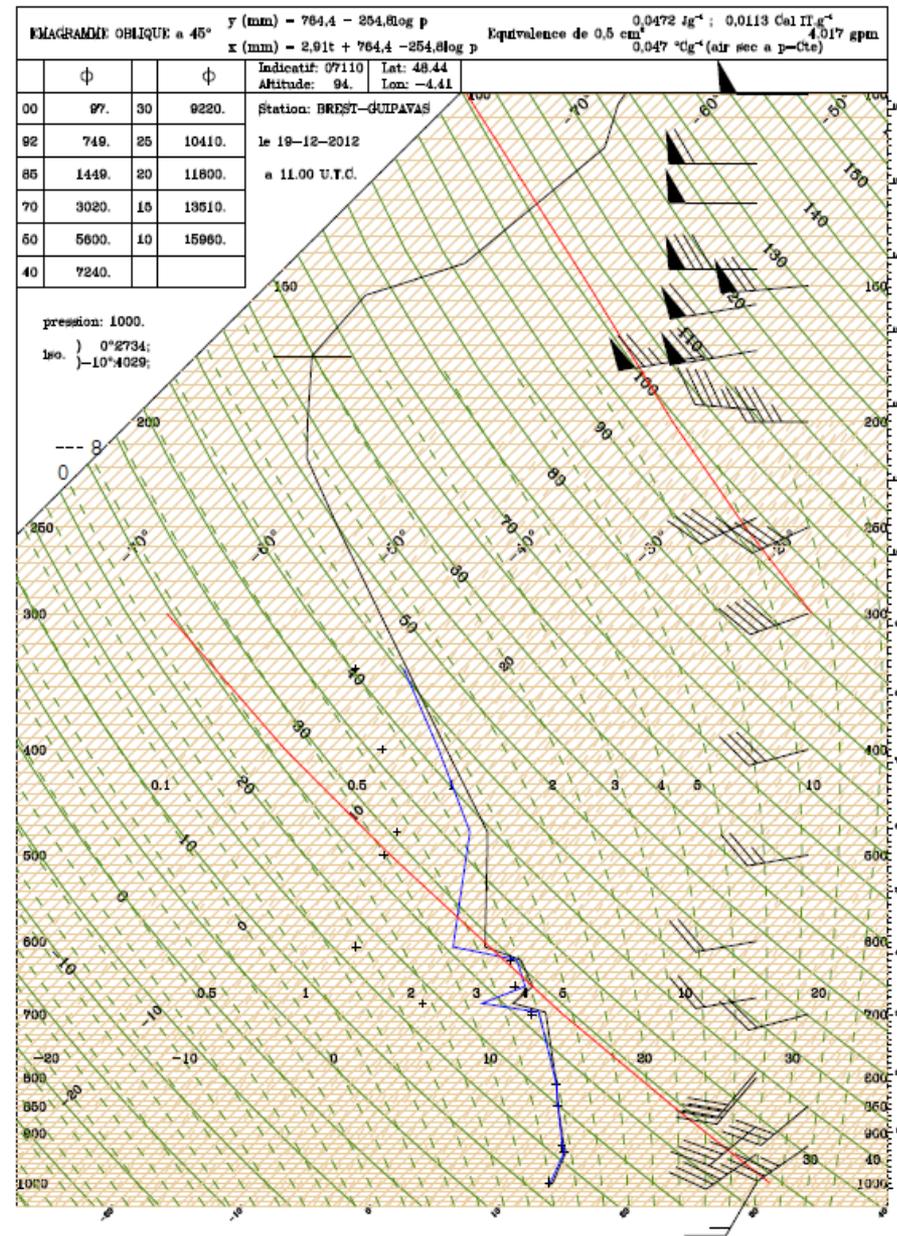


- Stratus : nuages bas, déchiquetés, circulant rapidement sous la base de nuages plus élevés, nuages typiques du mauvais temps – résulte de l'évaporation des précipitations - base parfois au niveau du sol sur relief (base sol/500 m, épaisseur 300/500 m).

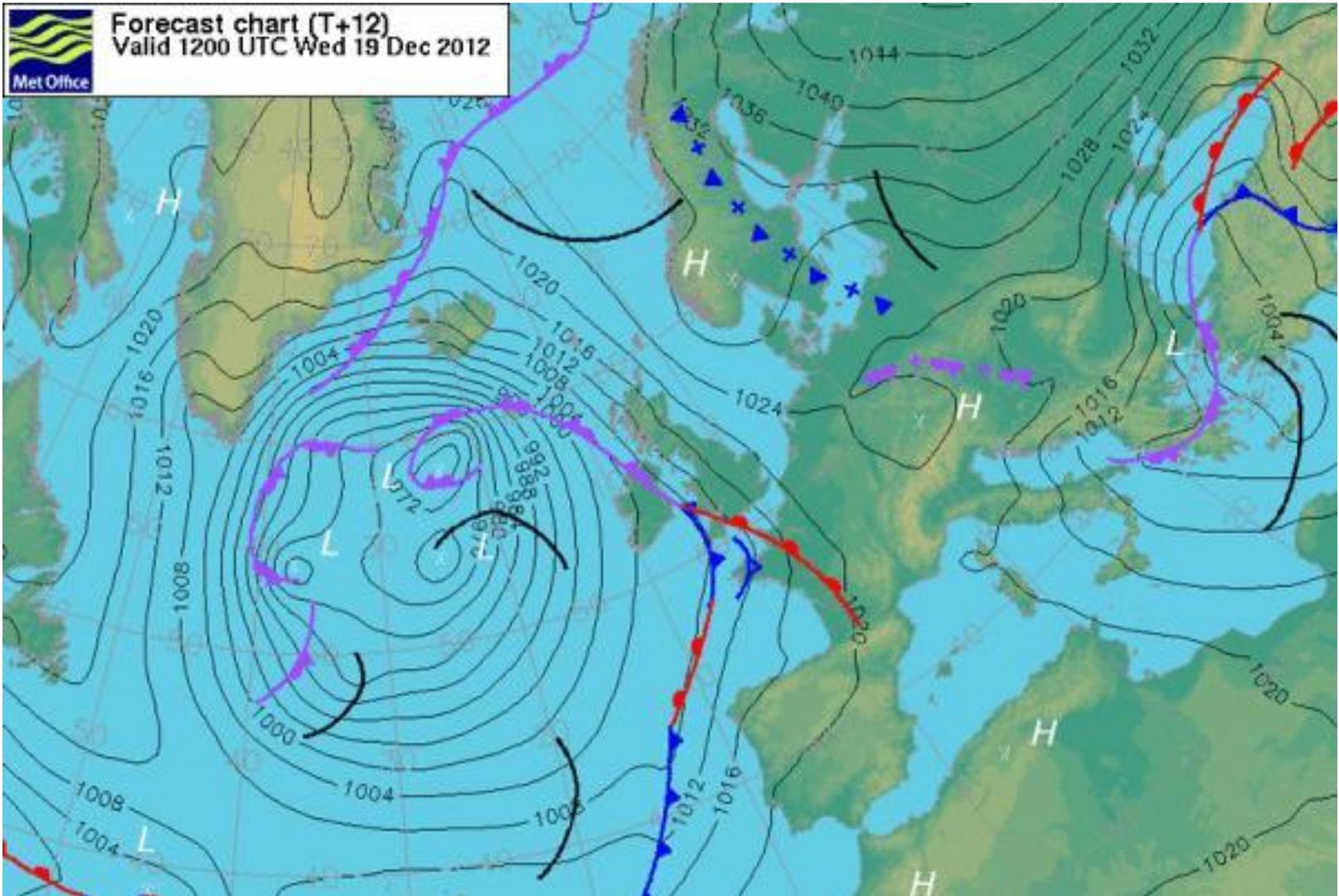


20121219  
11h00 UTC  
Radiosondage  
dans secteur  
chaud

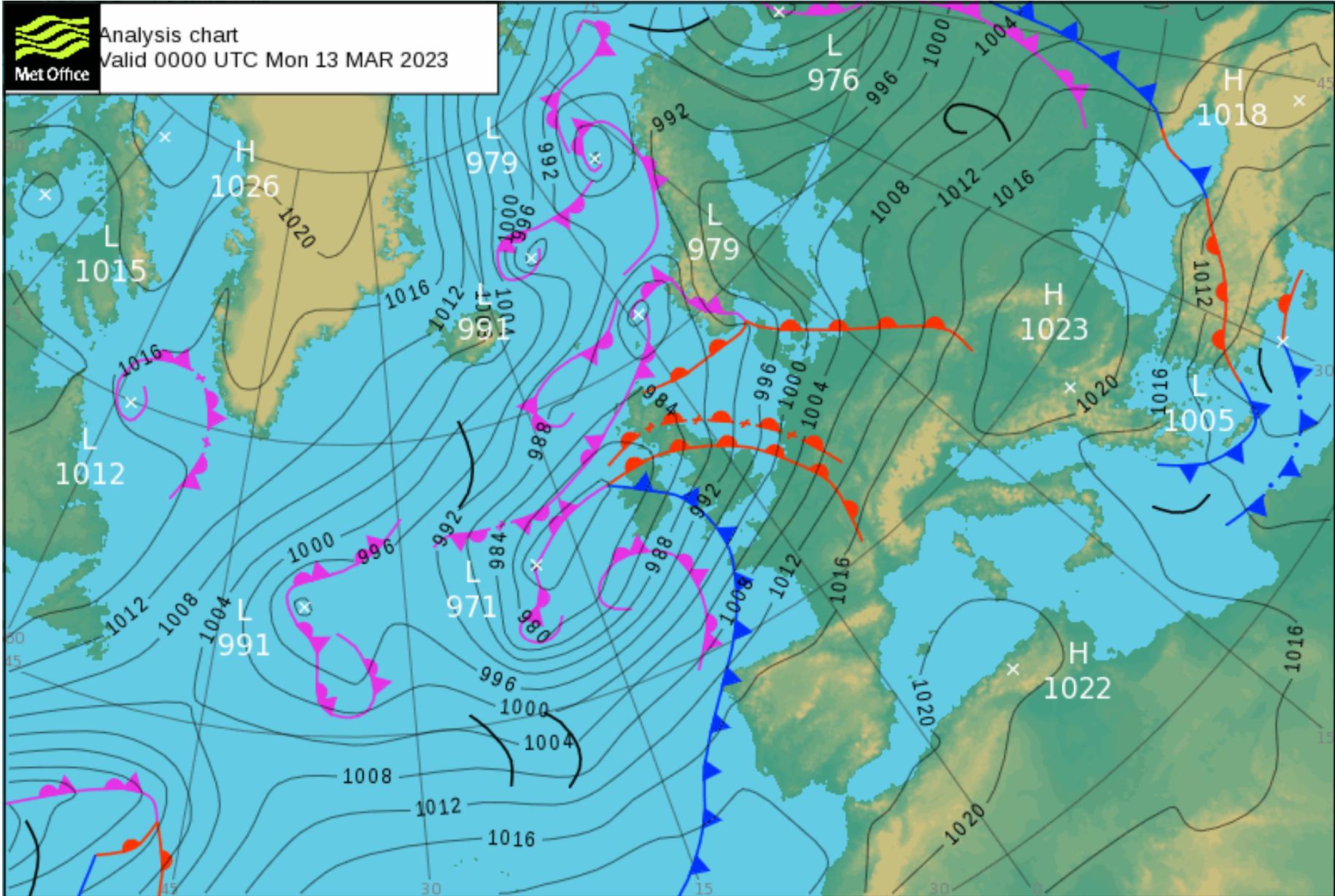
Air saturé mais  
stable sur grande  
épaisseur  
Présence de  
nuages épais  
stratiformes et de  
précipitations quasi  
certaines.



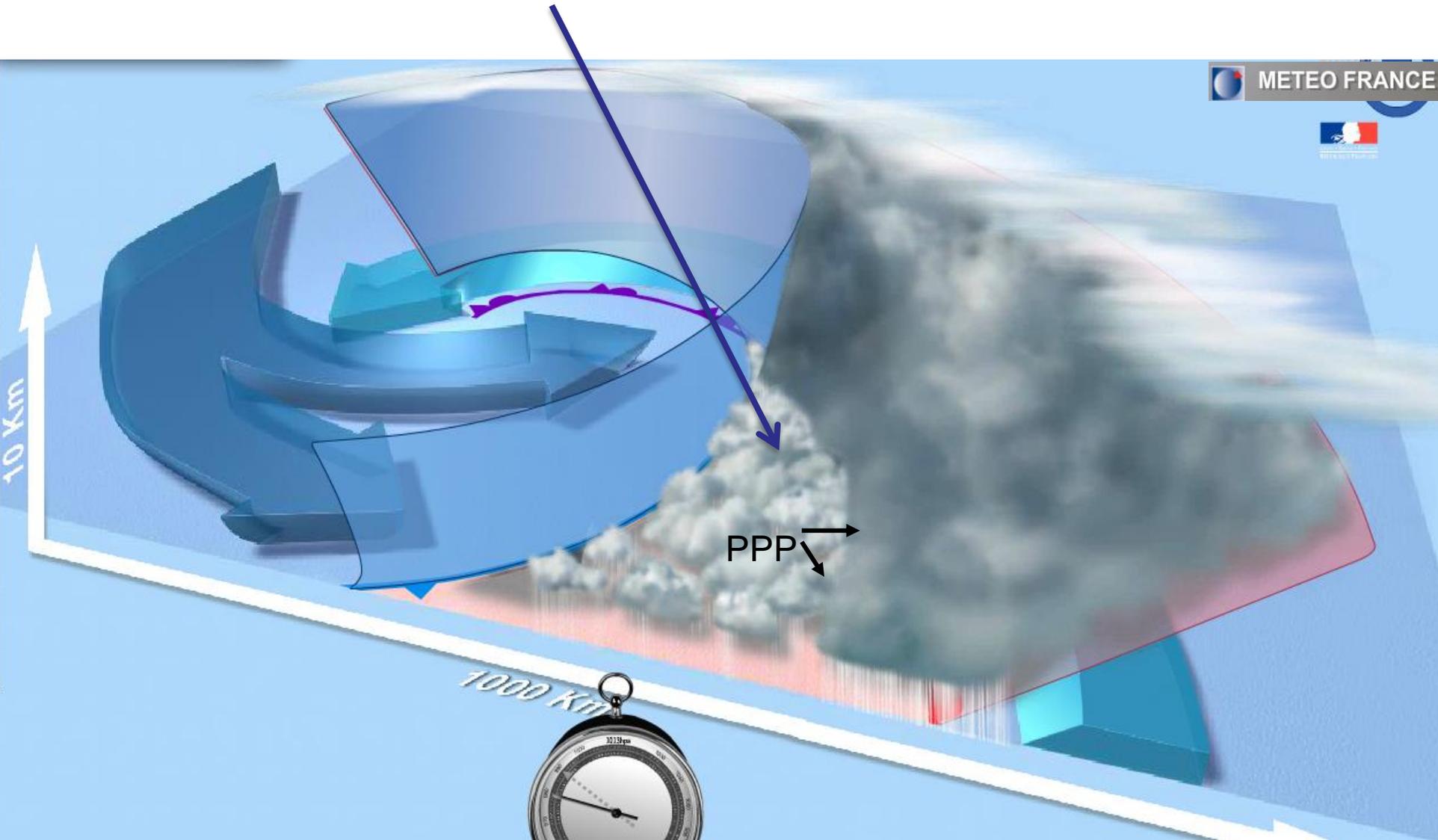
# 20121219 Secteur chaud, air saturé sur pointe Bretagne, bruine



# 23230313 00h00 UTC analyse



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

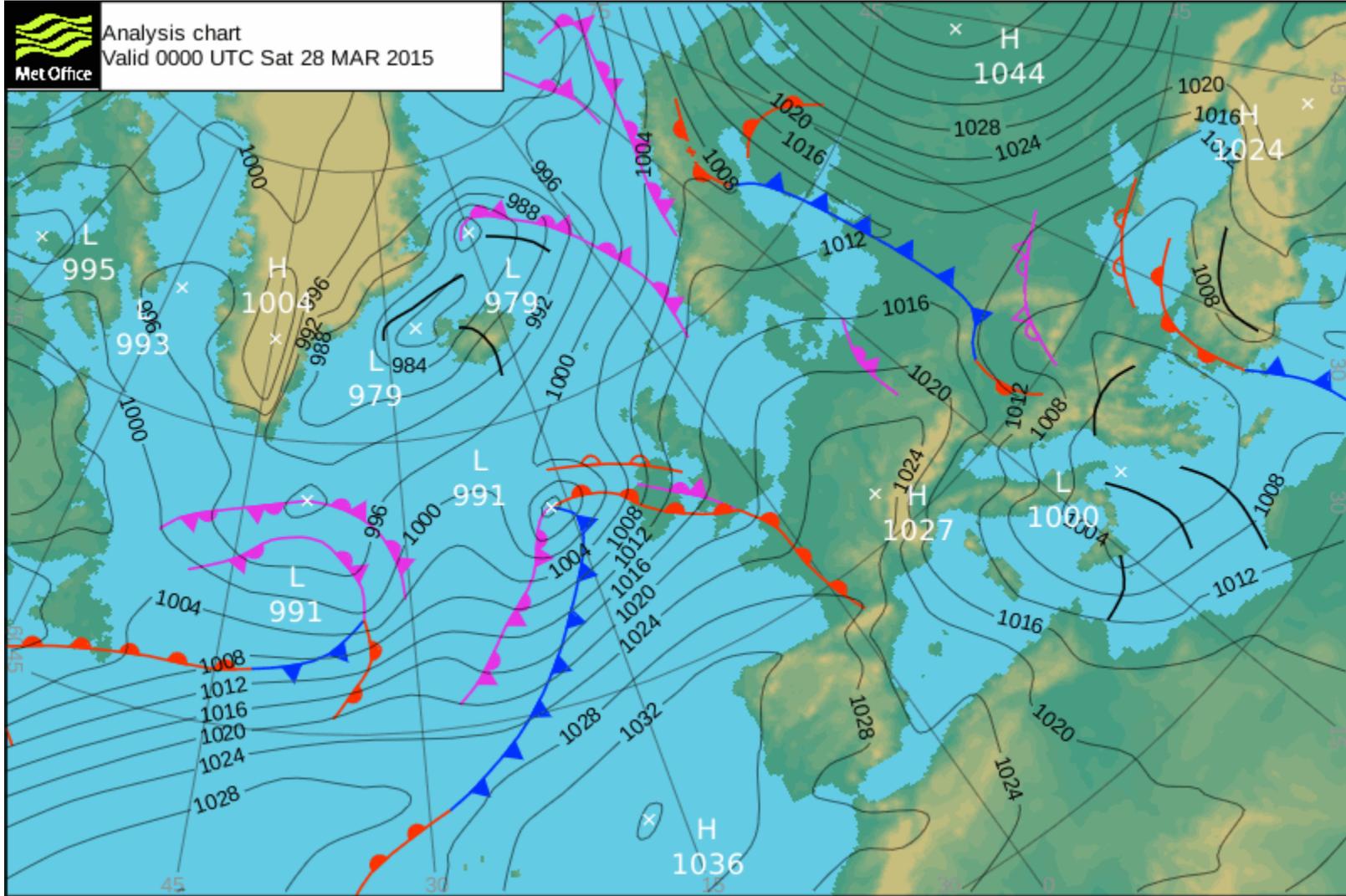


Evolution de la couche nuageuse, des précipitations, de la pression, du vent (dd ff)

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....

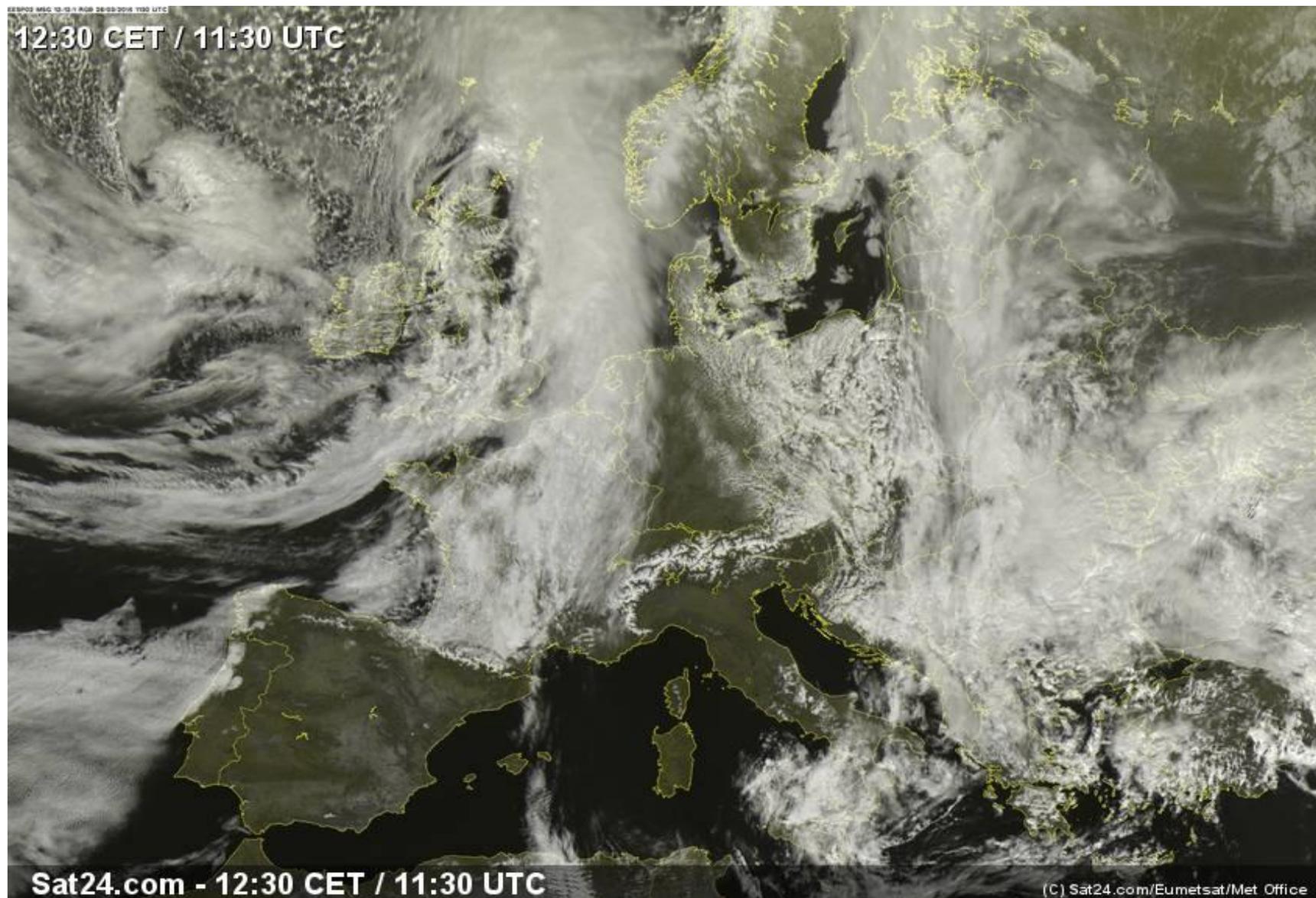


# 20150328\_00h00UTC\_Secteur chaud largement ouvert



Activité nuageuse et valeur du champ de pression

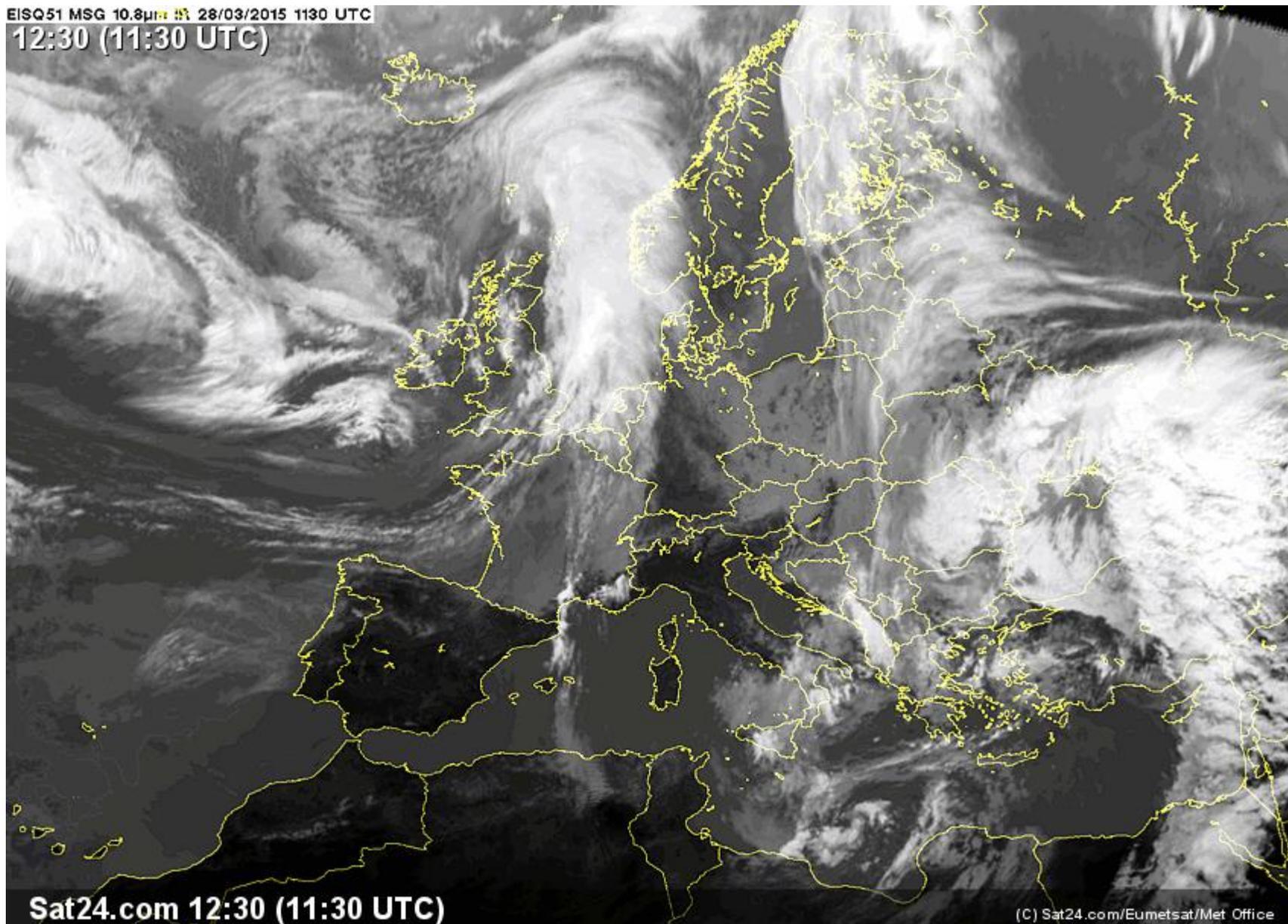
# 20150328\_11h30 UTC\_Vis \_éclaircies dans secteur chaud



# 20150328\_11h30 UTC\_Ir\_secteur chaud ouvert

EISQ51 MSG 10.8µm 28/03/2015 1130 UTC

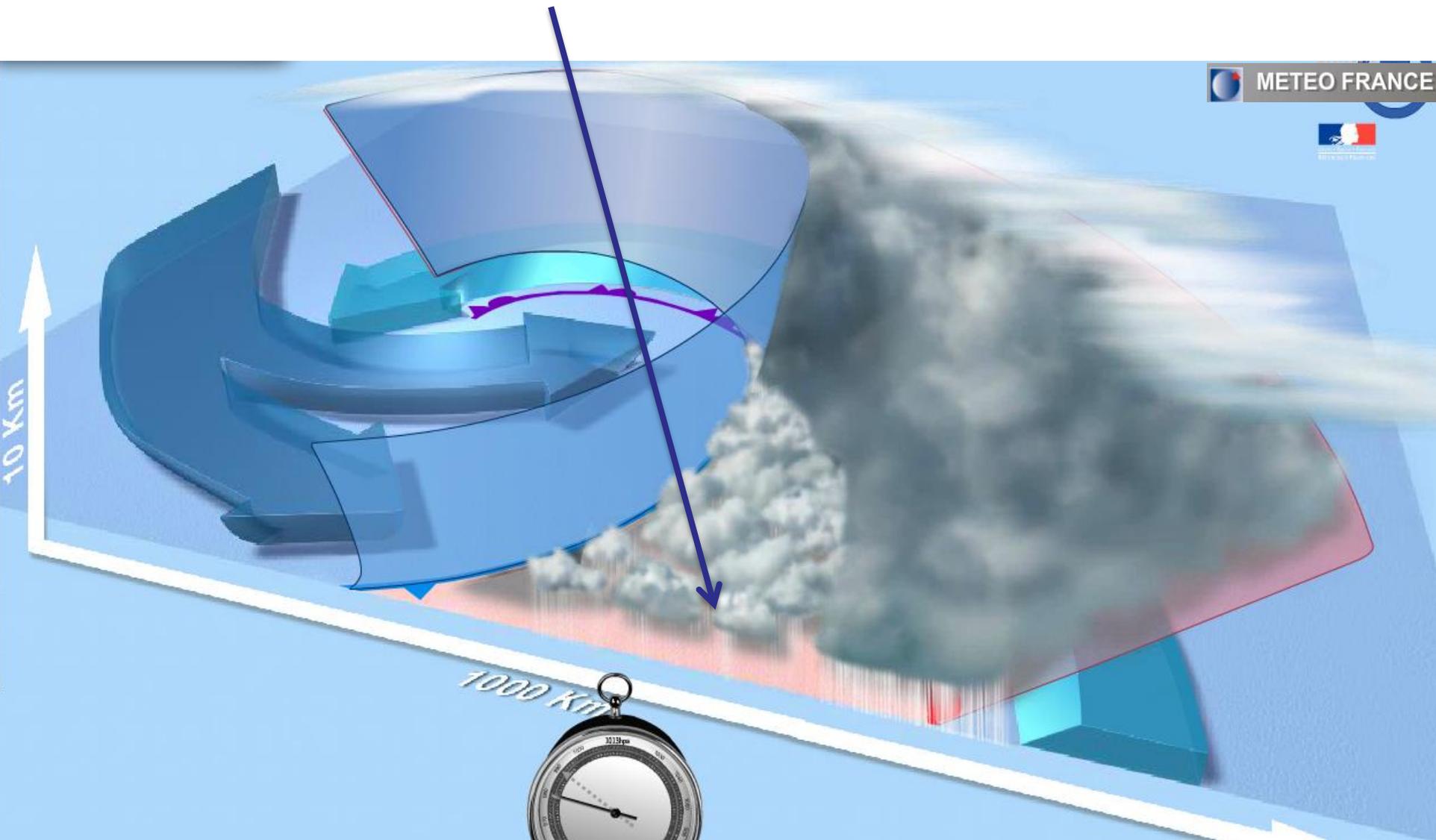
12:30 (11:30 UTC)



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

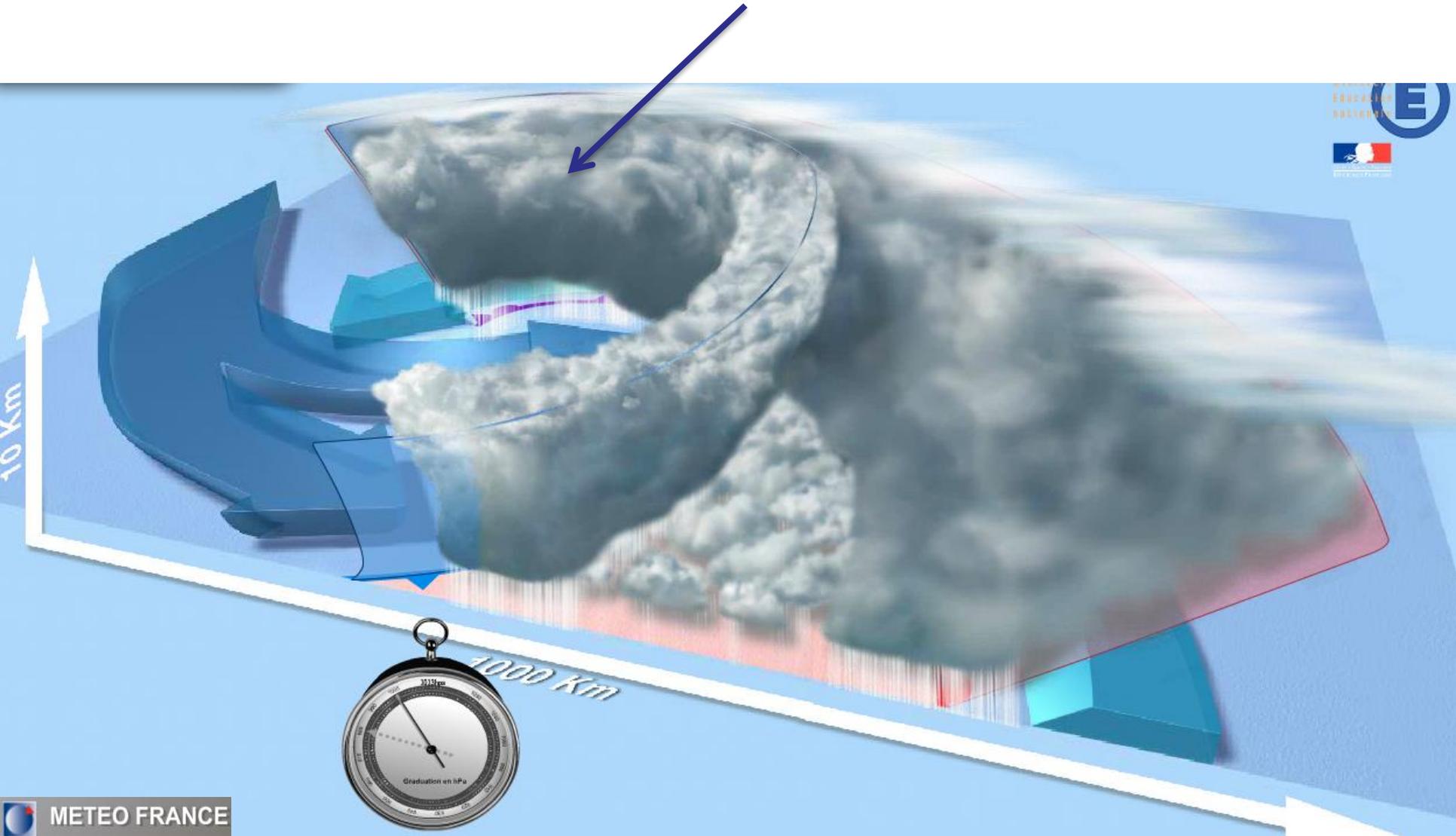
(C) Sat24.com/Eumetsat/Met Office

# 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



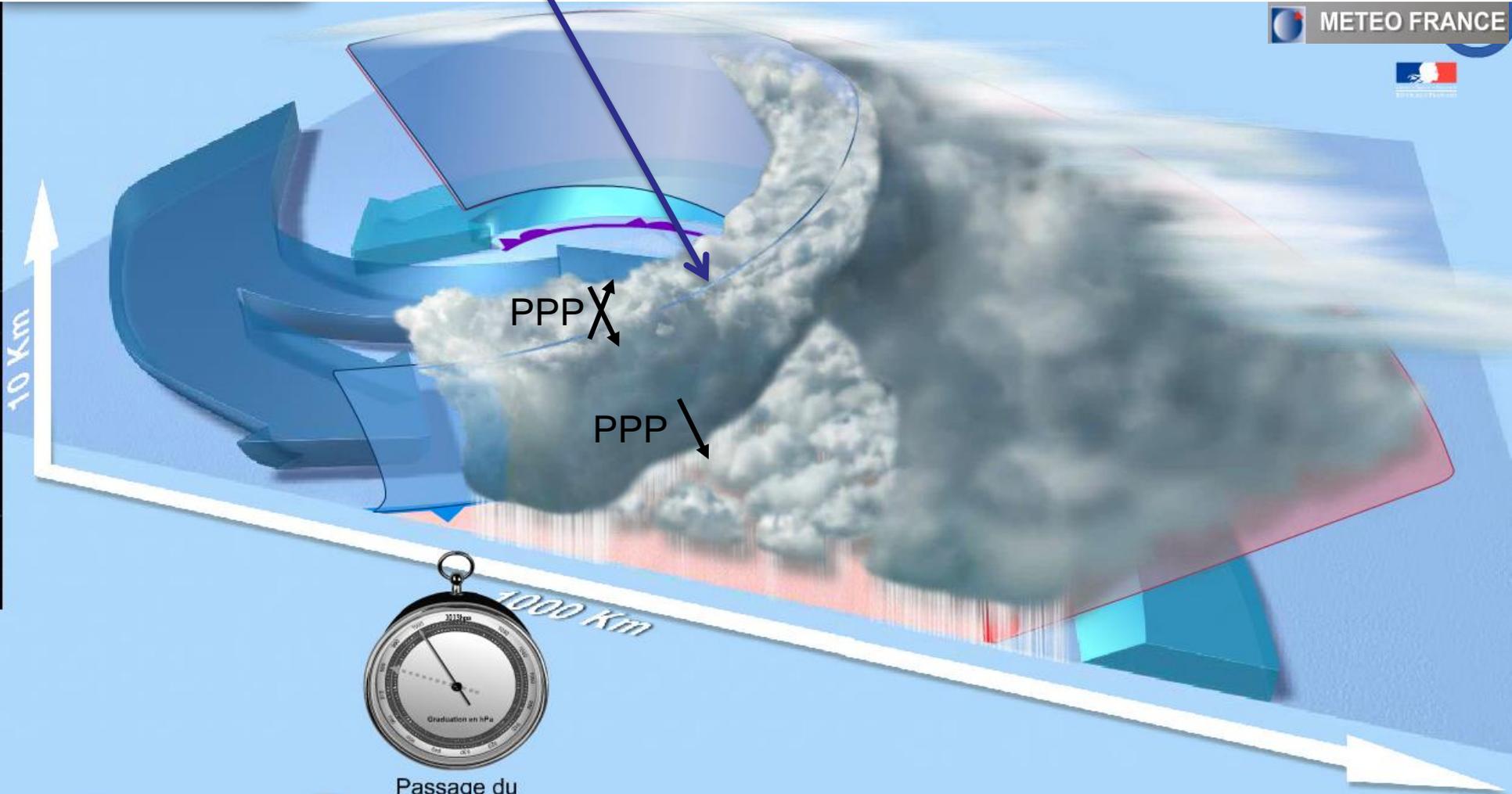
## Types de nuages sous une occlusion

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

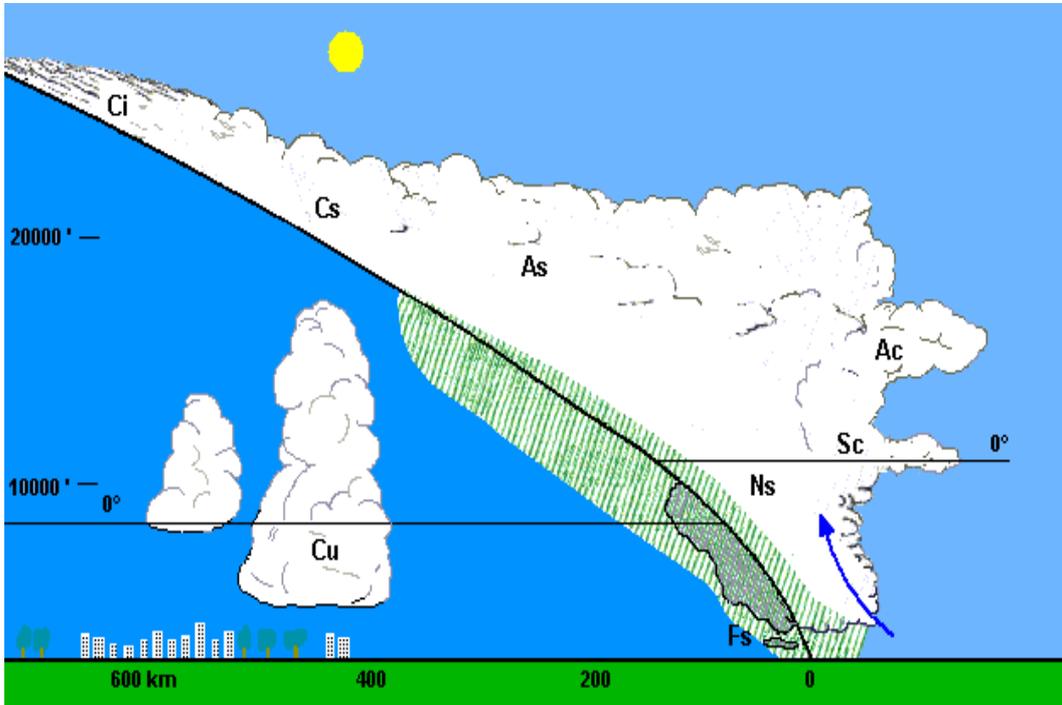
L'occlusion peut  
stagner plusieurs  
jours sur une zone,  
enroulée autour d'un  
centre  
dépressionnaire en  
phase de comblement  
bien en arrière de la  
perturbation



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



# LE FRONT FROID



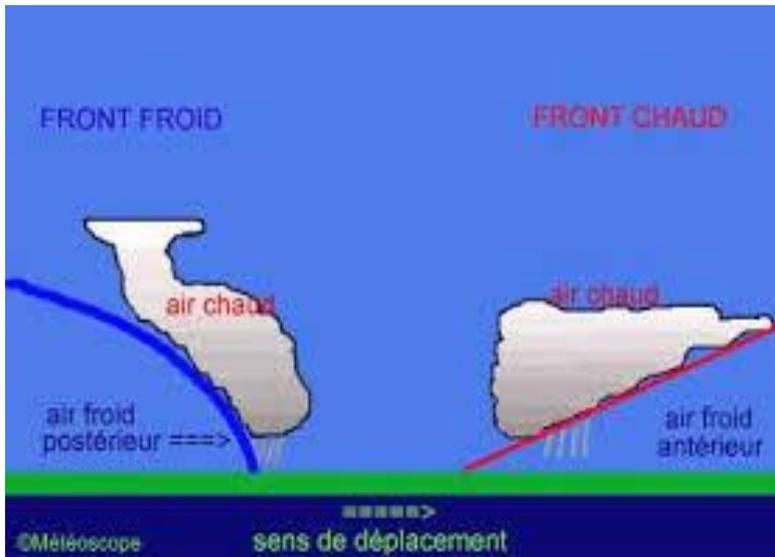
La trace au sol du front s'accompagne de pluies souvent intenses (pente 1/50) après lesquelles des éclaircies se développent. On assiste également à une modification des vents en direction, force et régularité, gains. (**tendance baro**).

- 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.

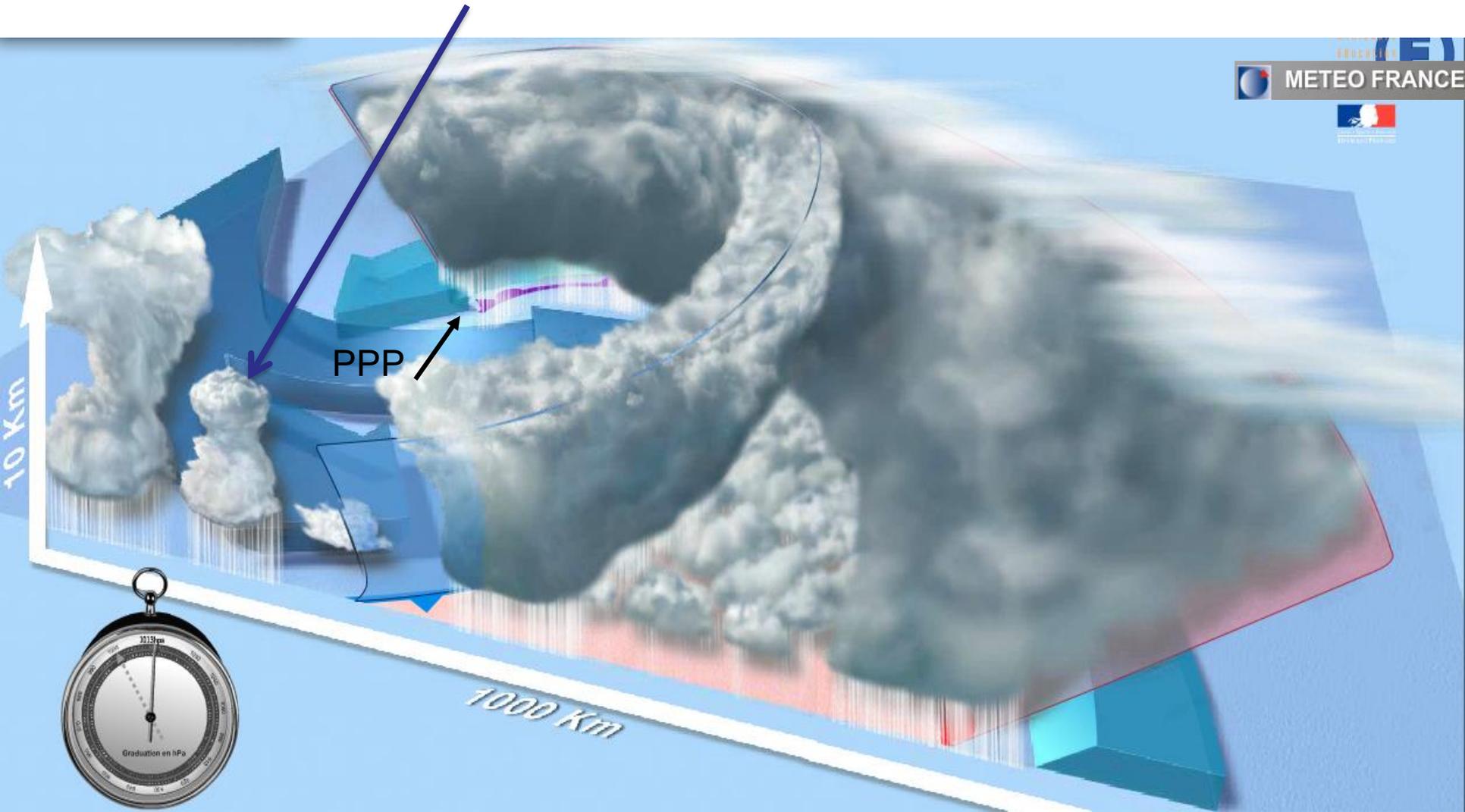
L'air froid rejette violemment en altitude l'air chaud et humide et des foyers orageux naissent dans l'air chaud sur la pente frontale.

Plafond, nature et intensité des précipitations.

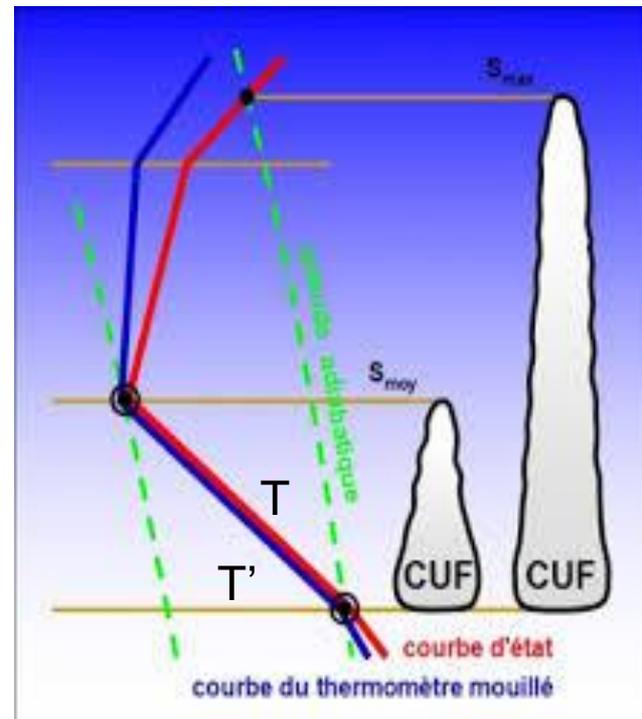
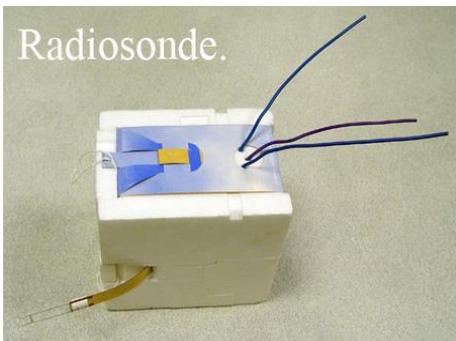
En été, advection chaude remontant du SW, juste avant le front avec tendance orageuse marquée.



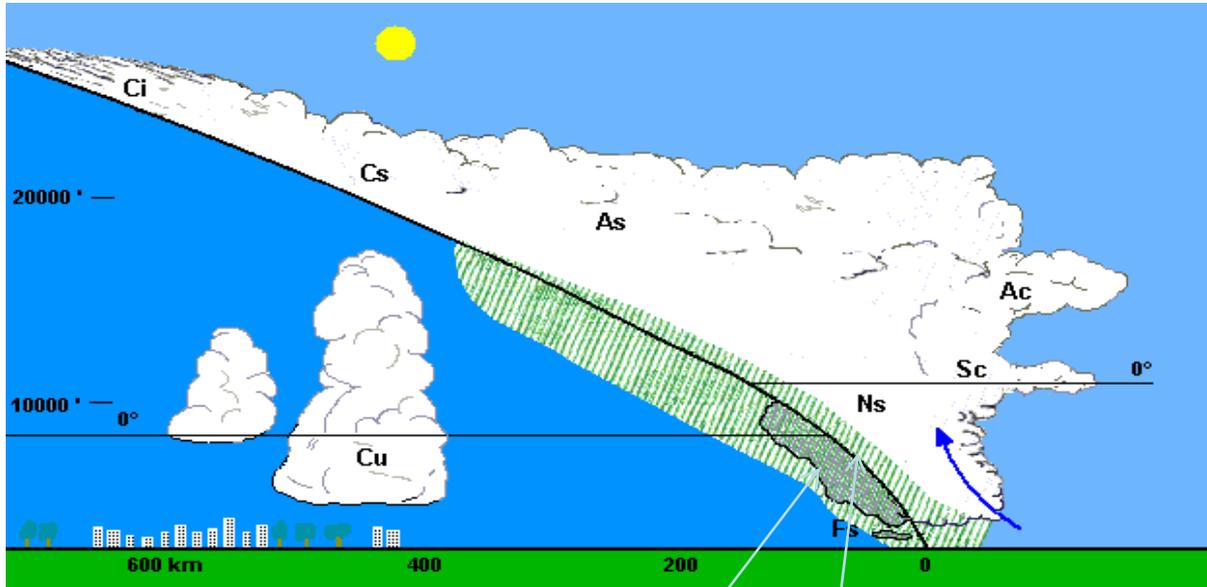
# Nuages dans la **traîne** (convection, évolution masse d'air, grains...)



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



# LE FRONT FROID

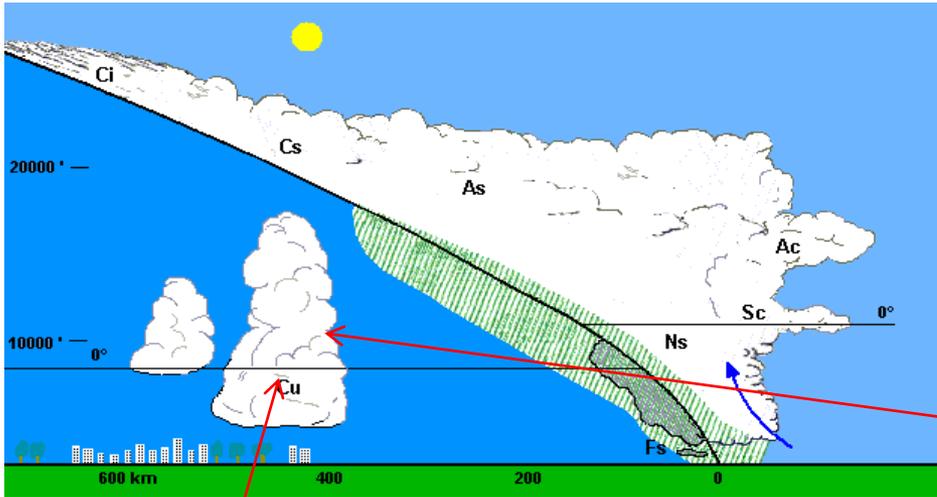


Front froid : trace au sol plus marquée que celle du front chaud (pente plus forte). Attention aux fronts froids ondulants.

**Sous le front froid**



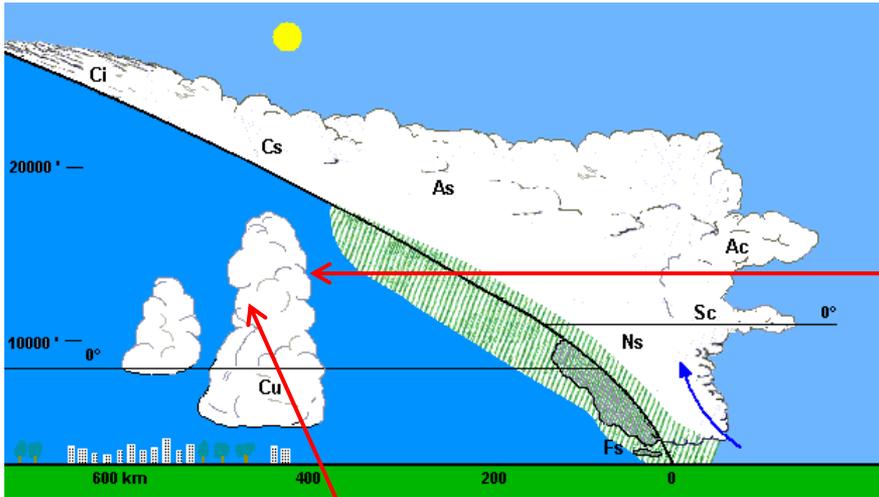
# CUMULUS



**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).

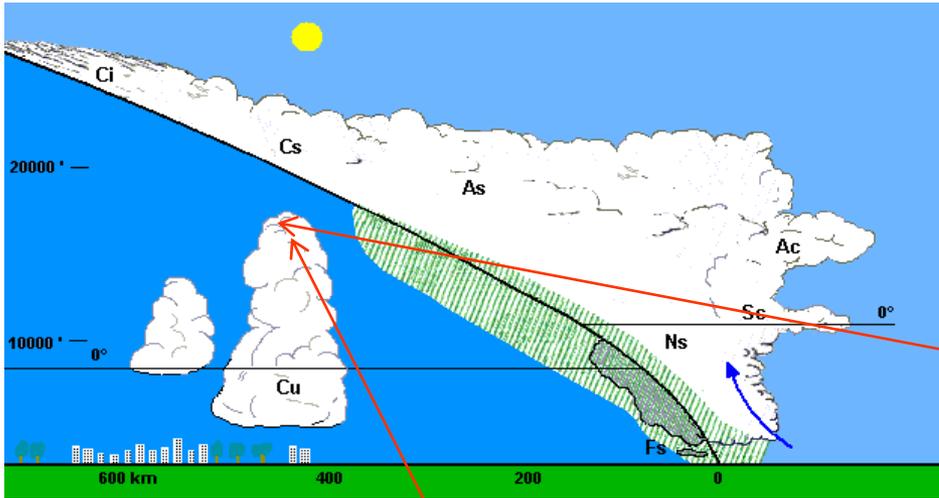
# CUMULONIMBUS (calvus)



**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.



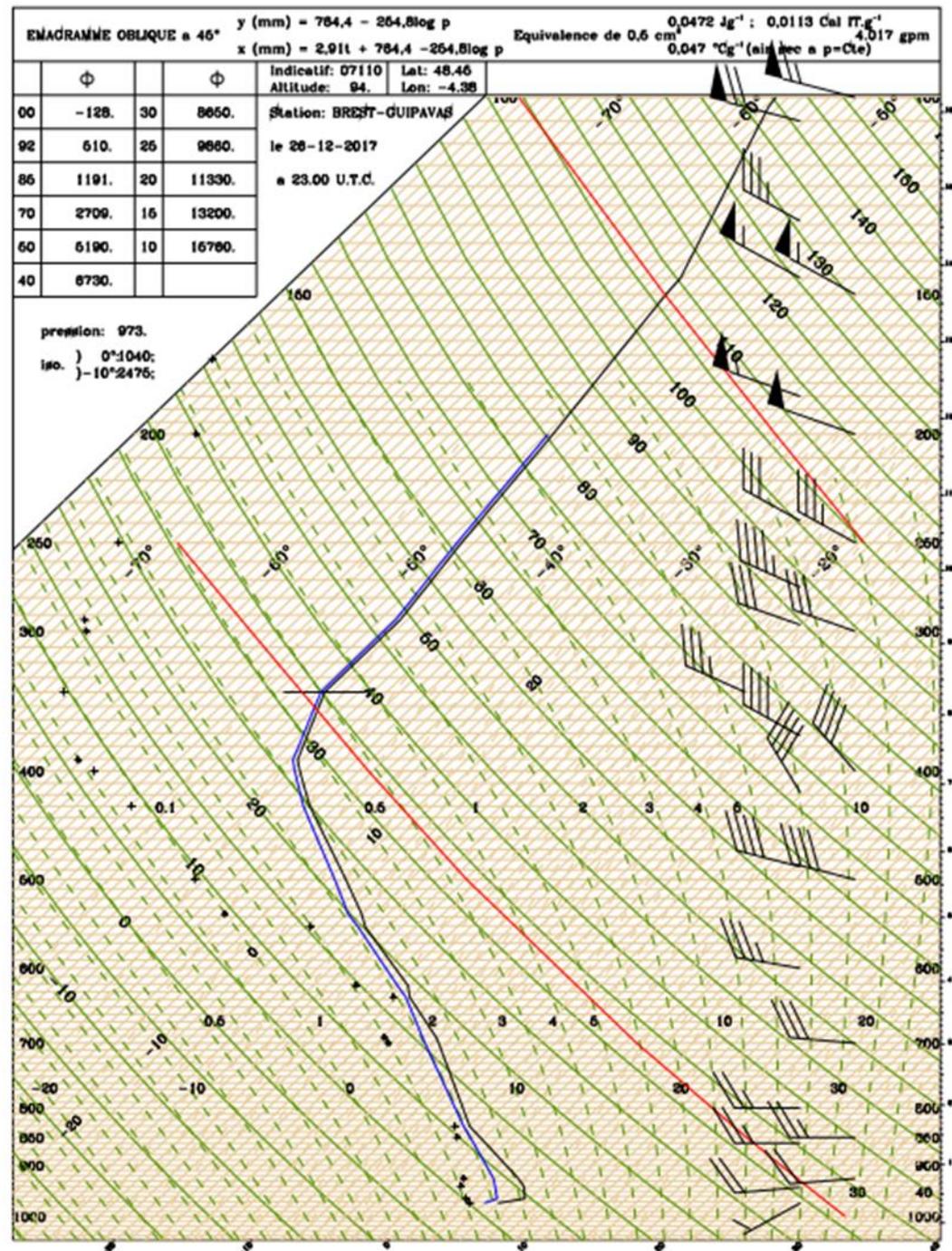
Développement maximum du cumulonimbus accompagné d'averses de pluies ou de grêle, d'orages, de violentes rafales de vent pouvant doubler le vent moyen avec des sautes de direction importantes, de trombes marines.

Air polaire maritime propice formation Cb.

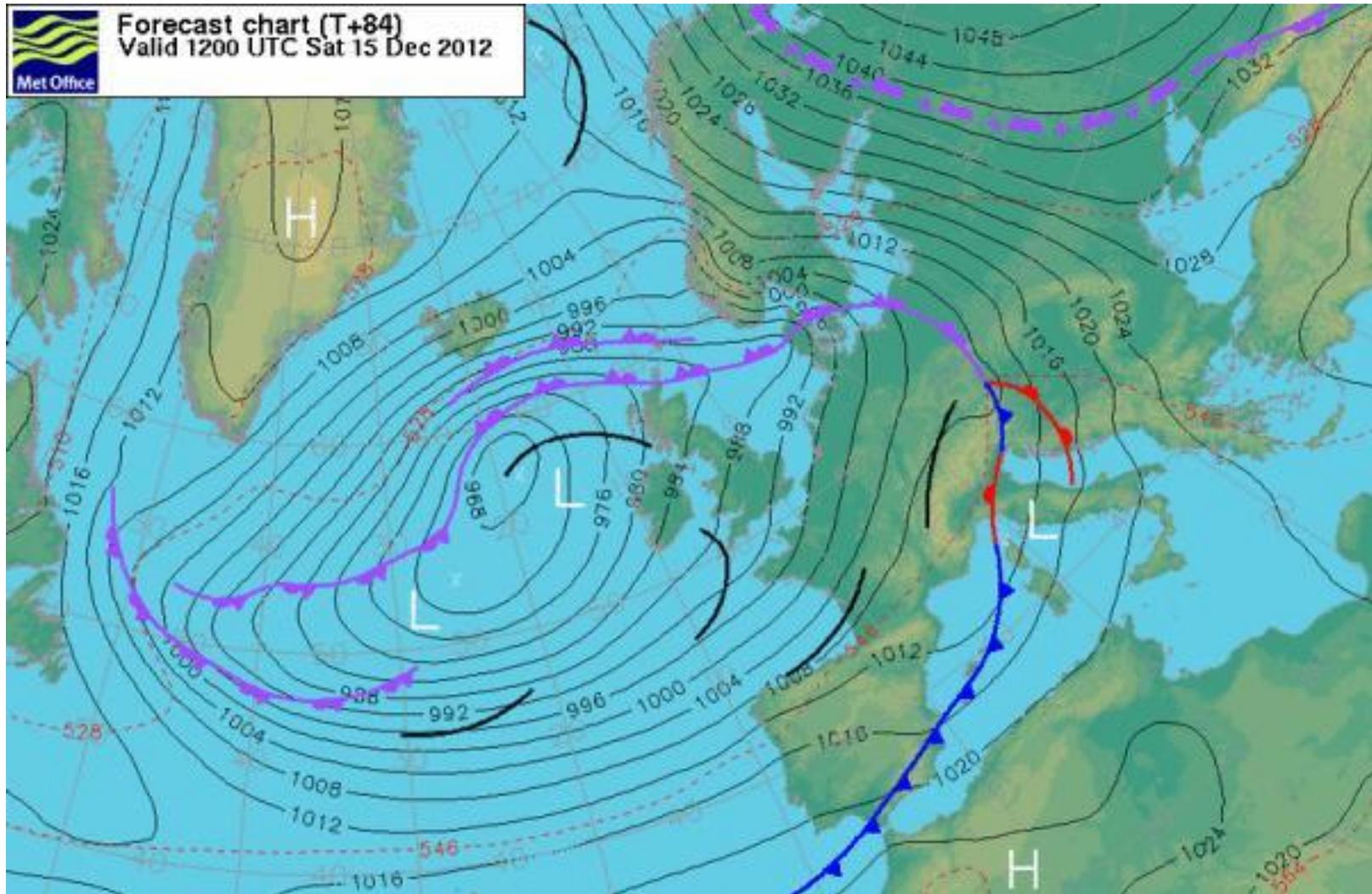
# Radiosondage typique d'un ciel de traîne (Temp)

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).

<https://www.meteociel.fr/observation-s-meteo/sondage.php>

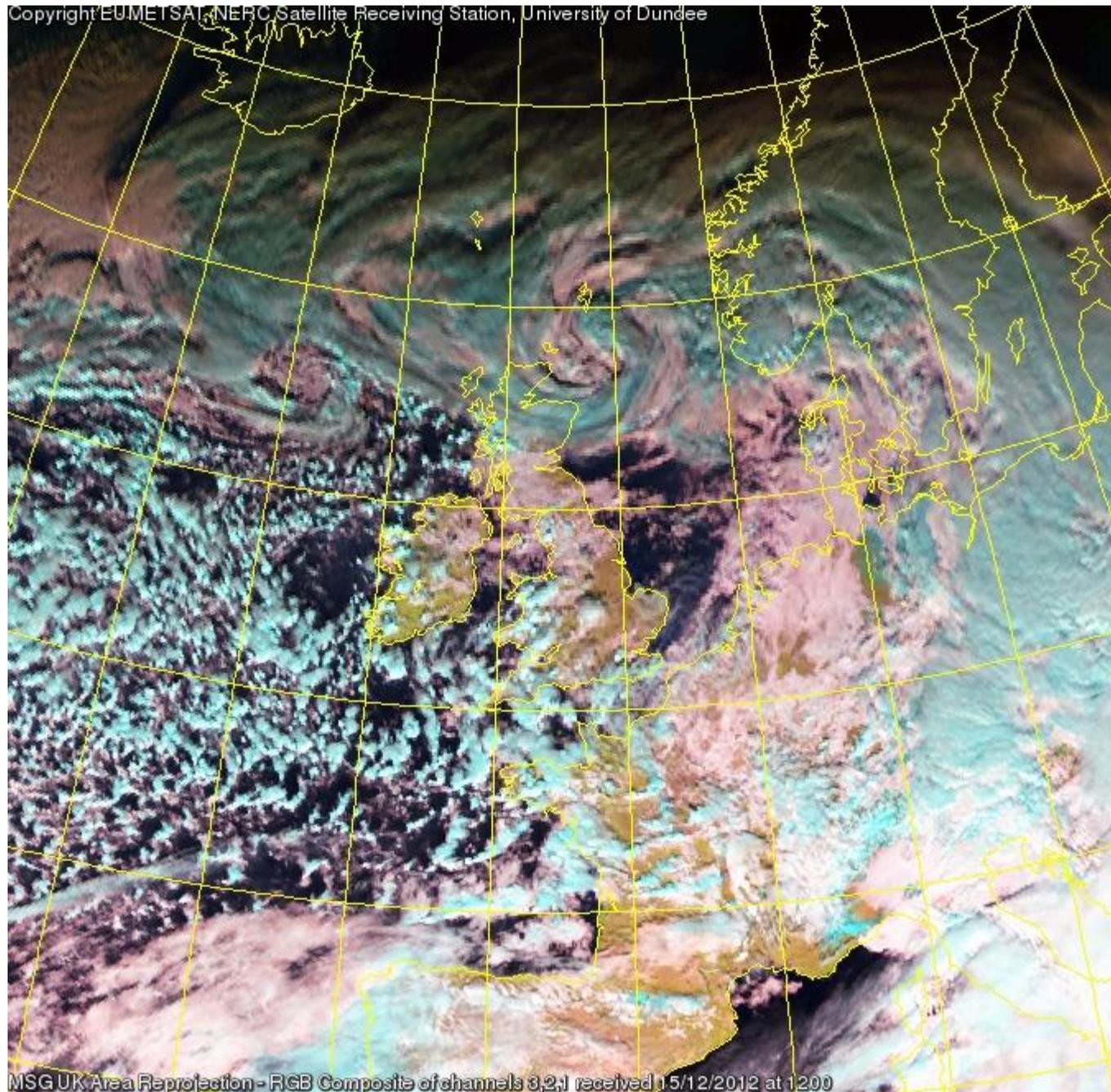


Traine active de WSW – grains violents – grand frais en cours.



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





# Protubérances (Mamma) sous cumulonimbus

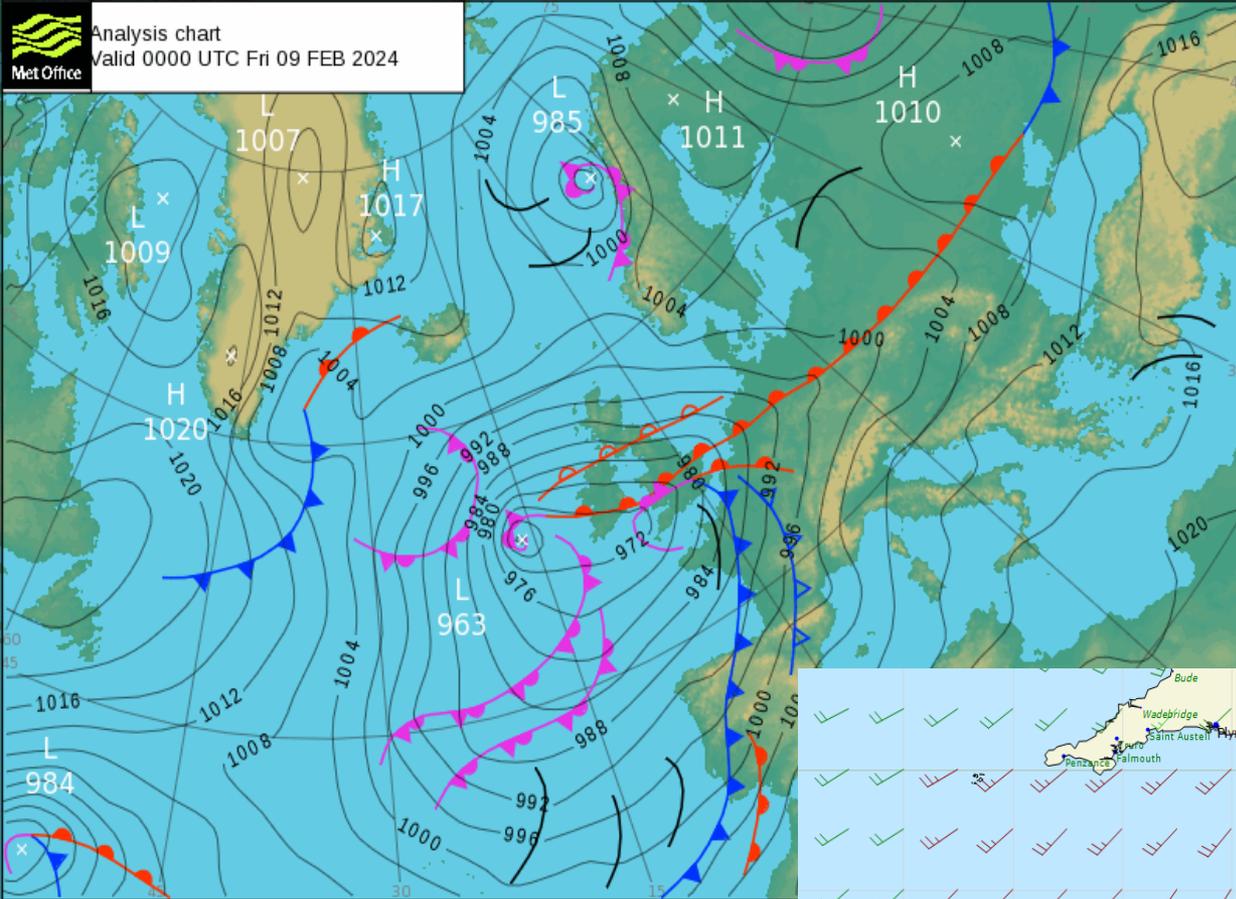


# MAMMA SOUS CUMULONIMBUS

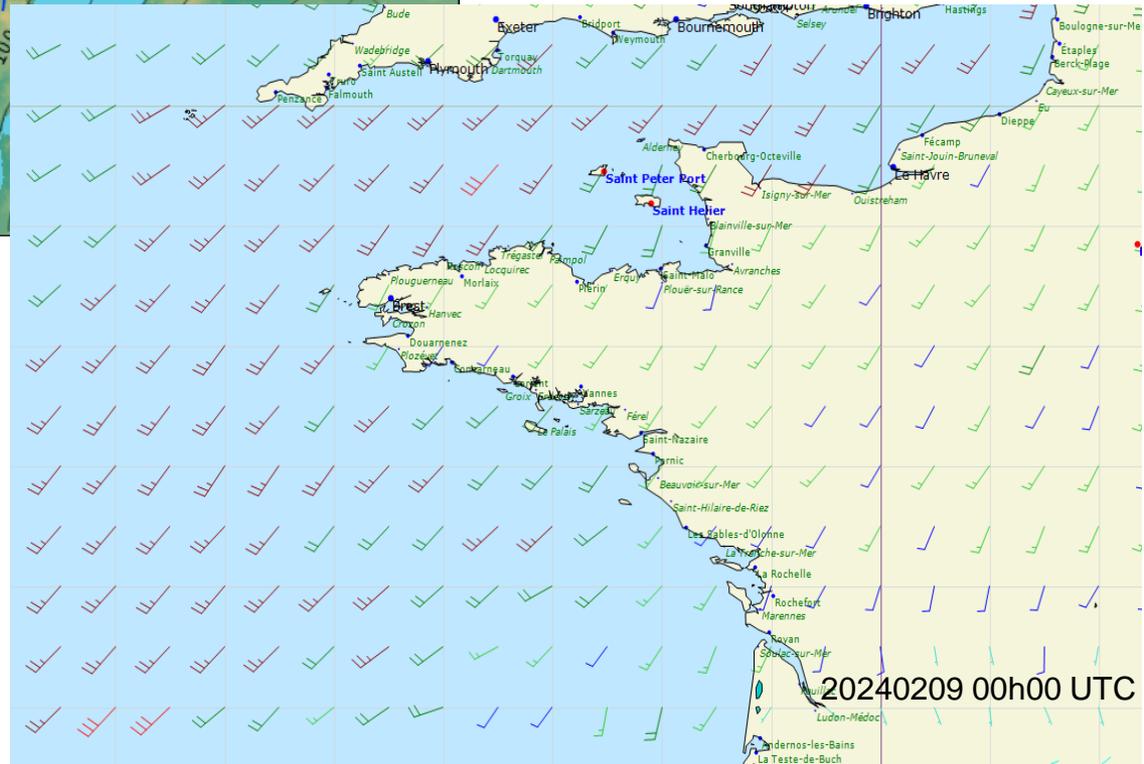




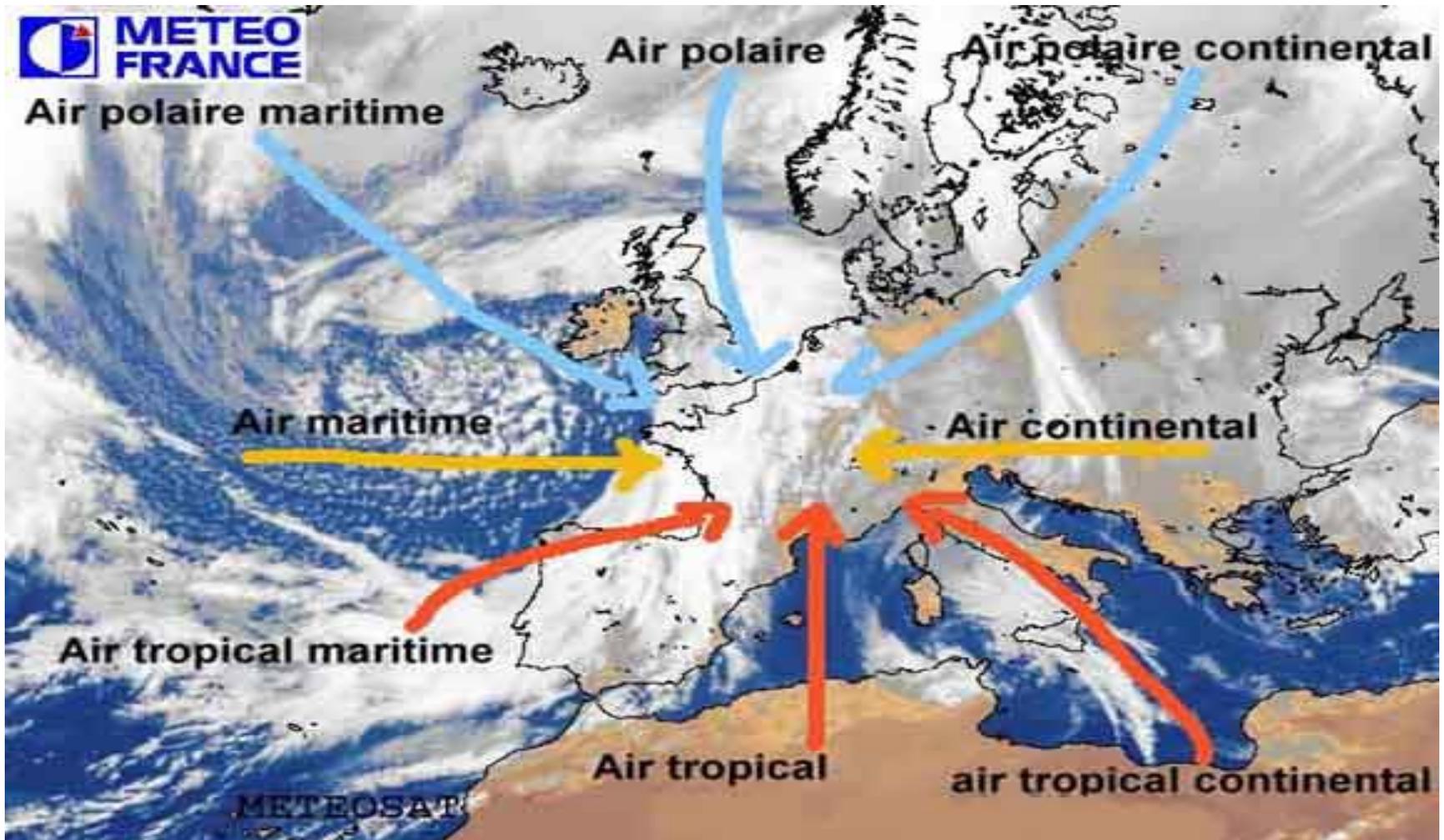
Analysis chart  
Valid 0000 UTC Fri 09 FEB 2024



Un même flux général,  
deux types de temps  
différents.  
Pourquoi ?



# LES MASSES D'AIR



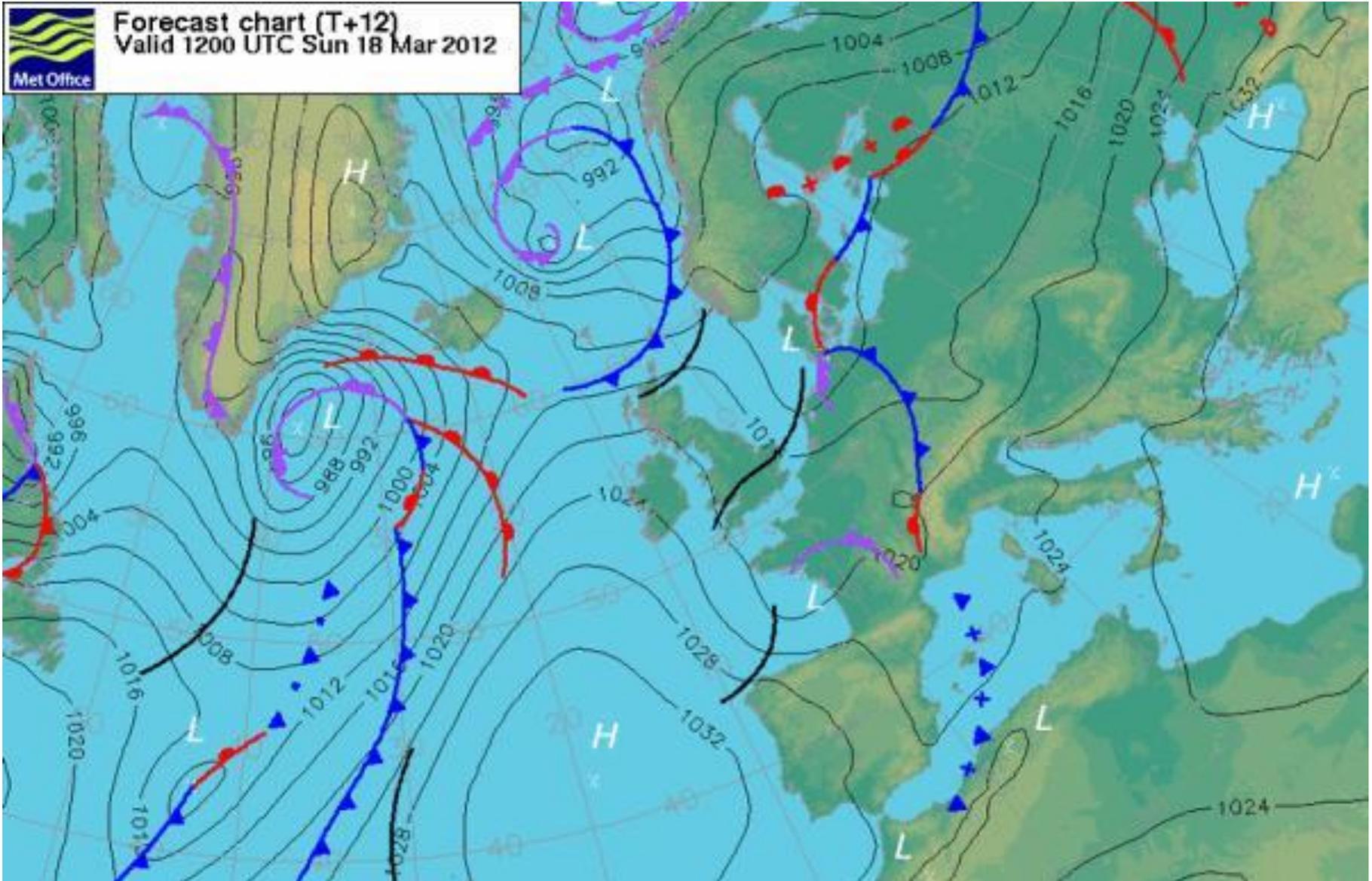
Le temps sensible au sein d'une masse d'air donnée va conditionner les conditions de navigation d'une manière bien plus durable que lors du passage de la limite entre ces masses d'air (fronts); d'où l'importance de qualifier la masse d'air dans laquelle on va naviguer.

Traine active : nuages instables, grains, arc en ciel



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



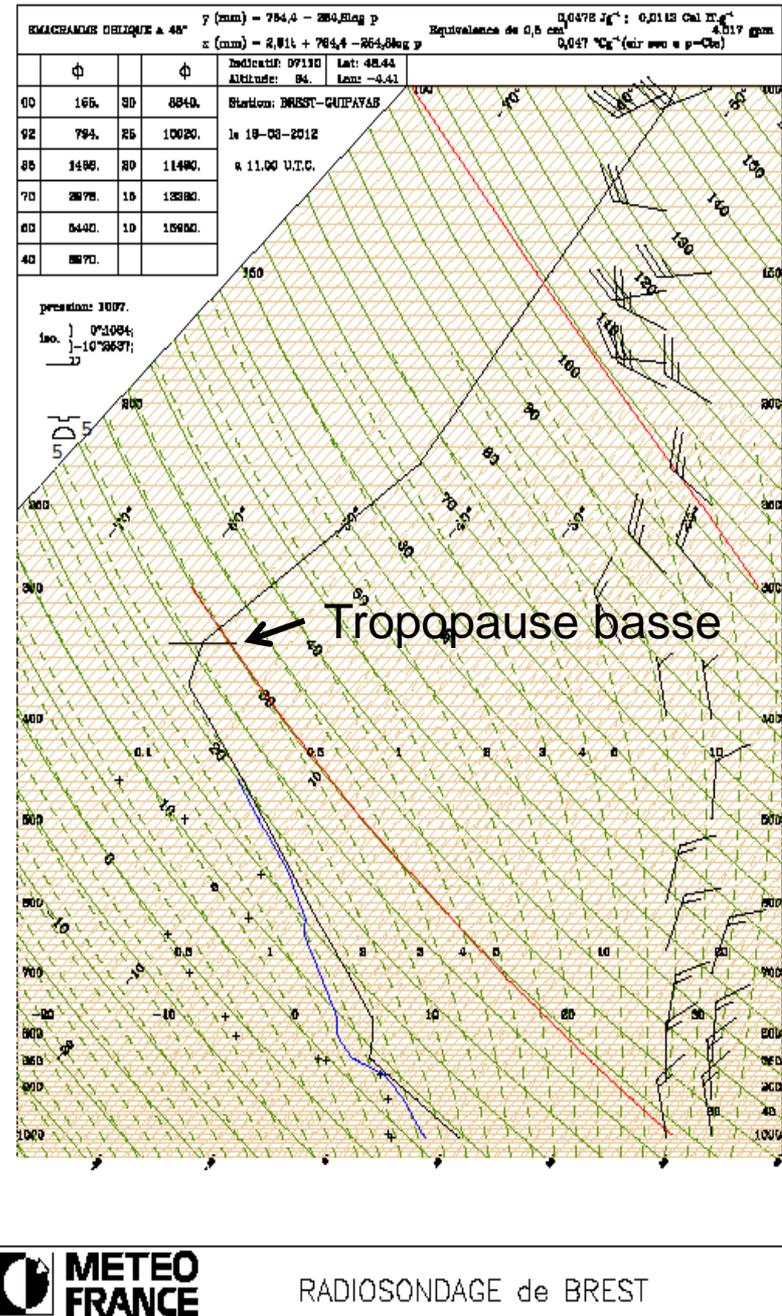


Une petite goutte froide d'altitude de la mer du Nord à la Manche, peut donner de l'instabilité marquée (RS et images suivantes).

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

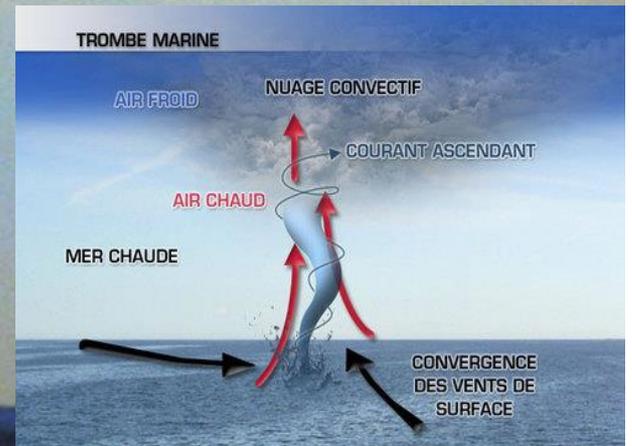


USA : 800/1200 tornades par an, printemps, automne, AM.

# TROMBE MARINE

Tuba →

Buisson →



# TORNADE et TROMBE



## Trombe:

- Convergence locale des vents à la surface de la mer sous nuage cumuliforme.
- 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.

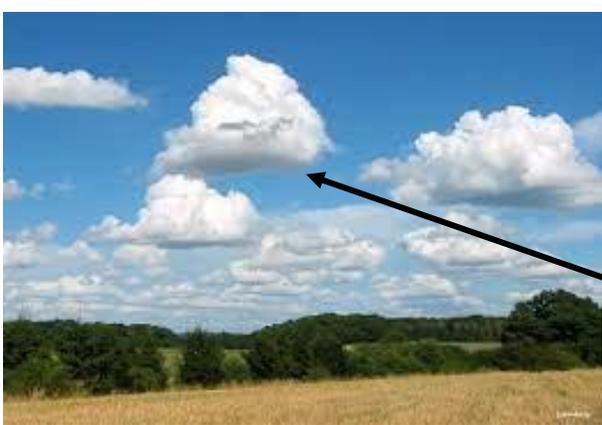
# TROMBE MARINE



*Dominique Tison*



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



## Evolution des cellules convectives :

**Cumulus humilis**  
(vie : 5/30 min)



**Cumulus  
Médiocris**

**Cumulus  
congestus**



**Cumulonimbus  
calvus**

**Cumulonimbus  
capillatus**  
**CB**

5/15 km de largeur  
Vie : 30 min à 2/3 heures  
pour gros nuages  
d'orages  
Jusque 4000 tonnes de  
précipitations



## Evolution Cumulus vers cumulonimbus

### Air instable

Cumulus : humilis, médiocris, congestus,

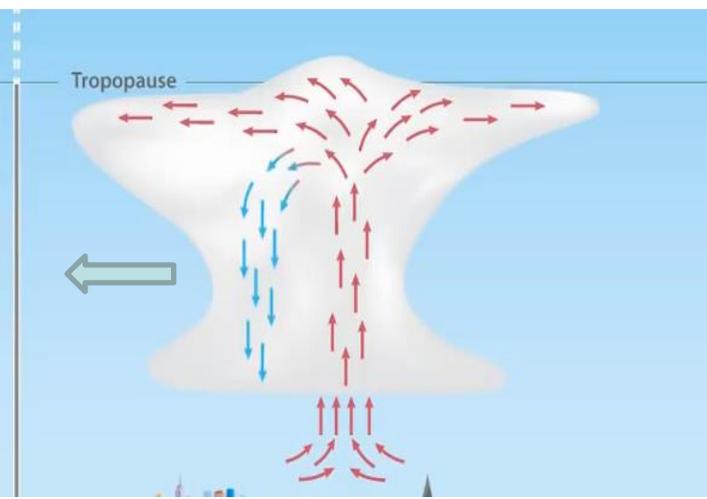
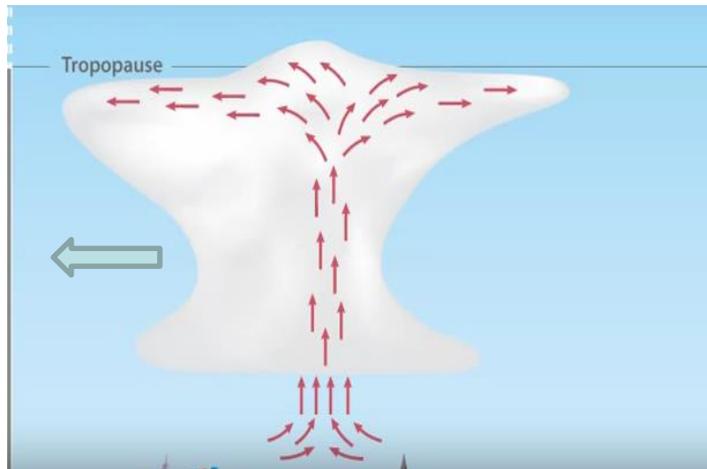
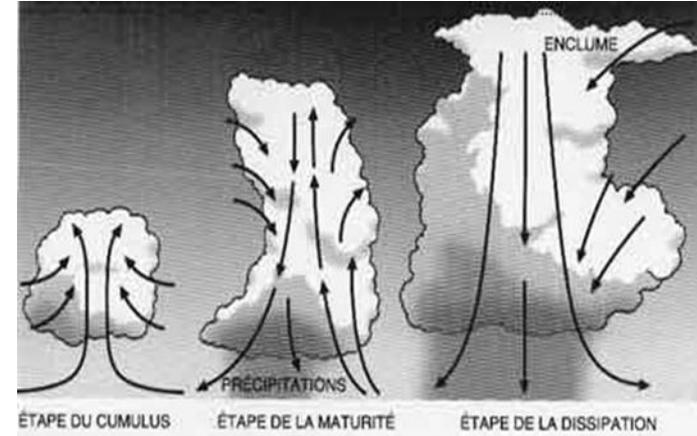
Cumulonimbus : calvus puis capillatus

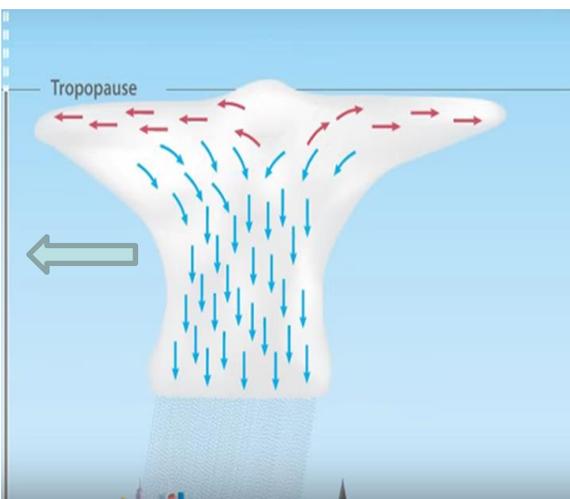
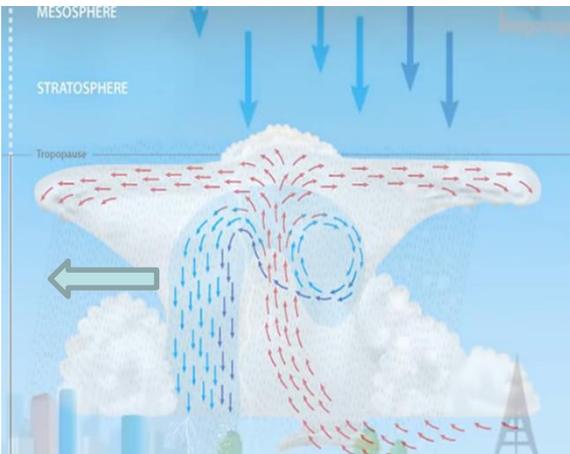
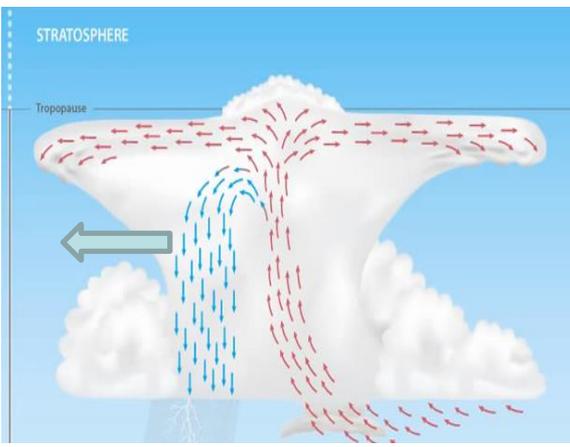
Souvent plusieurs cellules dans un gros cumulonimbus.

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

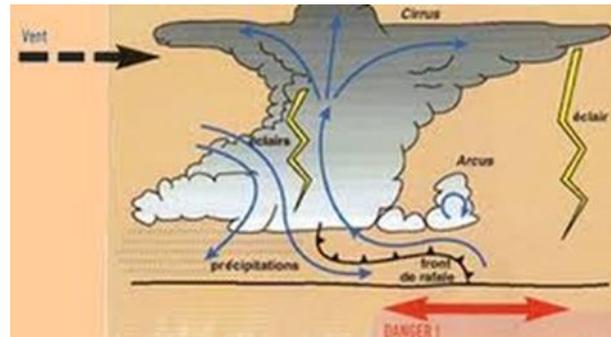
**Premières précipitations** : phase de maturité, naissance des courants descendant en général sur milieu de la moitié frontale avant : expulsion, création **front de rafales**, courant ascendant sur l'arrière.

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



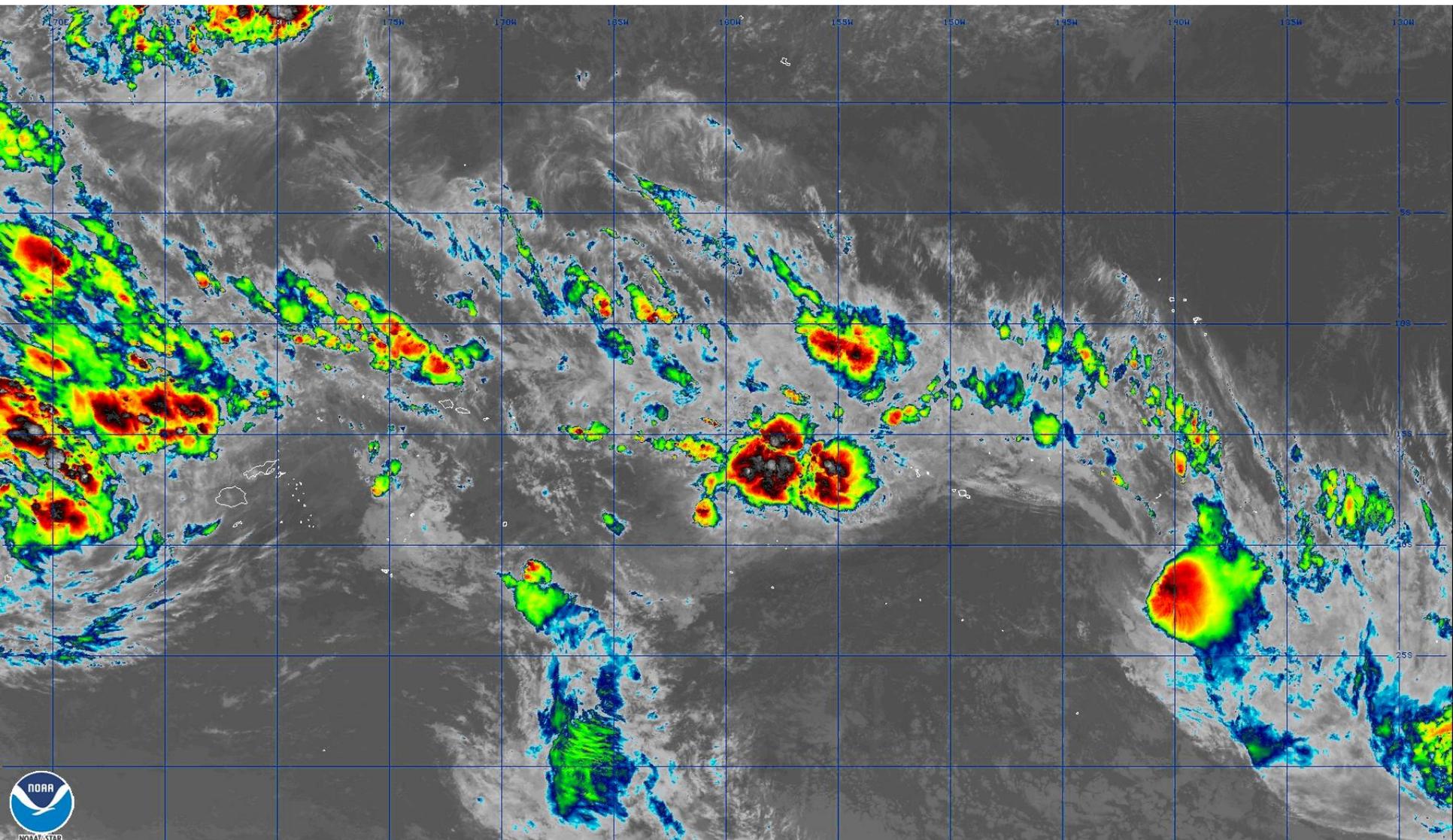


Au stade de maturité, **les précipitations et le refroidissement associé créés des mouvements descendants violents** et engendrent de puissantes rafales qui s'étalent en surface sur l'avant du nuages sous l'air ambiant plus « chaud » encore aspiré par les courants ascendants (**front de rafales, nuages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

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



09 Feb 2024 10:20Z - NOAA/NESDIS/STAR - GOES-West - Band 13 - TSP

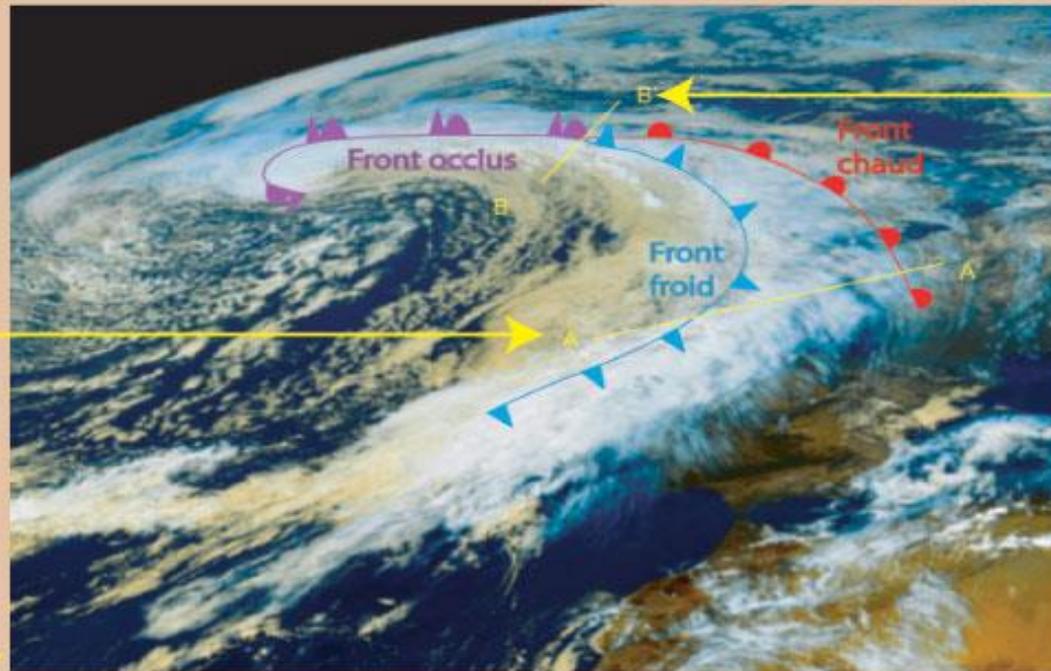
20240209 10h20 / 14h10 UTC Ir, évolution cumulonimbus

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

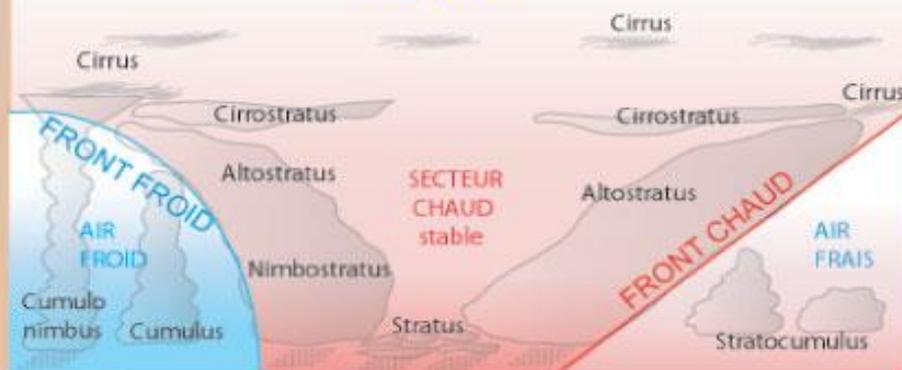
(Cirrus spissatus cumulonimbogénitus)



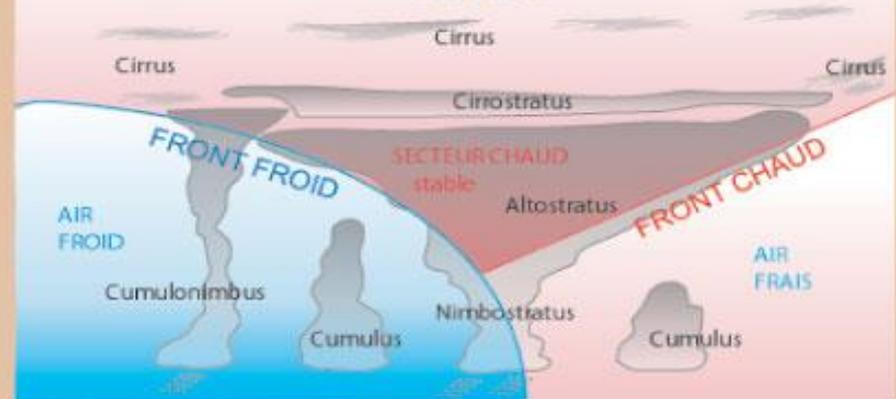
# LES NUAGES FRONTAUX



Coupe A-A'



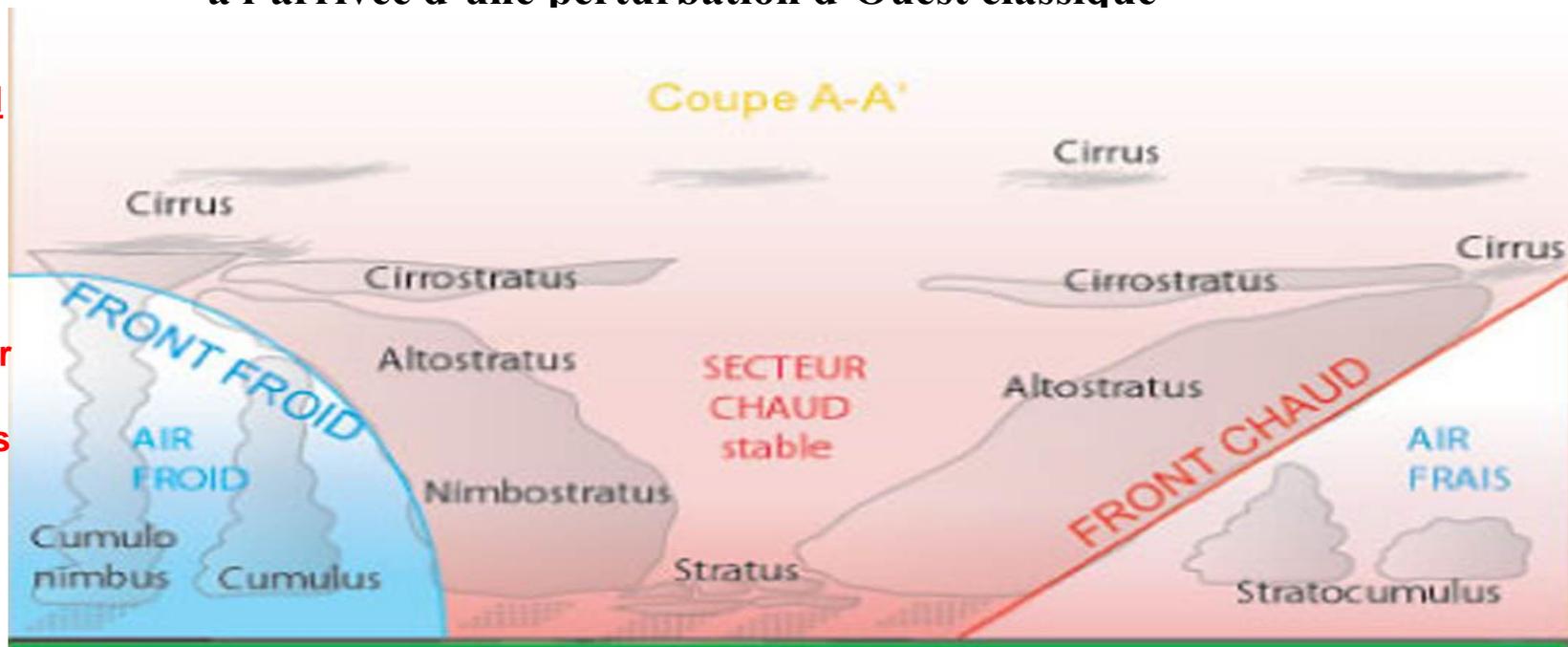
Coupe B-B'



# SYNTHESE D'EVOLUTION DES PARAMETRES METEO à l'arrivée d'une perturbation d'Ouest classique

## ATTENTION

Bien suivre l'évolution de tous les paramètres pour en tirer des conclusions

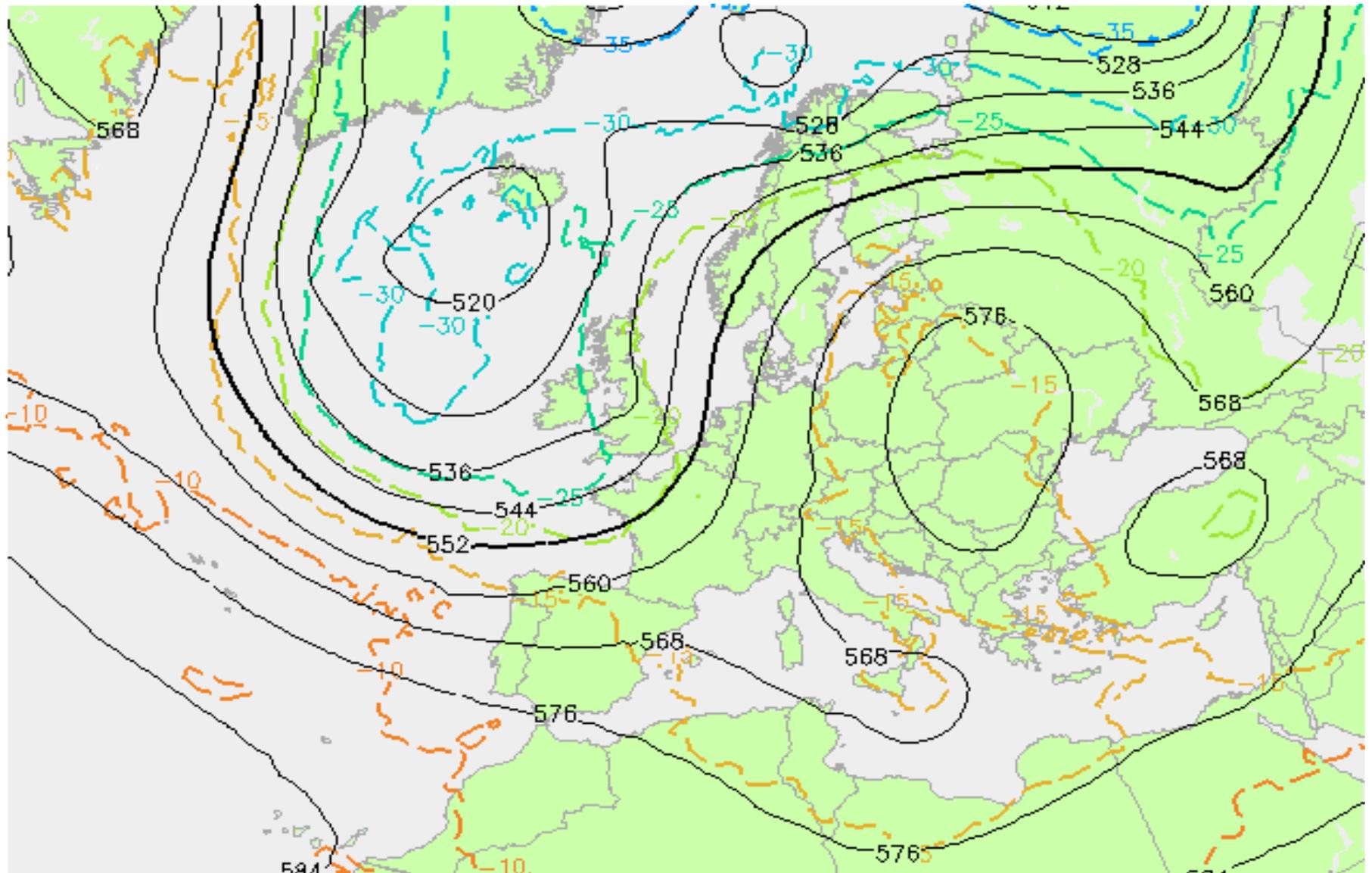


Temps	Averses, grains, orages	Pluies ou/et bruines continues ou alternatives	Se couvrant avec pluies
Nuages	Cumuliformes	Stratiformes	Stratiformes envahissants
Vent	WNW à NW à NNW	SSW à SW parfois W	SE s'orientant S puis SSW
Pression	Hausse	Baisse ou stationnaire	Baisse régulière
Visibilité	Très bonne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



**MEDICANE**

20211029 12h00 UTC 500 hPa



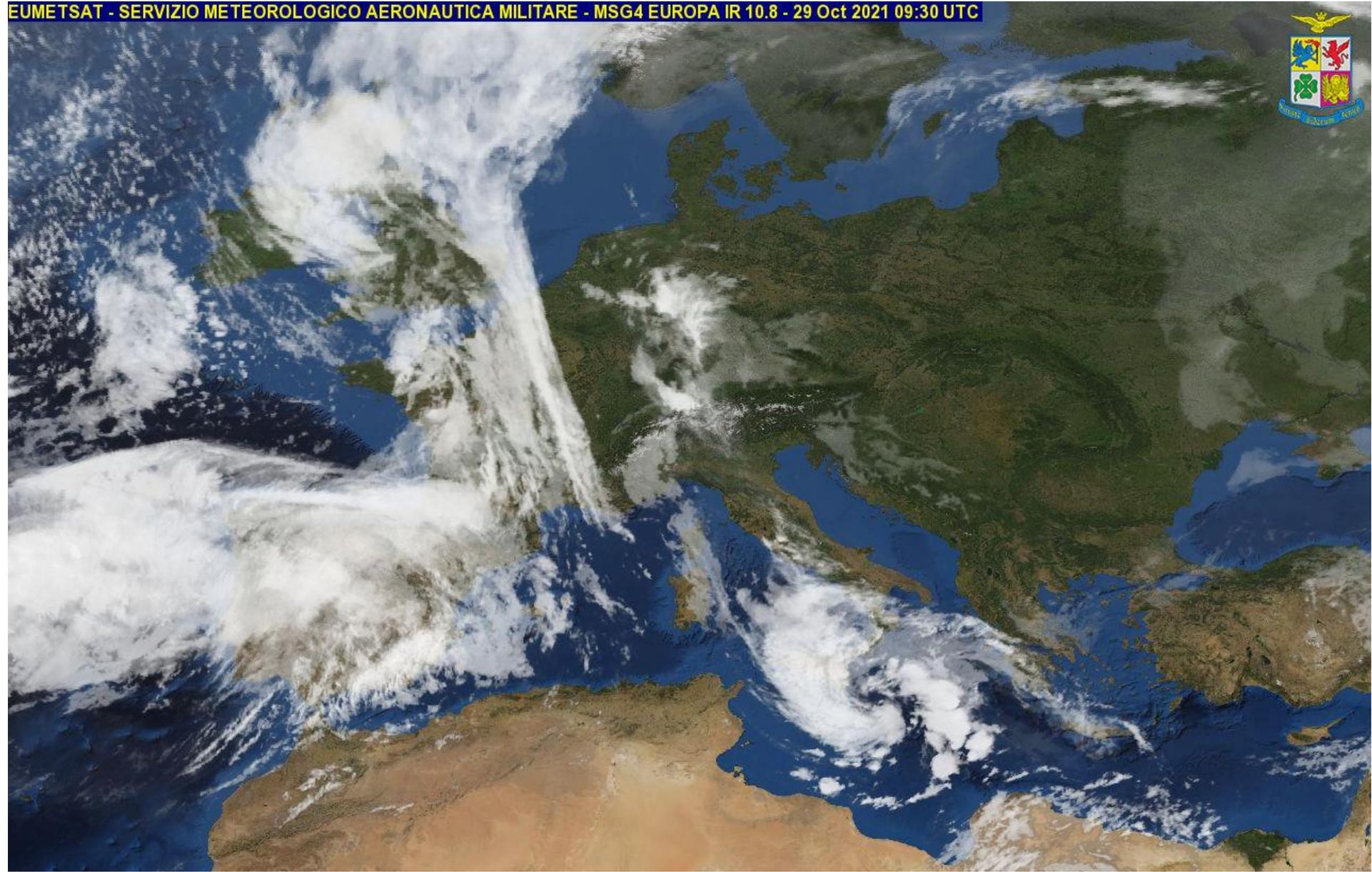
Height/Temp. 500 hPa [gdpmp][°C] GFS

Fr 29-10-2021 12:00 UTC (06+06)

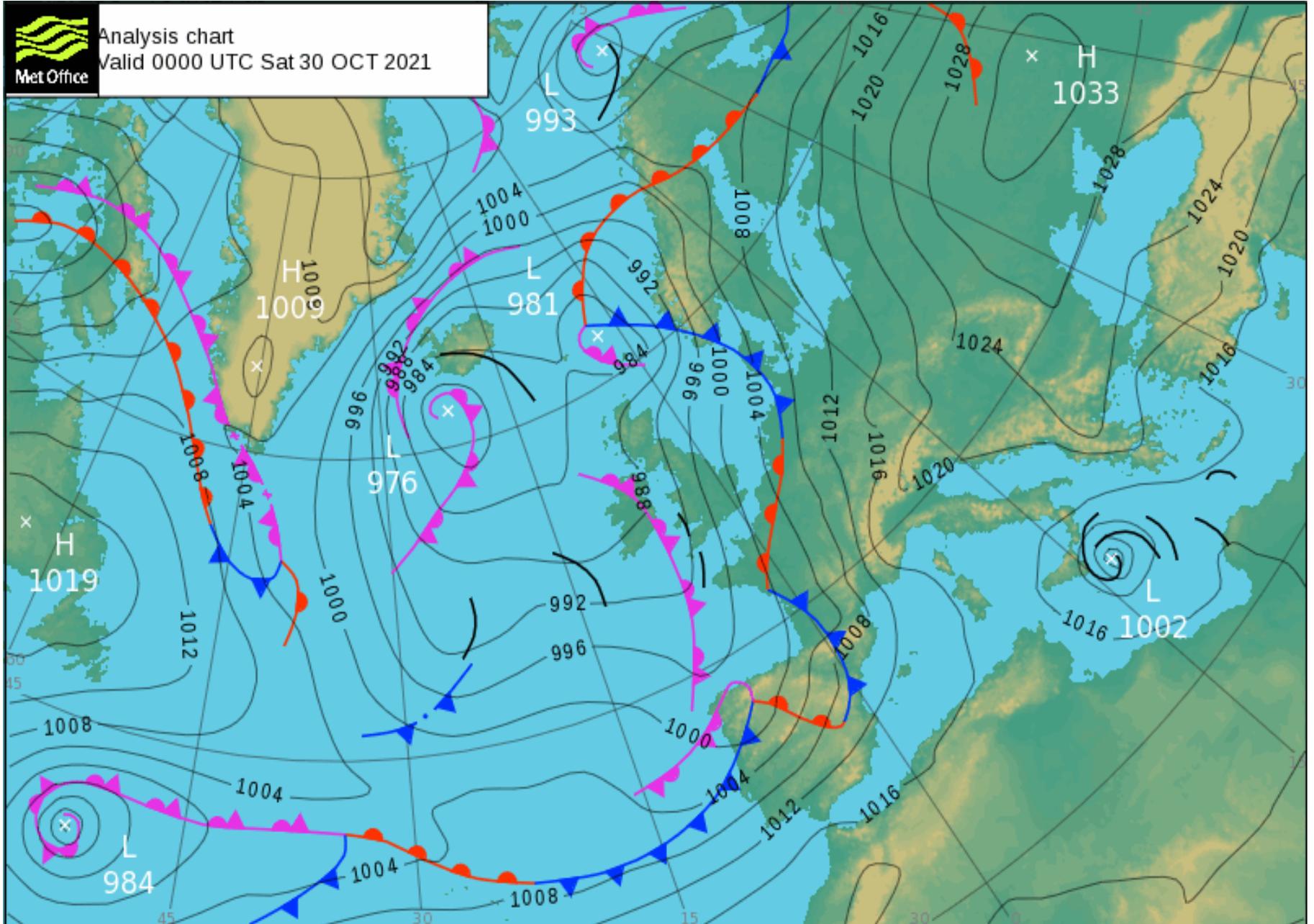
[©weatheronline.co.uk](http://www.weatheronline.co.uk)

20211029 09h30 UTC Vis

EUMETSAT - SERVIZIO METEOROLOGICO AERONAUTICA MILITARE - MSG4 EUROPA IR 10.8 - 29 Oct 2021 09:30 UTC

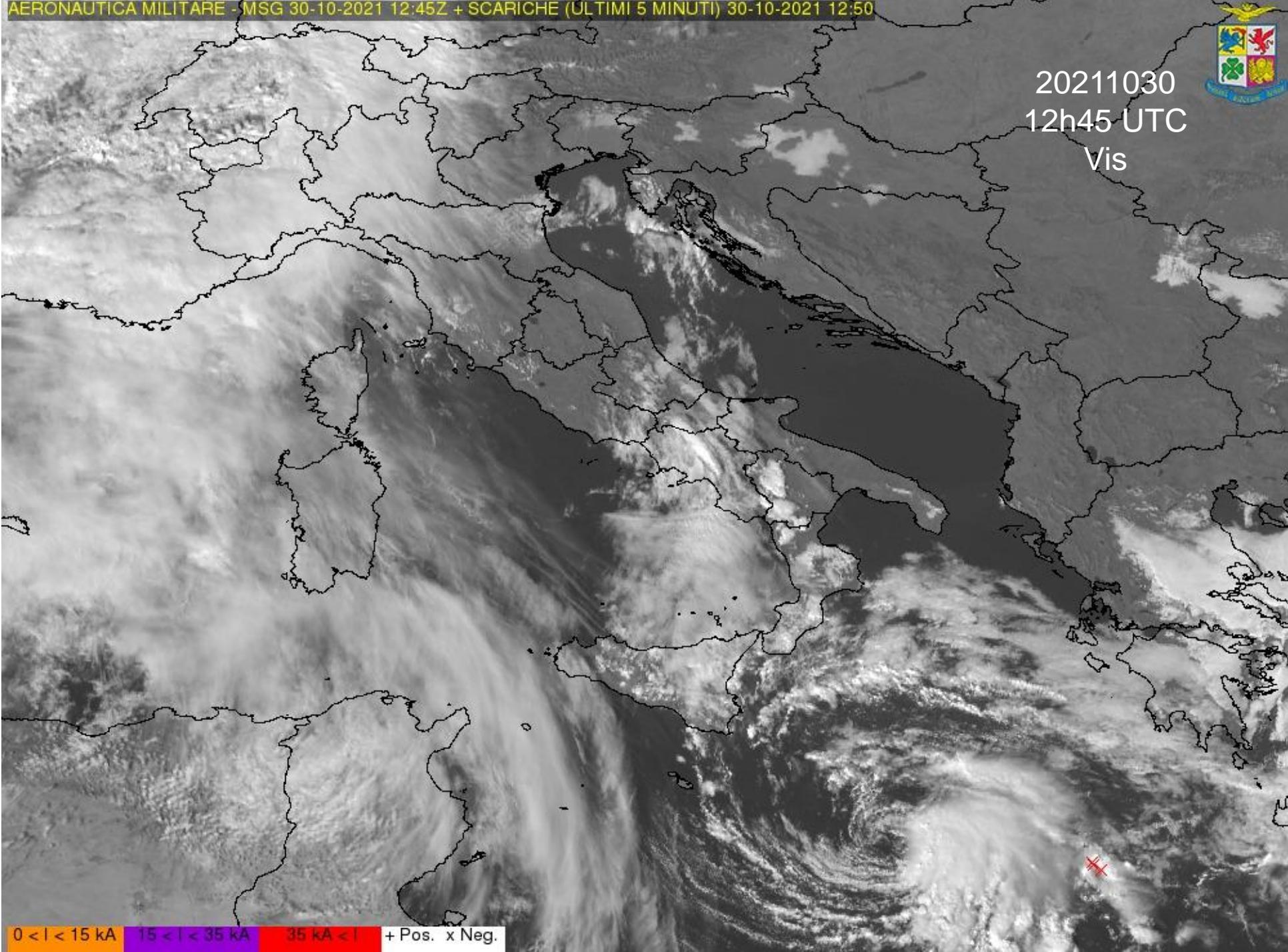


# 20211030 00H00 UTC analyse





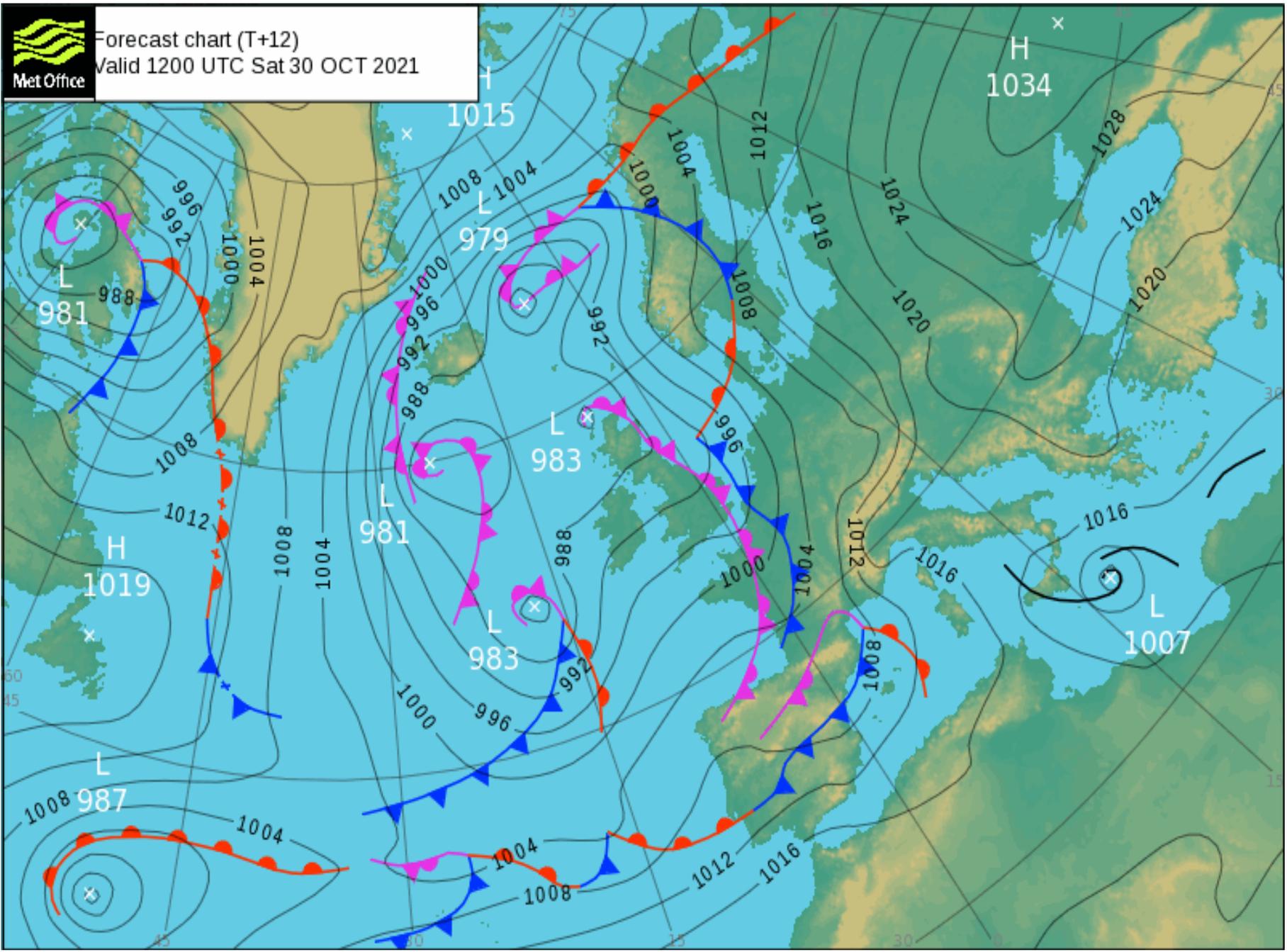
20211030  
12h45 UTC  
Vis



0 < I < 15 kA    15 < I < 35 kA    35 kA < I    + Pos. x Neg.



Forecast chart (T+12)  
Valid 1200 UTC Sat 30 OCT 2021



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 scene is serene and expansive.

# 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  $-40^{\circ}\text{C}$

# Cirrus radiatus



# Cirrocumulus



Base 7000 m / 10000 m, épaisseur 500 m.

# Stratus et Altocumulus 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)



# Altostratus, Cumulus pré-orageux



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



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



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



Samedi 3 février 2024  
0:00 locale

[https://www.meteociel.fr/obs/sondage/images/7110\\_0\\_2402022302.png](https://www.meteociel.fr/obs/sondage/images/7110_0_2402022302.png)

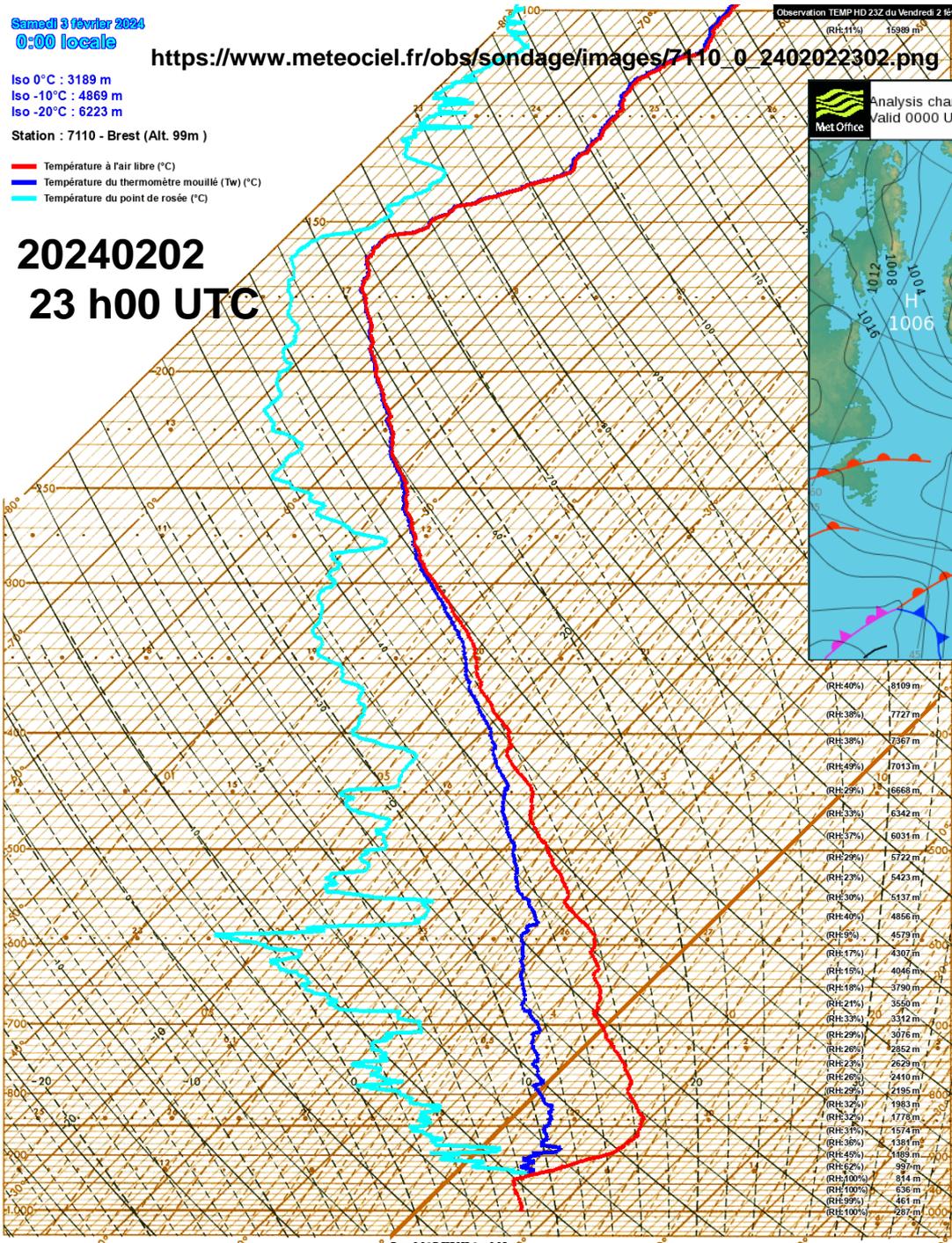
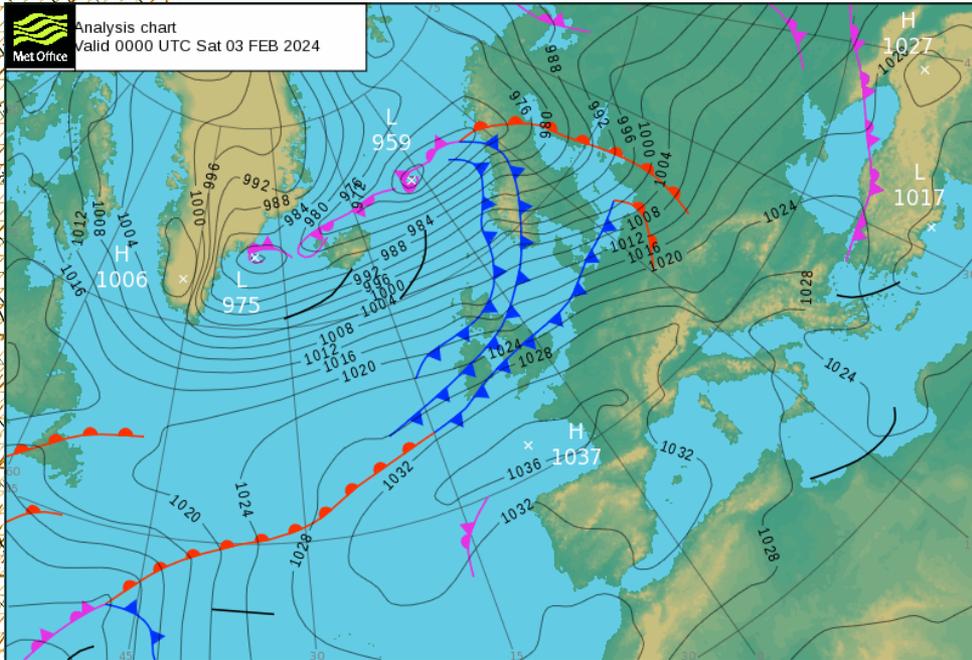
Iso 0°C : 3189 m  
Iso -10°C : 4869 m  
Iso -20°C : 6223 m  
Station : 7110 - Brest (Alt. 99m)

Température à l'air libre (°C)  
Température du thermomètre mouillé (Tw) (°C)  
Température du point de rosée (°C)

20240202  
23 h00 UTC

Observation TEMP HD 232 du Vendredi 2 février 2024

Analysis chart  
Valid 0000 UTC Sat 03 FEB 2024



Altitude (m)	Relative Humidity (RH)
8109	40%
7727	38%
7367	38%
7013	49%
6668	29%
6342	33%
6031	37%
5722	29%
5423	23%
5137	30%
4866	40%
4579	9%
4307	47%
4046	15%
3790	18%
3550	24%
3312	33%
3076	29%
2852	26%
2629	23%
2410	26%
2195	29%
1983	32%
1778	32%
1574	31%
1381	38%
1189	45%
997	52%
814	100%
636	100%
461	100%
287	100%



## Exercice d'observation entre le 19 et le 24/02/2024 à 13h00 locales

Jour	Types de nuages Strat/Cum	Noms des nuages	Localisation Sect chaud, traîne, pentes frontales, dorsale, etc
19			
20			
21			
22			
23			
24			