



(a) Altocumulus



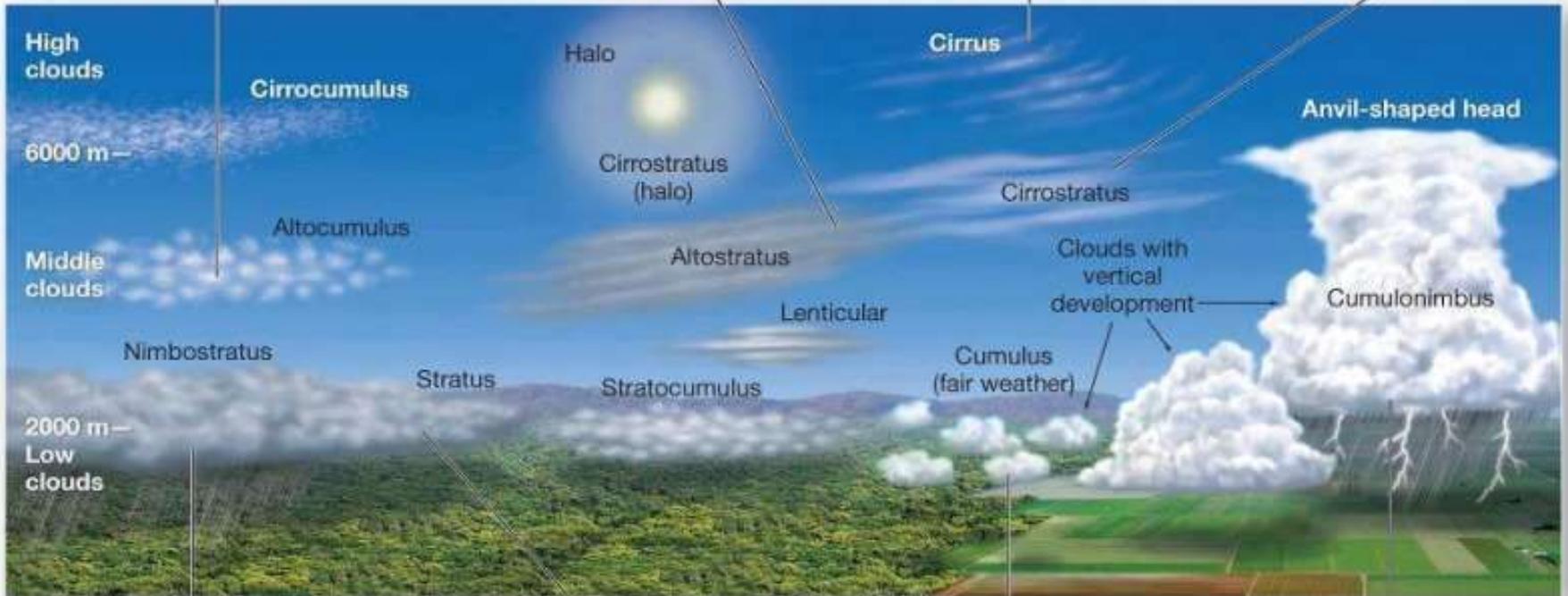
(b) Altostratus



(c) Cirrus



(d) Cirrostratus



(e) Nimbostratus



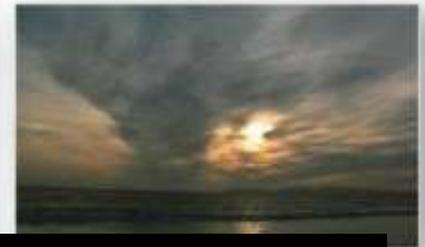
(f) Stratus



(g) Cumulus



(h) Cumulonimbus



(a) Altocumulus

(b) Altostratus

(c) Cirrus

(d) Cirrostratus

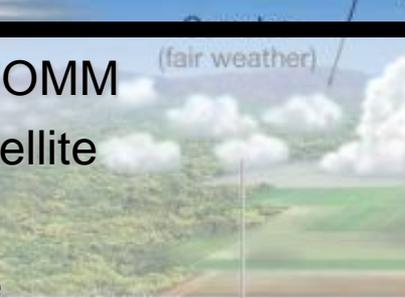
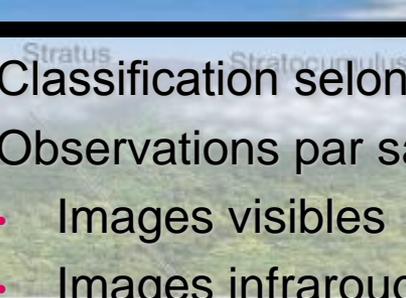
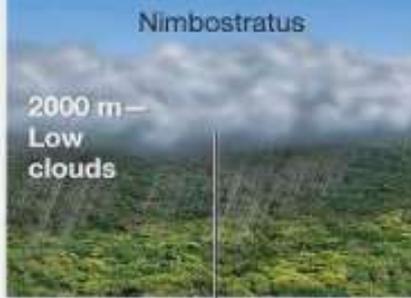


Les nuages

Classification selon l'OMM

Observations par satellite

- Images visibles
- Images infrarouge



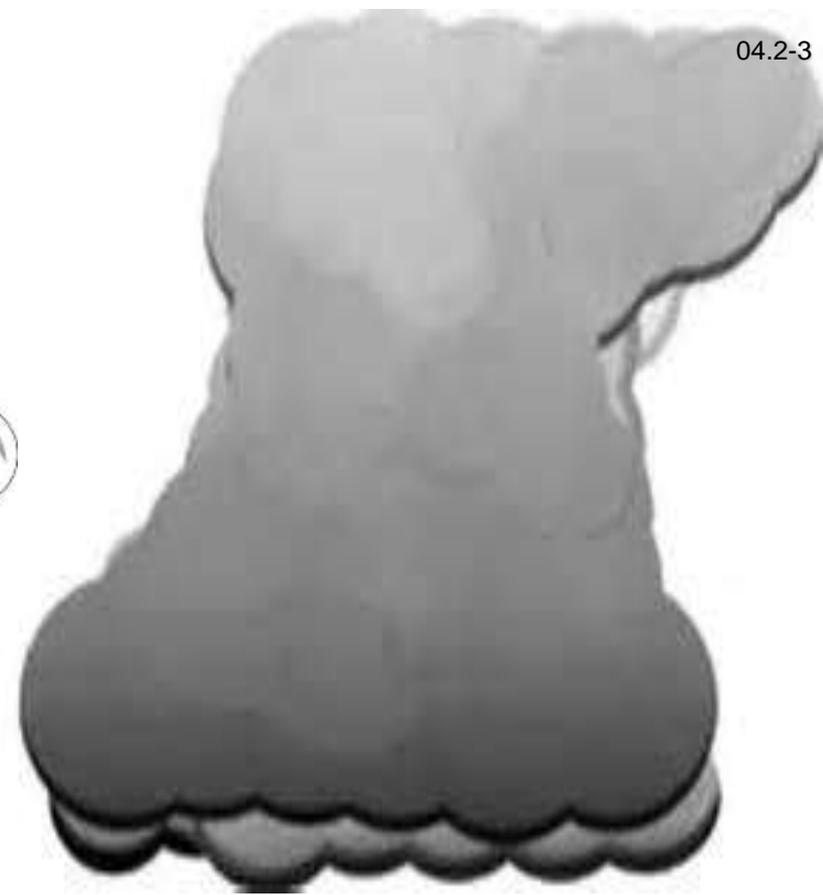
(e) Nimbostratus

(f) Stratus

(g) Cumulus

(h) Cumulonimbus

Nuages d'eau liquide ou d'eau solide?



Type de nuages

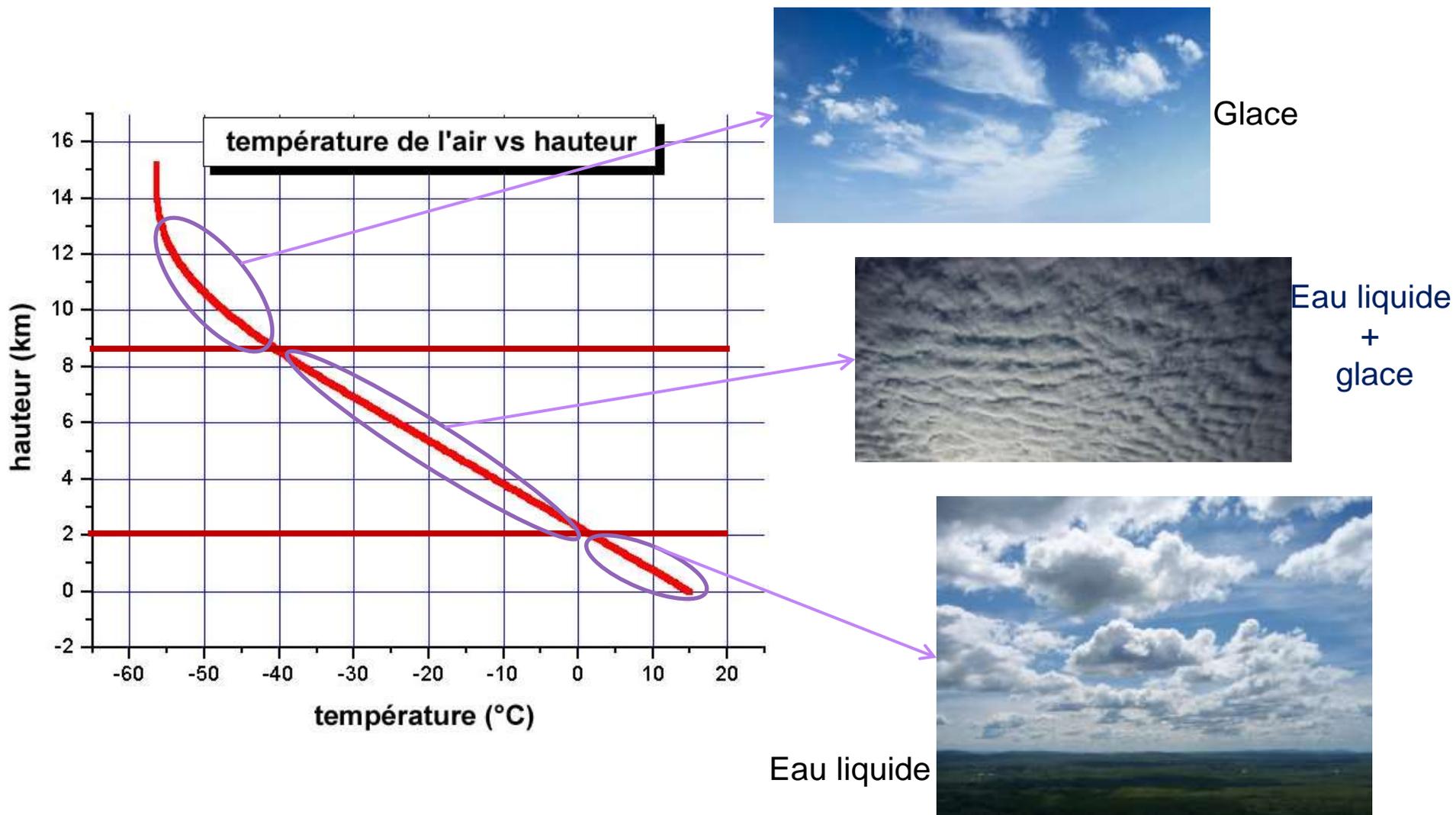
nuages bas

nuages moyens

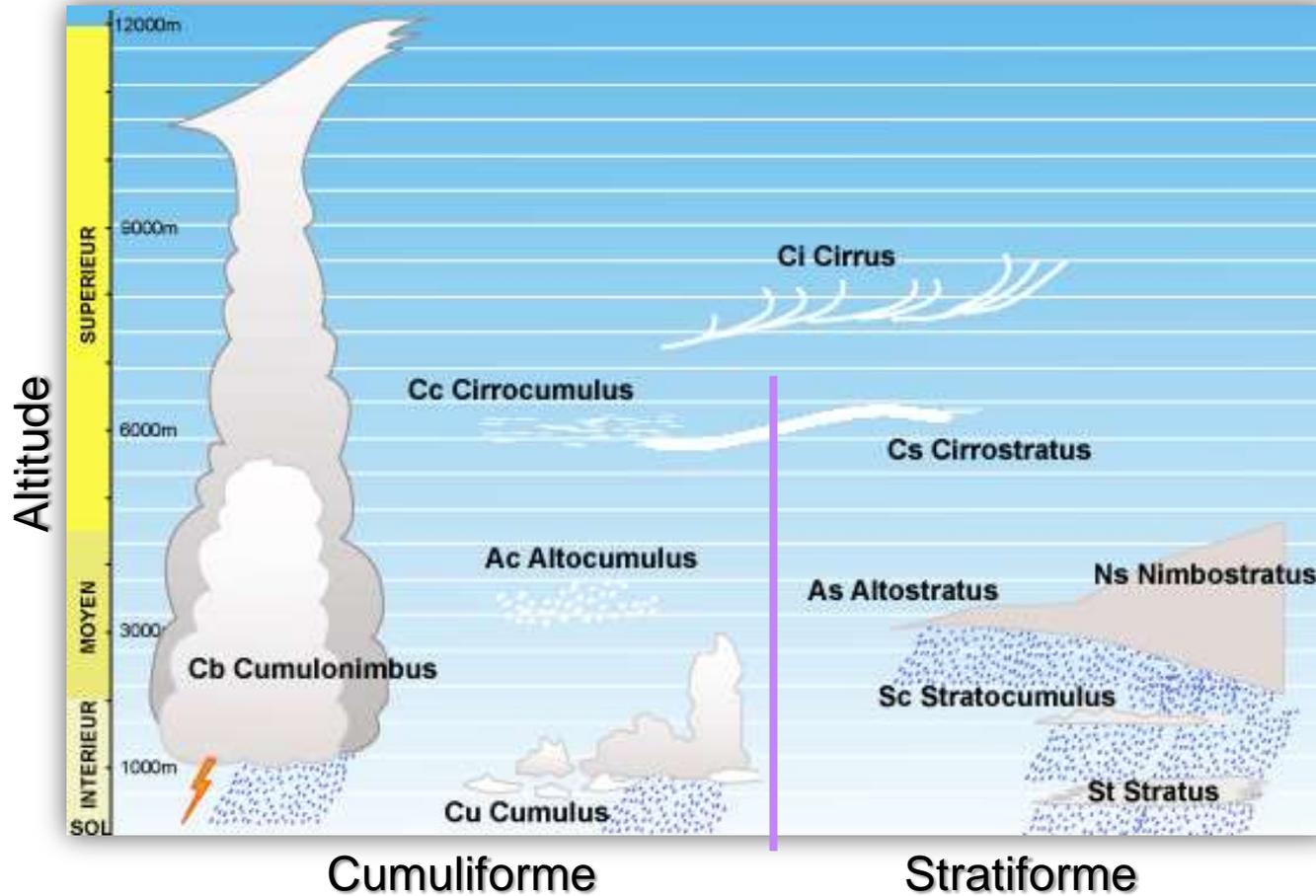
nuages hauts

RECONNAISSANCE DES NUAGES

La composition des nuages selon leur hauteur



La classification des nuages



- **Altitude**
 - Inférieur
 - Moyen (alto)
 - Supérieur (cirro, cirrus)
- **Forme**
 - Cumuliforme
 - Stratiforme
- **Texture**
 - Filamenteux (cirro/cirrus - glace)
 - Propice à la précipitation (nimbus)

Les nuages hauts

- Cirrus
- Cirrostratus
- Cirrocumulus

Les nuages hauts sont formés essentiellement de cristaux de glace

Hauteur typique de la base des nuages hauts

Région tropicale 6-18 km	Latitudes moyennes 5-13 km	Régions polaires 3-8 km
-----------------------------	-------------------------------	----------------------------

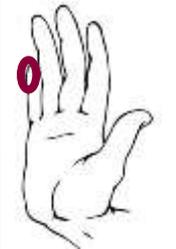
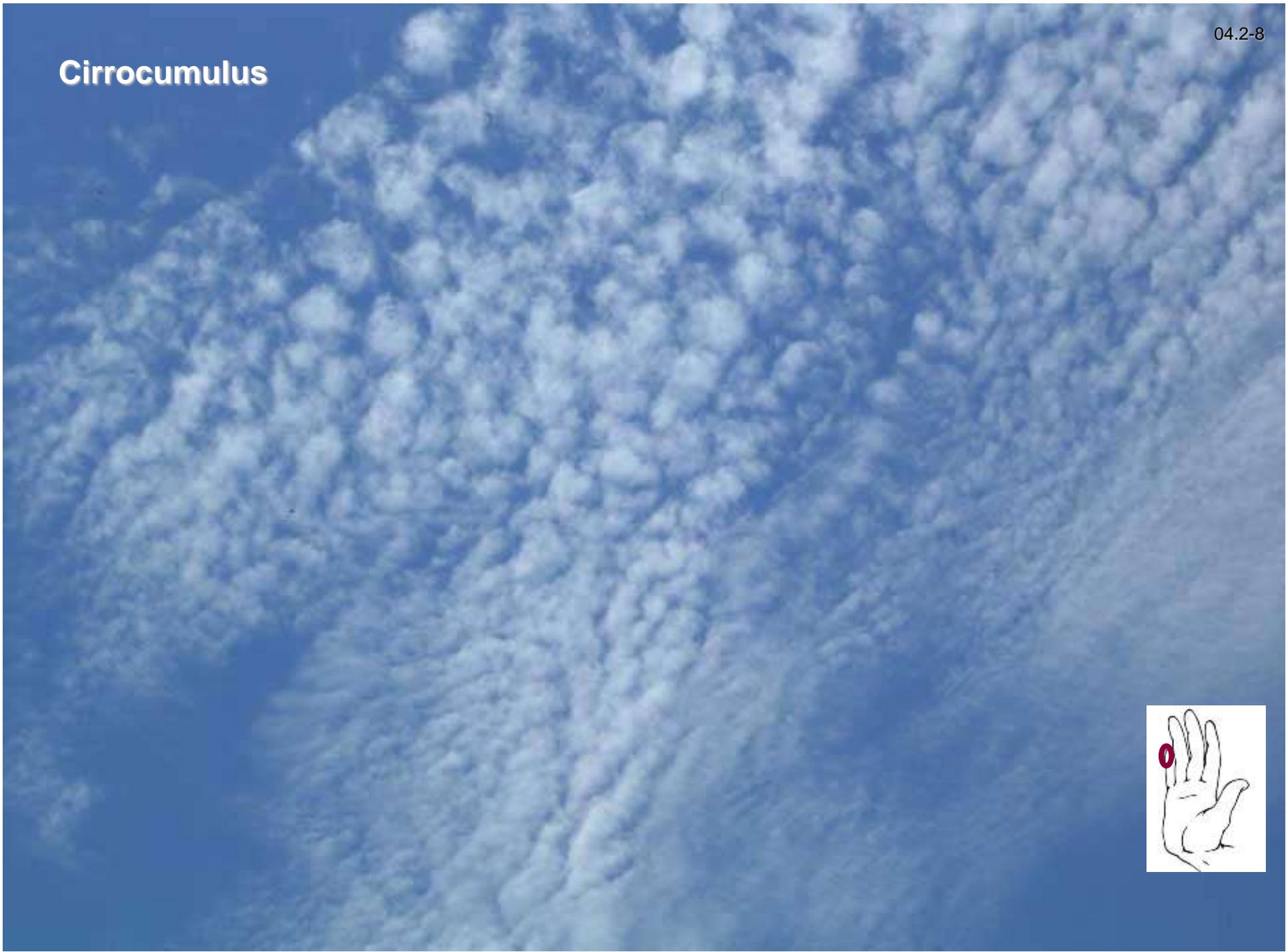
Cirrus

*Toujours
formés de
glace.*

*Associés au
beau temps*



Cirrocumulus



Cirrostratus

*Produit de halos
autour du soleil
ou de la lune*

*Mauvais temps
dans 12 à 24
heures.*



Les nuages moyens

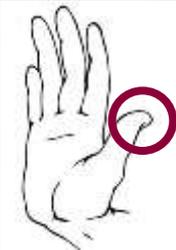
- Altostratus
- Altocumulus

Les nuages moyens sont formés de gouttelettes d'eau et / ou cristaux de glace. Nuages mixtes.

Hauteur typique de la base des nuages moyens

Région tropicale 2-8 km	Latitudes moyennes 2-7 km	Régions polaires 2-4 km
----------------------------	------------------------------	----------------------------

Alto cumulus



Altostratus

*On peut voir le Soleil à
travers le nuage mais il n'y a
pas de halo.*

Les nuages bas

- Stratocumulus
- Stratus
- Nimbostratus
- Cumulus

Aux latitudes moyennes les nuages bas sont formés d'eau l'été et de cristaux de glace l'hiver

Hauteur typique de la base des nuages bas

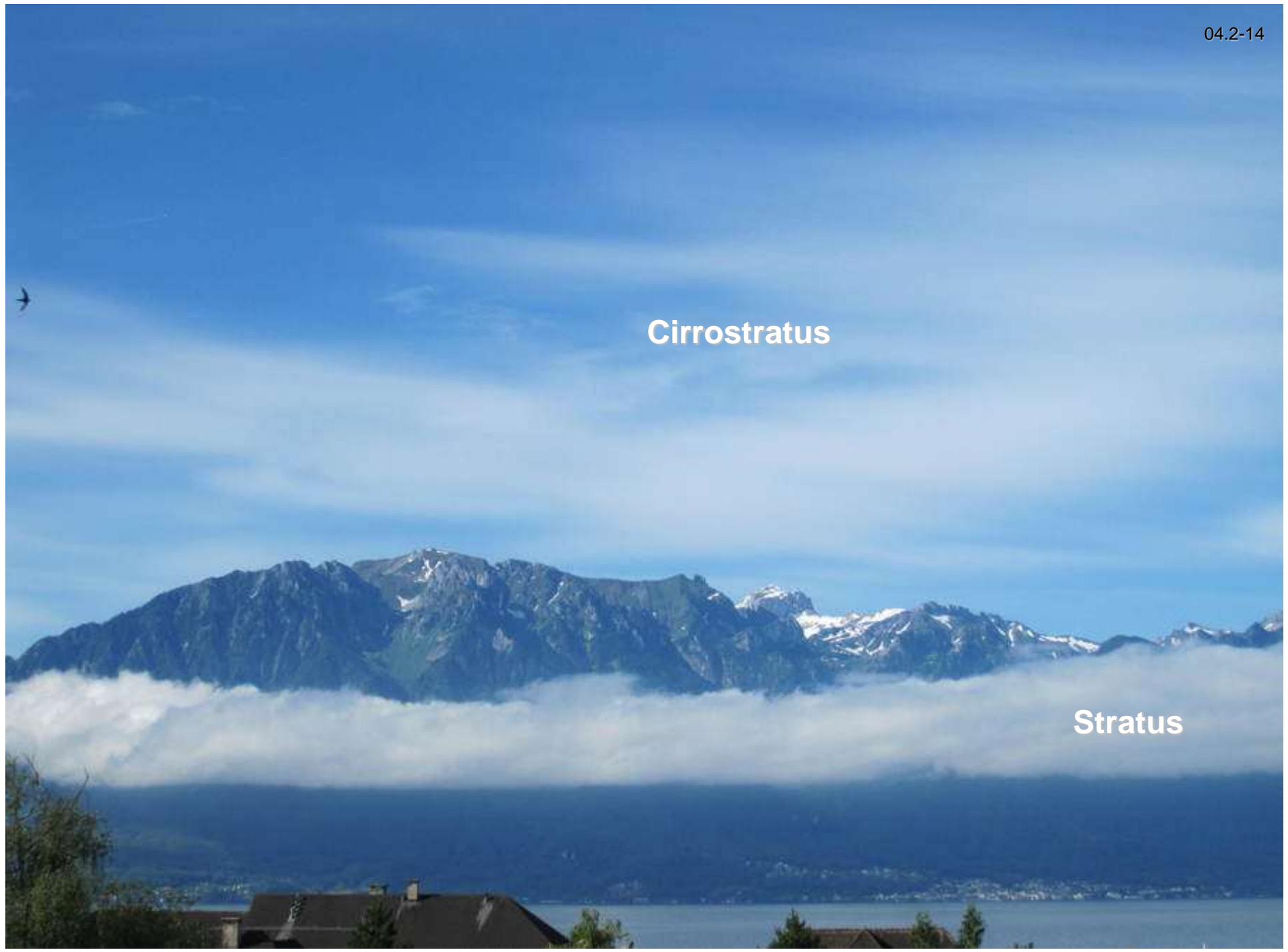
Région tropicale
0-2 km

Latitudes moyennes
0-2 km

Régions polaires
0-2 km

Cirrostratus

Stratus

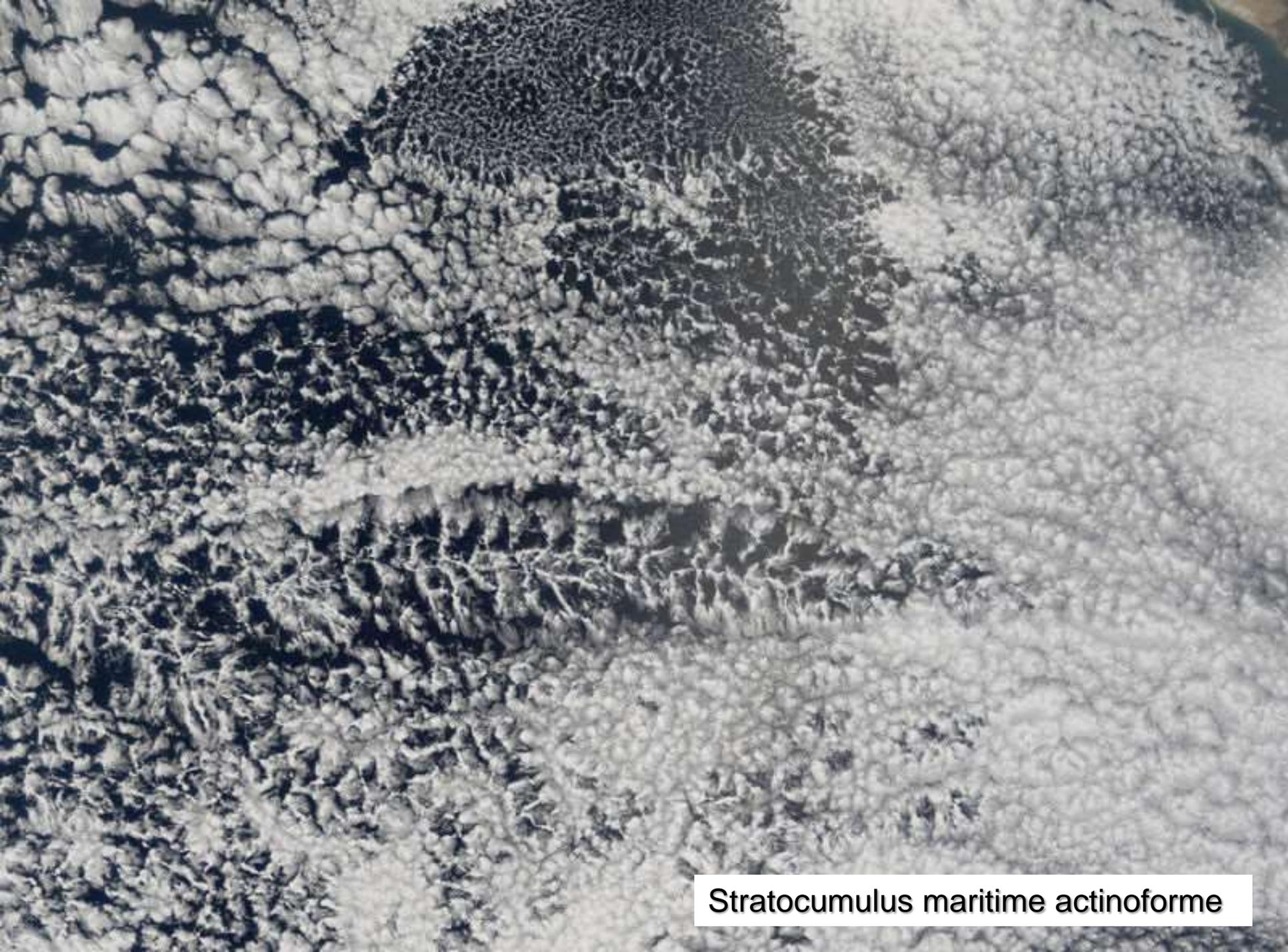


Stratocumulus



Stratocumulus





Stratocumulus maritime actinoforme

Cumulus humilis
(beau temps)

04.2-18



Cumulus mediocris

BELLIARD Damien47
MétéoBell.com



Cumulus congestus



Nuage à grande extension vertical

- Nimbostratus
- Cumulonimbus

Un **nimbostratus** est un genre de nuage stratiforme d'extension verticale importante, produisant des précipitations faibles à modérées mais sur de grandes superficies. Les nimbostratus sont souvent formés de plusieurs couches stratifiées sans forme définie et de couleur gris foncé. La base d'un nimbostratus est en général inférieure à 2 000 m.

Les cumulus, et plus particulièrement les cumulonimbus, ont généralement leur base à l'étage inférieur, mais lorsqu'ils présentent une grande extension verticale, leur sommet s'élève jusqu'aux étages moyen et supérieur.

nimbostratus

Précipitation de faible à moyenne. Le soleil n'est pas visible. Au dessous de la couche de nimbostratus il existe fréquemment des nuages bas déchiquetés.

Cumulus congestus



Cumulonimbus



Quelques nuages bizarres ...

- Il y a des nuages difficiles à classer.
- Certains processus atmosphériques et des conditions environnementales créent des effets surprenants.

Nuages nocturnes lumineux : mésosphère



Noctilucent Clouds

<http://www.earthporm.com/7-breathtaking-natural-cloud-formations/>

©www.Nightskyhunter.com

Nuages nacrée : polar stratosphérique



Nacreous Clouds

<http://www.earthporm.com/7-breathtaking-natural-cloud-formations/>

Ce que les nuages nous racontent...

Les nuages créés par les montagnes



https://fr.wikipedia.org/wiki/Nuage_orographique#/media/File:Tadrart01.JPG

altocumulus

Des ovnis?



Crédit : Starlisa

Ce que les nuages nous racontent...



Beaucoup de vapeur d'eau
et de noyaux de
condensation!



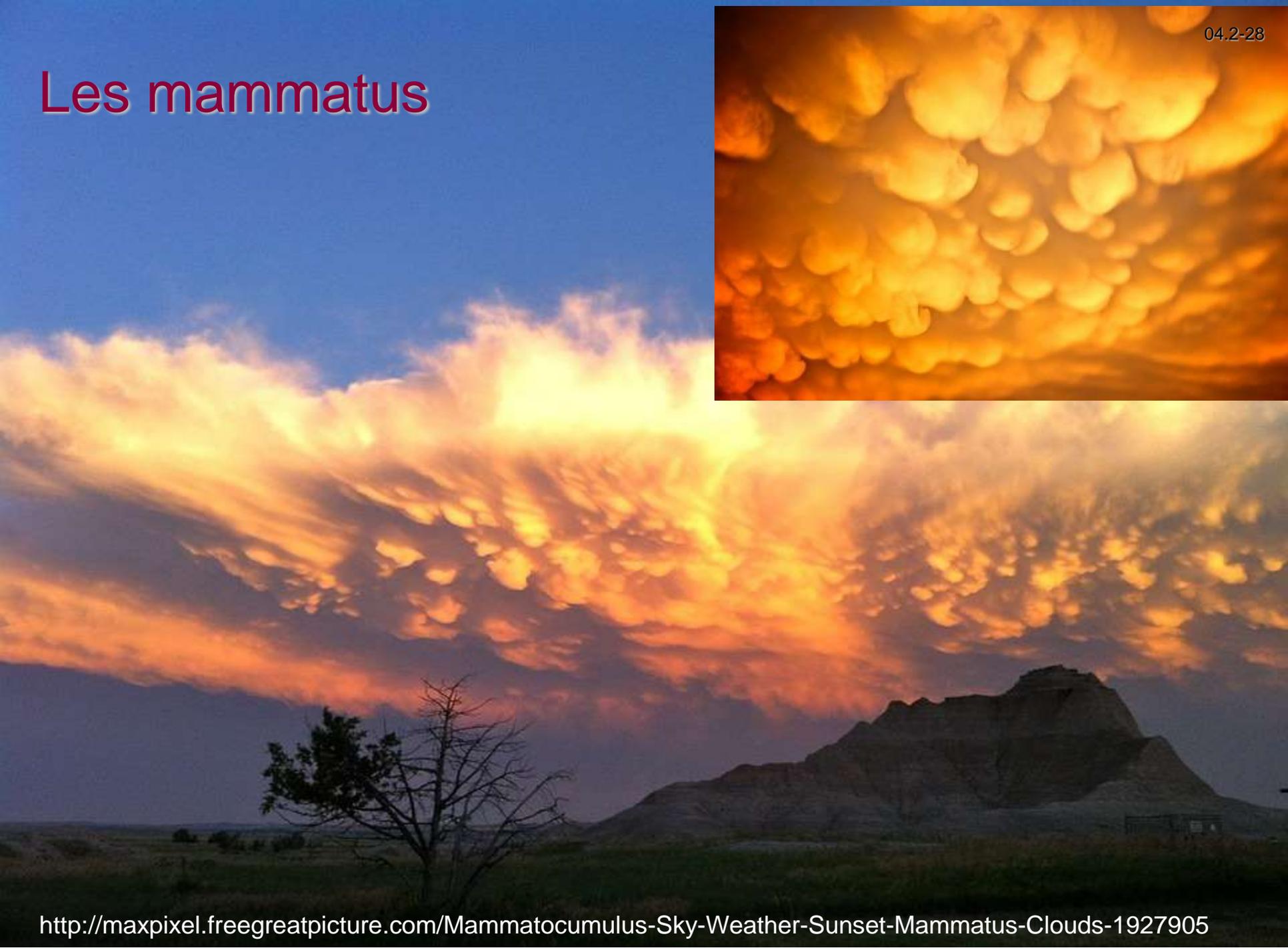
Volcan Etna (Italie)

Photo de Giuseppe Famiani

Les pyrocumululus

**Fort McMurray
Canada**

Les mammatus



Nuage «condographique» (orographique)

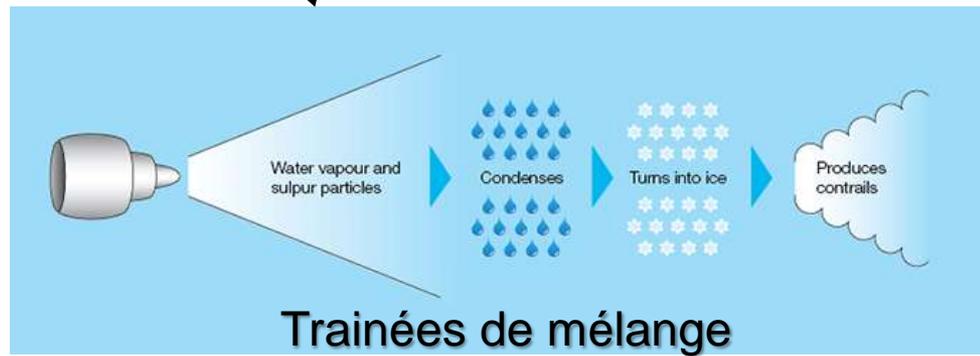
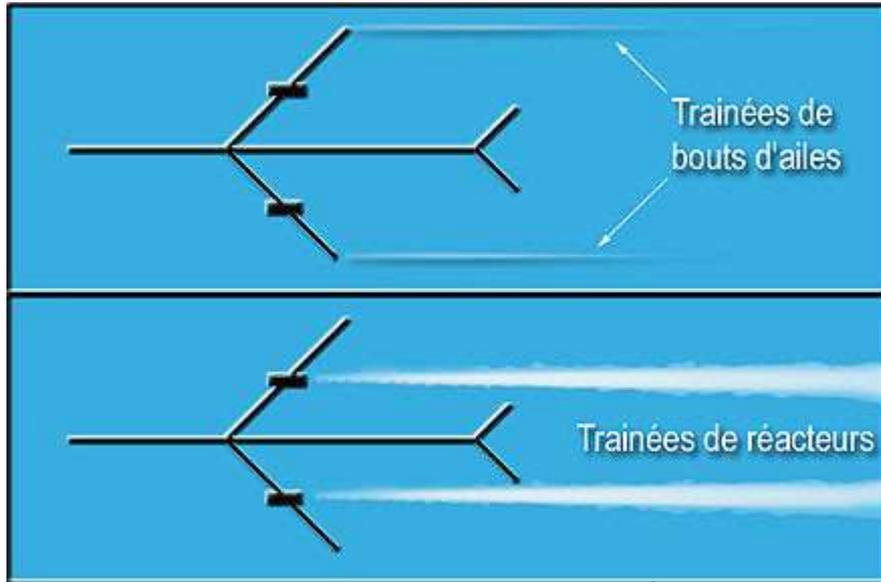


Photo: JR Hott, Panhandle Helicopters/Facebook



JR Hott captured this strange looking cloud formations in Panama City Beach, Florida. The spectacular 'condo fog' forms along the waterfront when moist, warm air blows in off the Gulf of Mexico. As the condo buildings force the air to climb, the slight cooling from the change in altitude is just enough to bring the air to its saturation point, creating a personal fog bank.

Nuages d'origine humaine



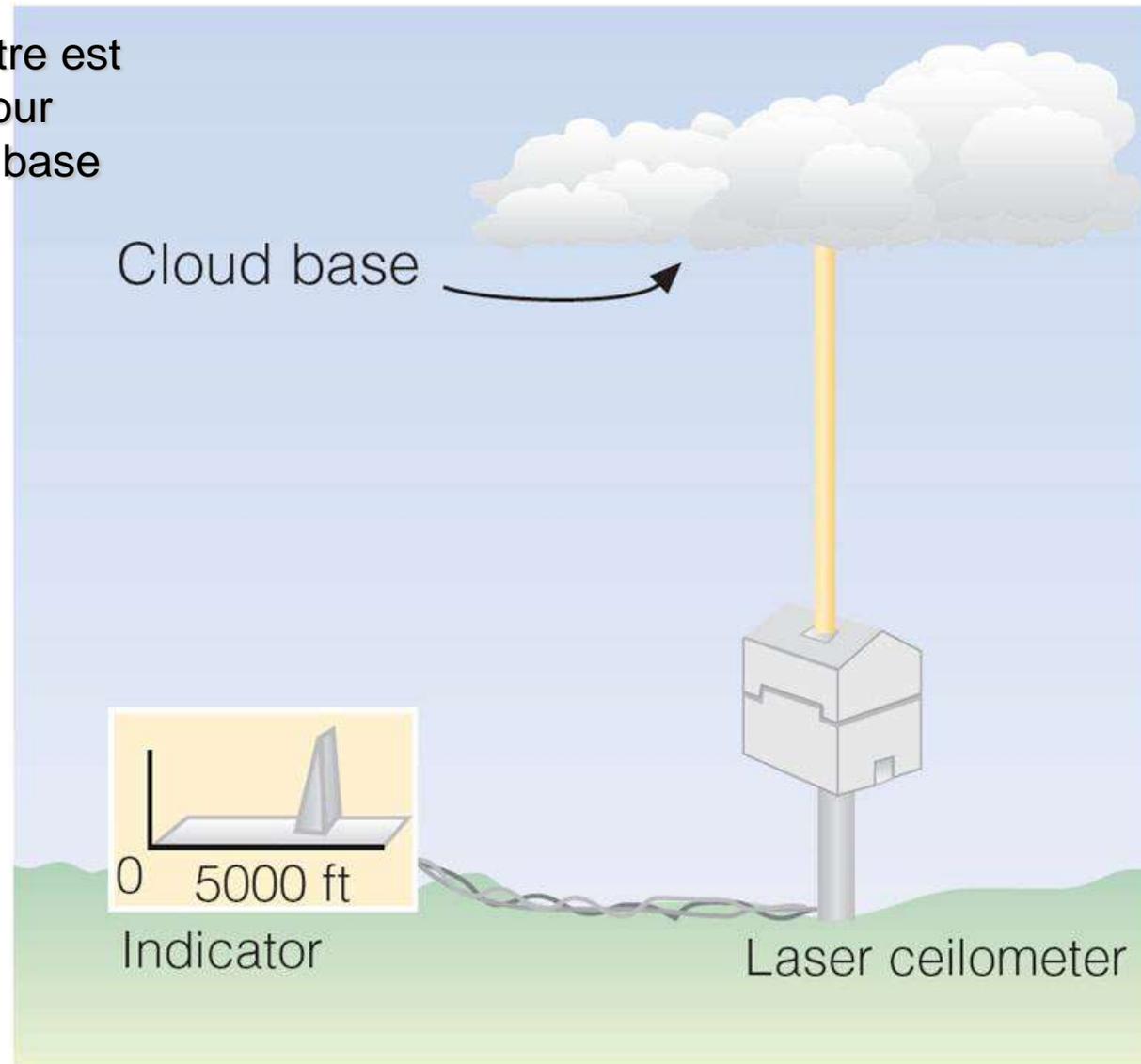
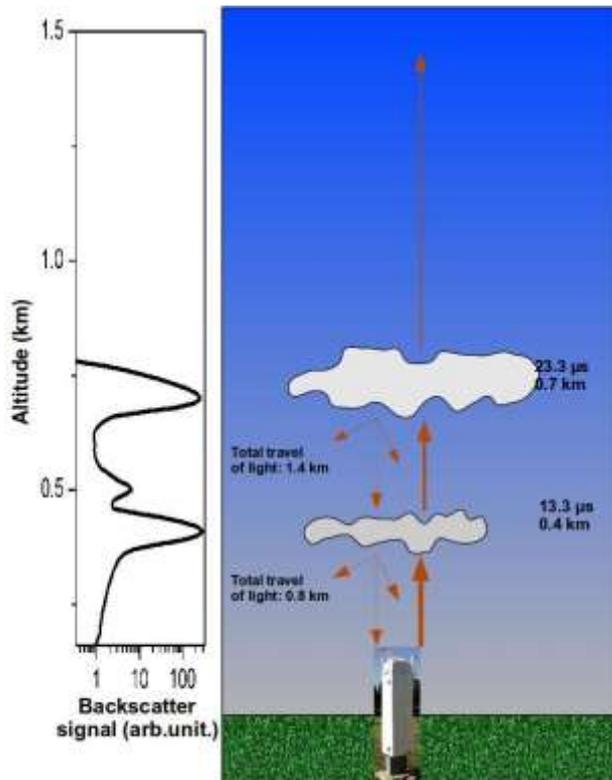
Nuages d'origine humaine



<http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-3364867/Aircraft-contrails-unintentionally-changing-atmosphere-warming-planet-researchers-warn.html>

Observation des nuages

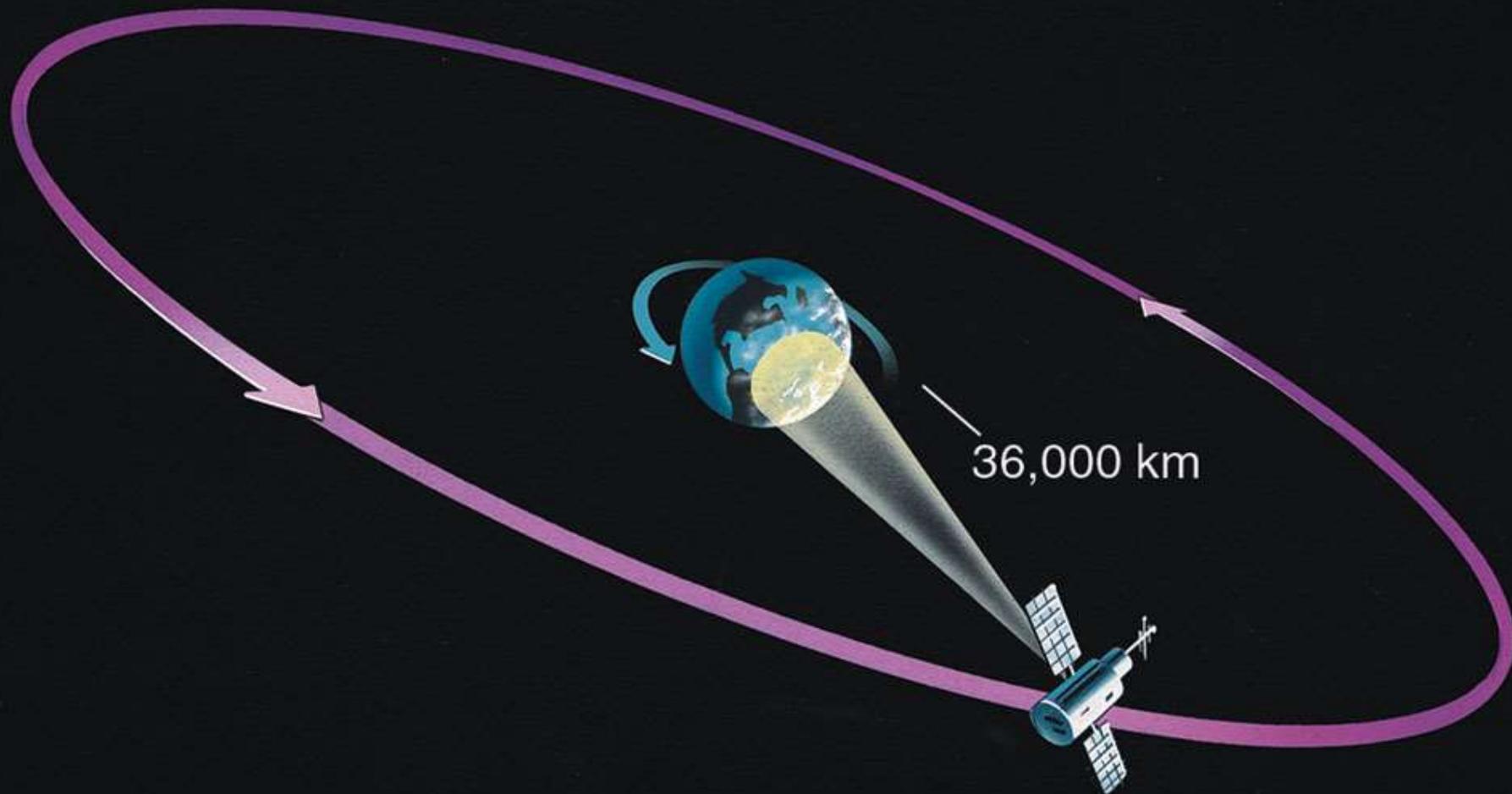
- Base du nuage : le ceilomètre est utilisé dans les aéroports pour déterminer la hauteur de la base du nuage plafond



Observation des nuages

- Par satellite
 - Géostationnaire (~ 35 880 km) et à orbite polaire (~ 720 - 800 km).
 - Le rayonnement visible nous donne des images des nuages en noir et blanc.
 - Le rayonnement infrarouge nous donne la température approximative du sommet du nuage et, indirectement, leur hauteur.
 - Les satellites mesurent beaucoup d'autres variables :
 - La température de la surface des océans et des continents
 - L'ozone
 - Le couvert de neige
 - Les profils verticaux de température et humidité

Satellites géostationnaires



Des satellites à orbite polaire

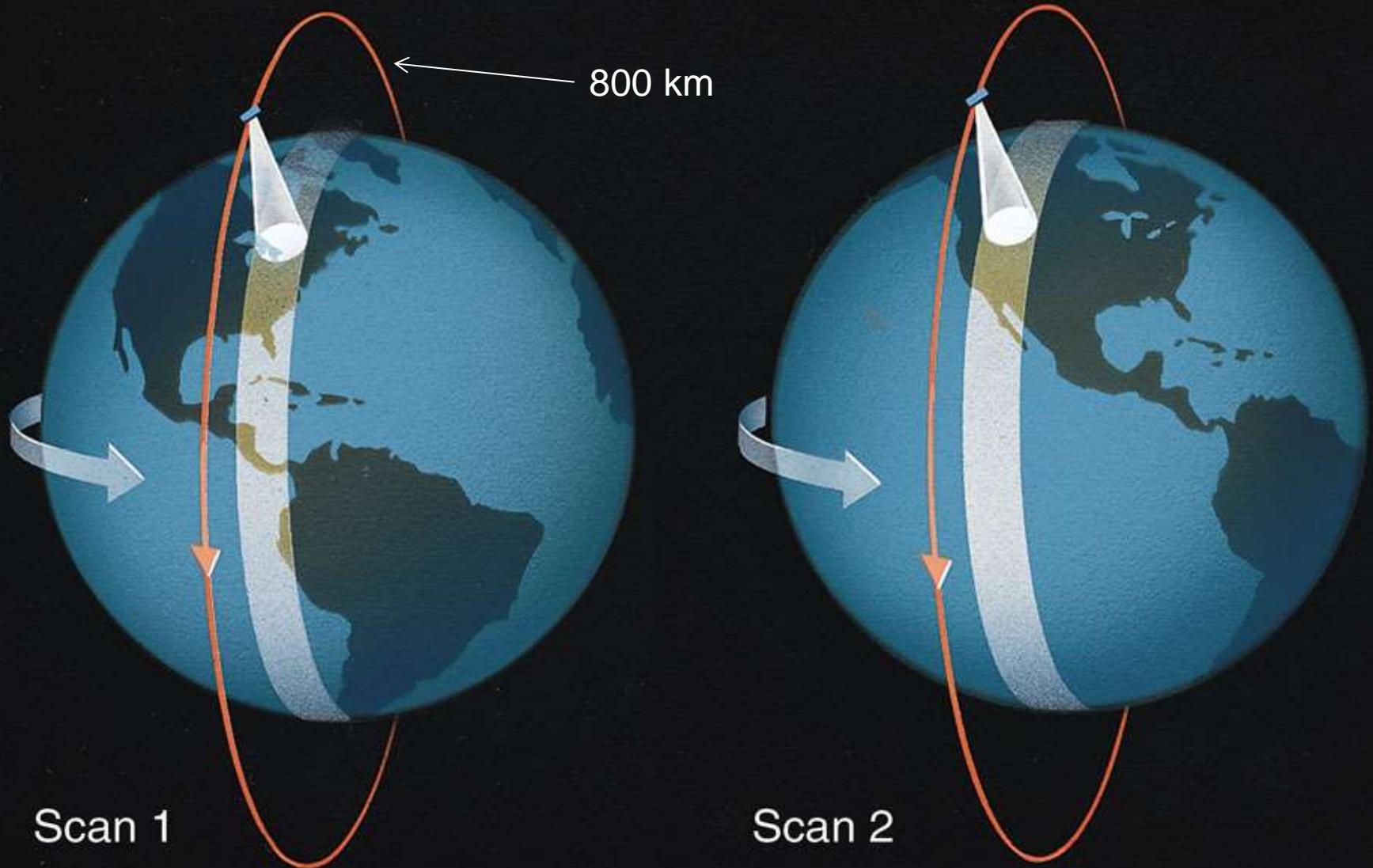
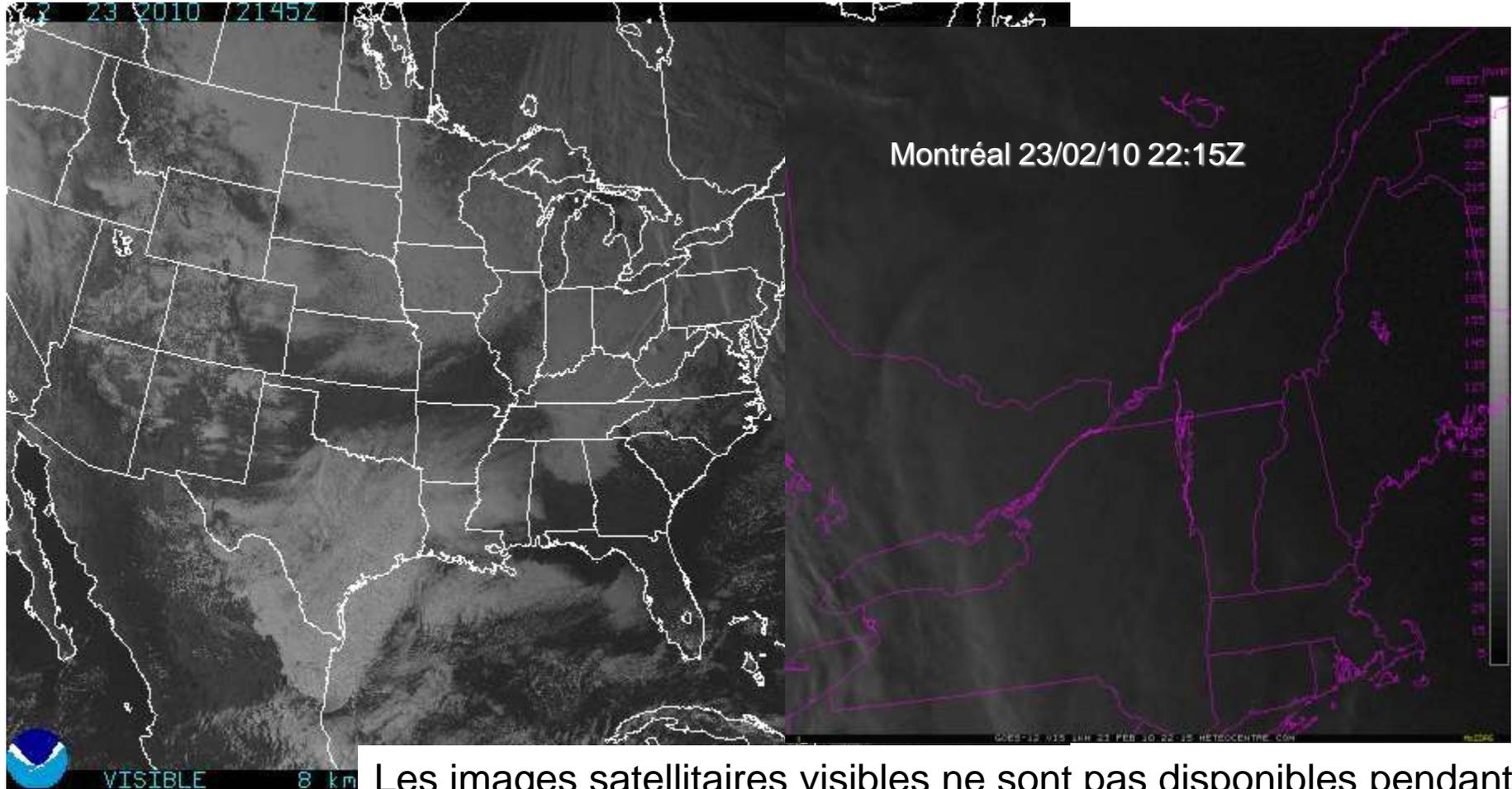


Image satellitaire visible

C'est l'équivalent d'une photo des nuages : mesure de rayonnement visible centré à 0,65 microns par le radiomètre installé au satellite. La lumière réfléchié dépend de l'albédo de la surface.



Les images satellitaires visibles ne sont pas disponibles pendant la nuit.

Nuages vues (visible) de la station spatiale

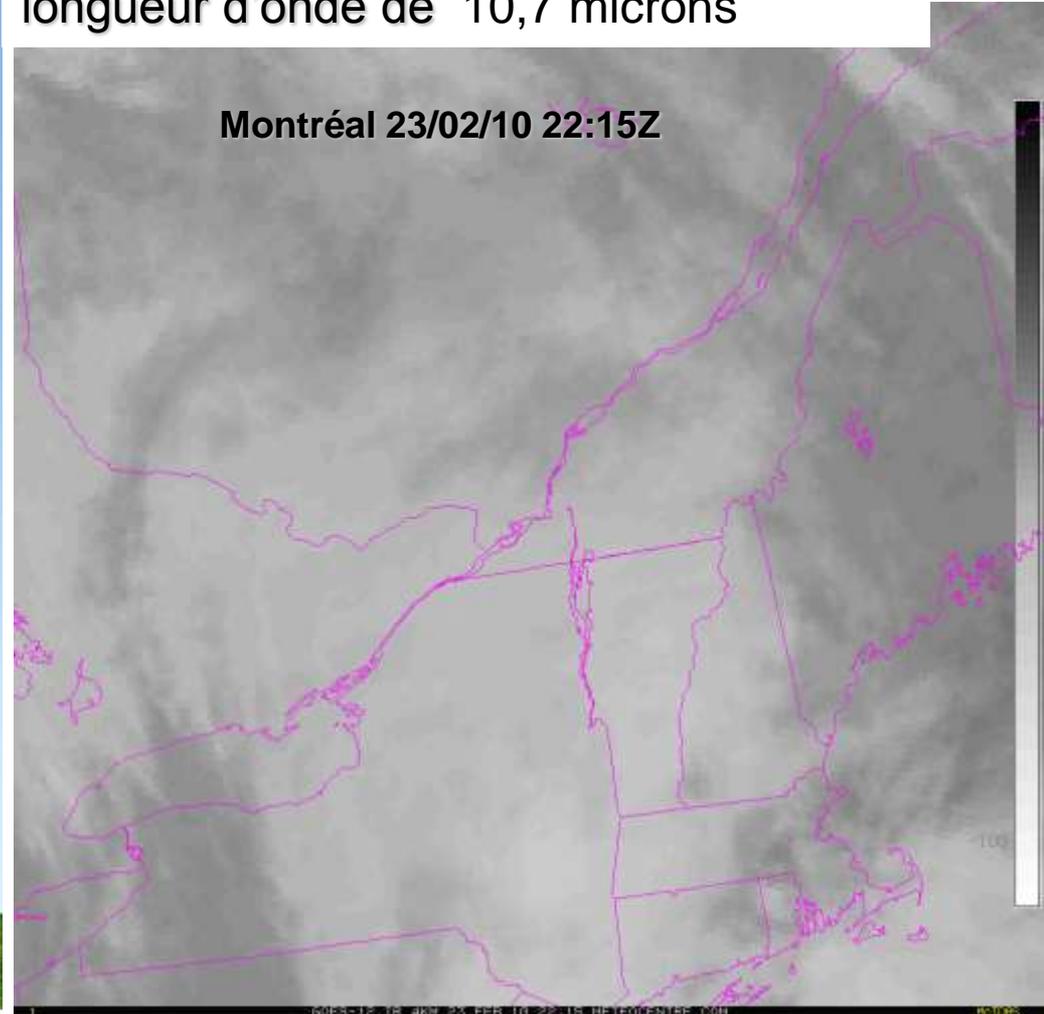
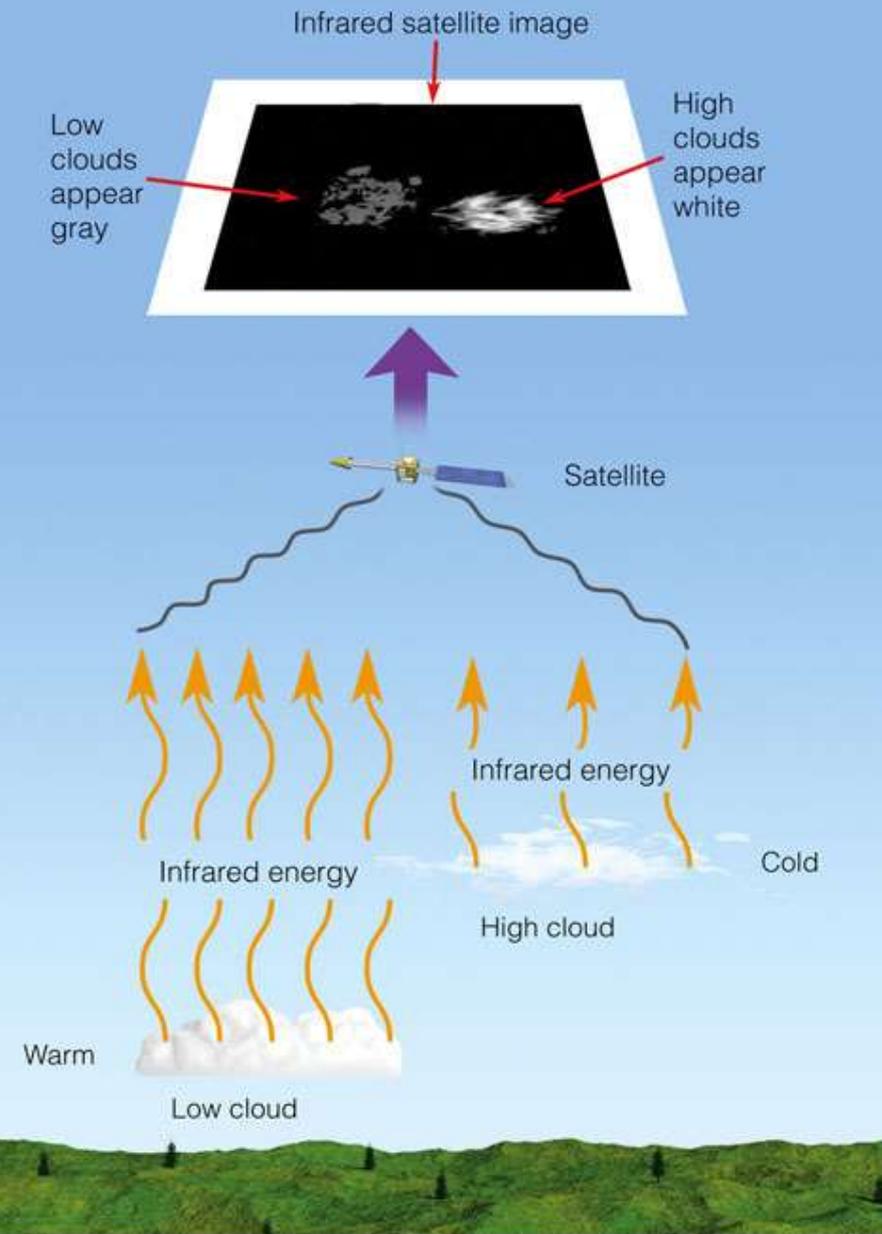
04.2-38

https://www.flickr.com/photos/astro_alex/albums/72157644

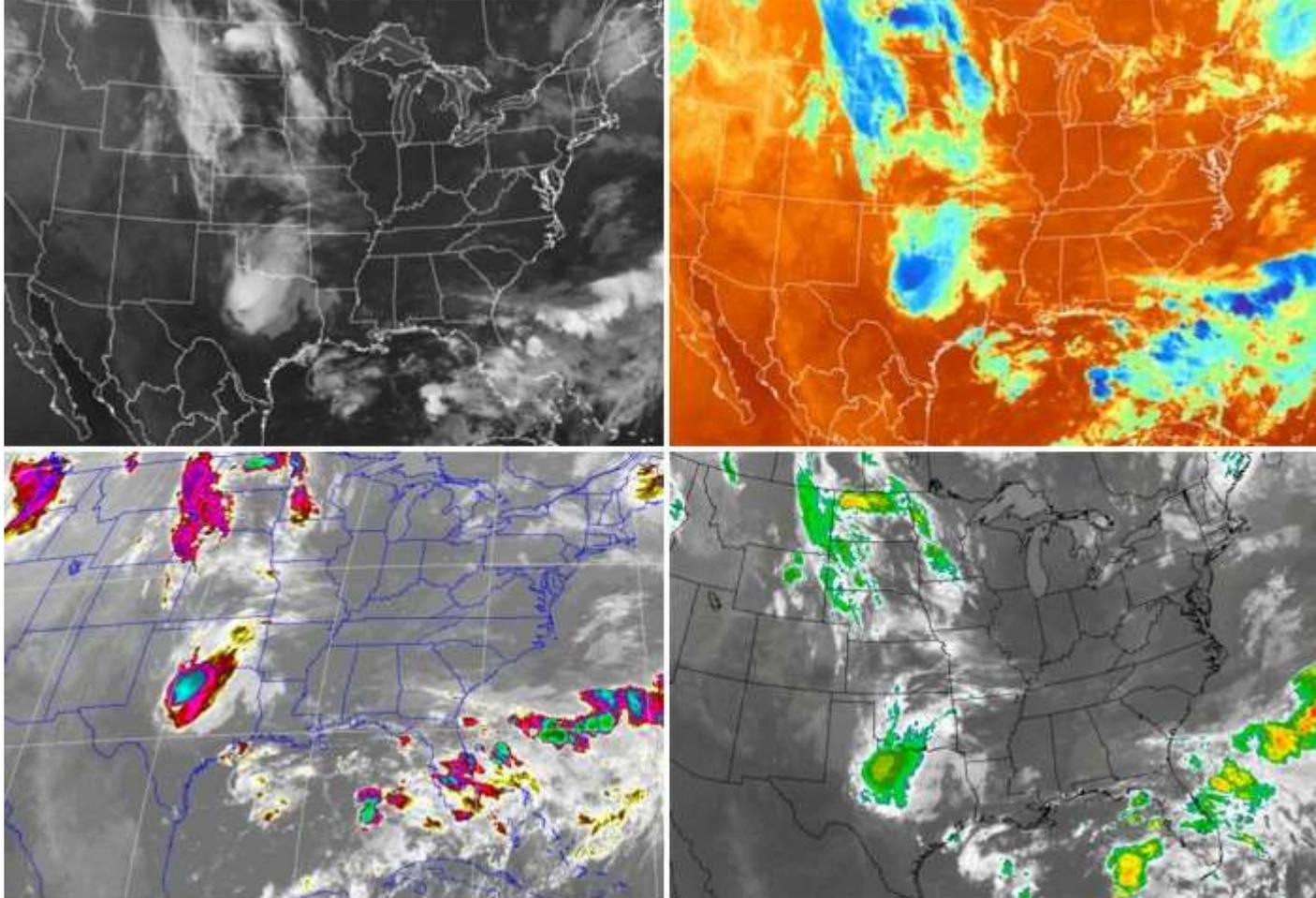
Auteur : Alexander Gerst



Un satellite avec un détecteur de rayonnement infrarouge peut distinguer les nuages bas (chauds) des nuages hauts (froids). En plus, les images IR sont disponibles jour et nuit. (Le radiomètre mesure la radiance émise à la longueur d'onde de 10,7 microns



Les images IR sont présentées de plusieurs façons :

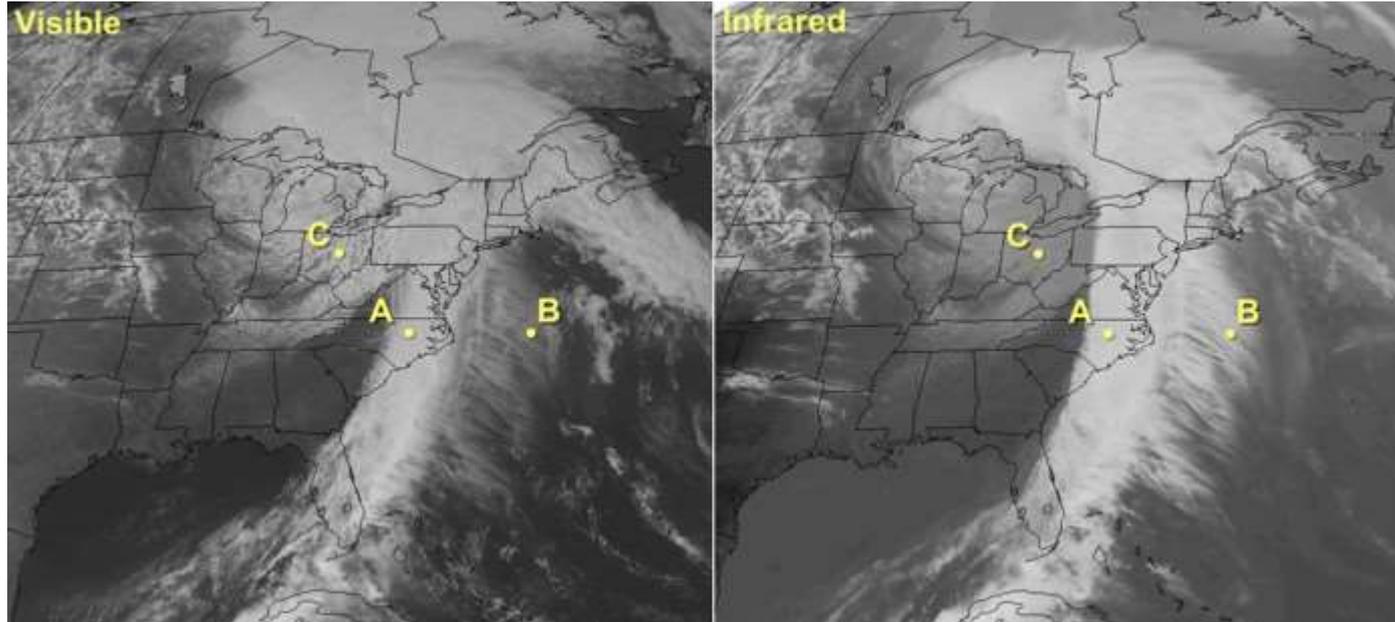


Source: <http://learningweather.psu.edu/node/23>

Quatre images infrarouges différentes. L'image IR "traditionnelle" est affichée en haut à gauche. Les autres images satellites sont considérées comme des images infrarouges améliorées car elles contiennent des couleurs qui marquent certaines plages de températures clés (dans ce cas des températures très froides, donc des nuages dont les sommets sont hauts).

Exercice 1 – dépression aux latitudes moyennes

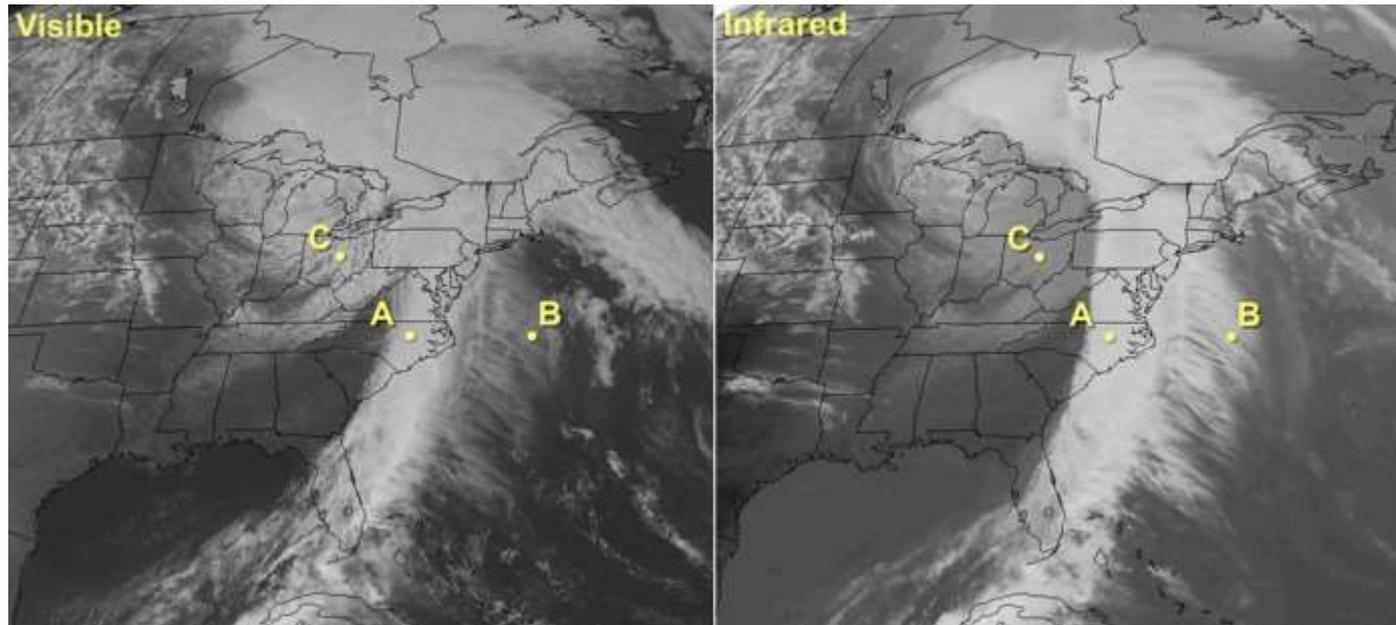
Images visible (à gauche) et infrarouge (à droite) d'un amas de nuages classique en forme de virgule, associé à un fort système de basse pression centré sur l'Ohio à 18Z le 30 avril 1996.



Veillez examiner les images visibles et infrarouges côte-à-côte ci-dessus. Notez la ligne des nuages blancs lumineux s'étendant de la Caroline du Nord à la Floride centrale (marquée par le point «A»). Leur luminosité sur les images visibles indique qu'elles sont des nuages épais. Regardez la même zone sur l'image infrarouge, notez l'aspect blanc brillant, indiquant que les sommets des nuages sont froids. Ainsi, étant donné que ces nuages sont épais et ont des sommets froids, il est assez sûr de supposer qu'ils appartiennent probablement à la famille de cumulonimbus (dont les sommets peuvent atteindre des altitudes aussi hautes que 18 km).

Exercice 1 – dépression aux latitudes moyennes

Images visible (à gauche) et infrarouge (à droite) d'un amas de nuages classique en forme de virgule, associé à un fort système de basse pression centré sur l'Ohio à 18Z le 30 avril 1996.



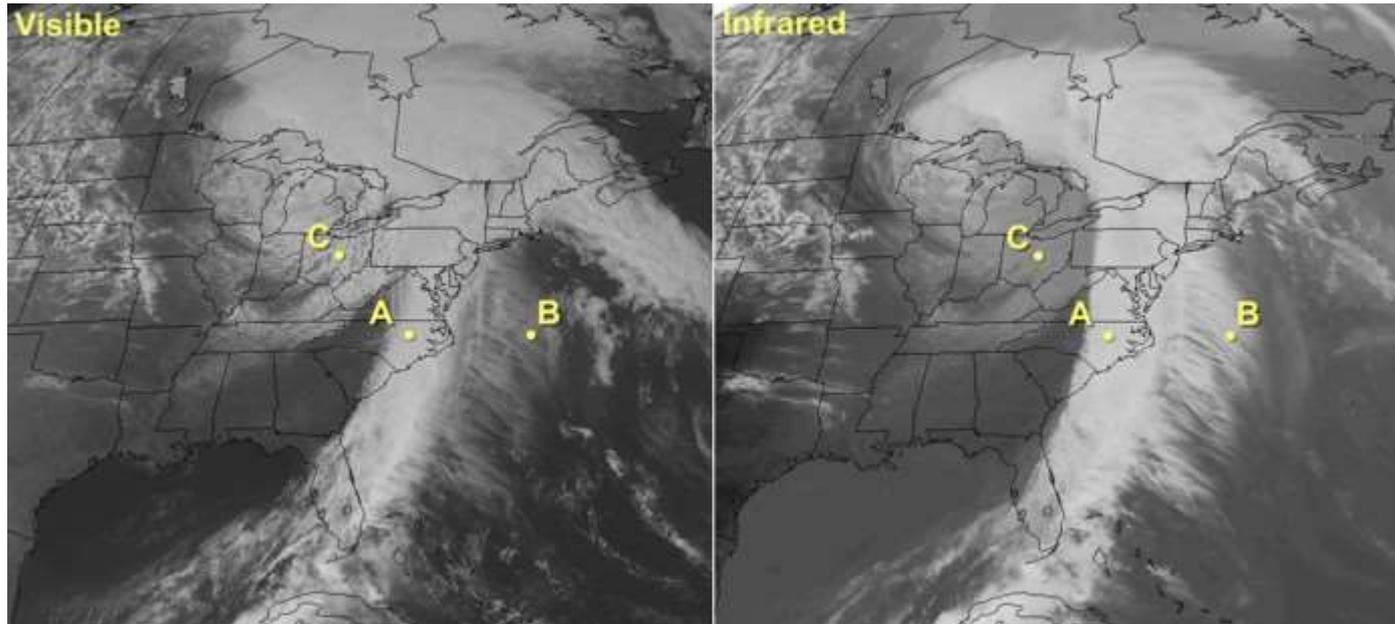
B : Maintenant concentrez votre attention sur les nuages sur l'Atlantique juste à l'est de la ligne de cumulonimbus (point "B"). De toute évidence, ces nuages plumeux ne sont pas aussi brillants que les cumulonimbus sur les images visibles (et donc pas aussi épais ...). En effet, ces nuages sont relativement minces. Sur l'image infrarouge, ces nuages minces apparaissent blancs, ce qui signifie qu'ils ont des sommets froids. En conséquence, nous pouvons maintenant catégoriser ces nuages comme cirrus.

IR : mise en garde

Une réserve sur les nuages très minces. Dans ce cas, le rayonnement infrarouge de la surface de la terre "fuit" à travers les nuages minces et atteint le satellite. Avec un mélange de rayonnement moins intense des sommets des nuages hauts et plus intense de rayonnement émis par le sol, le satellite détecte un signal moyen qui est quelque part entre les deux, ce qui entraîne des nuages apparemment plus chauds et plus bas qu'ils ne le sont réellement.

Exercice 1 – dépression aux latitudes moyennes

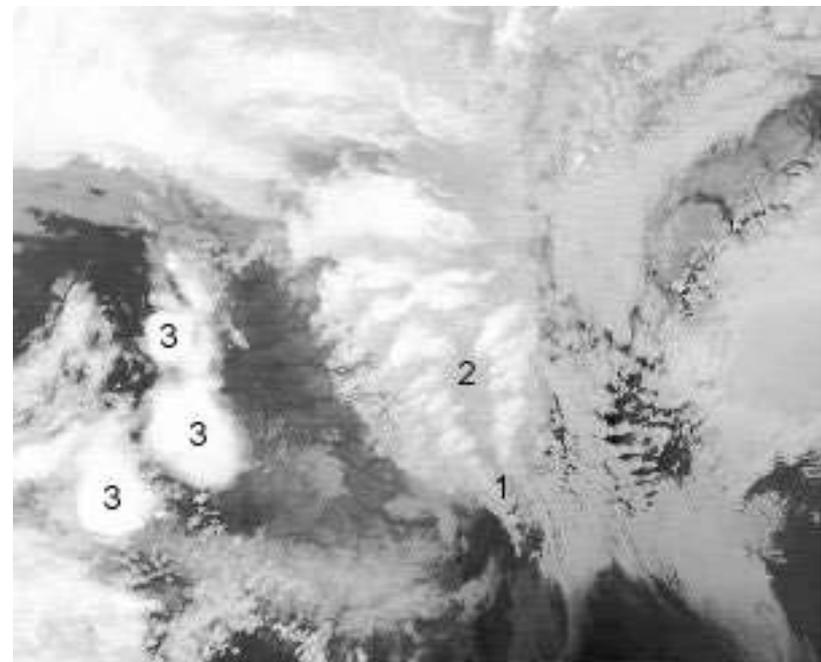
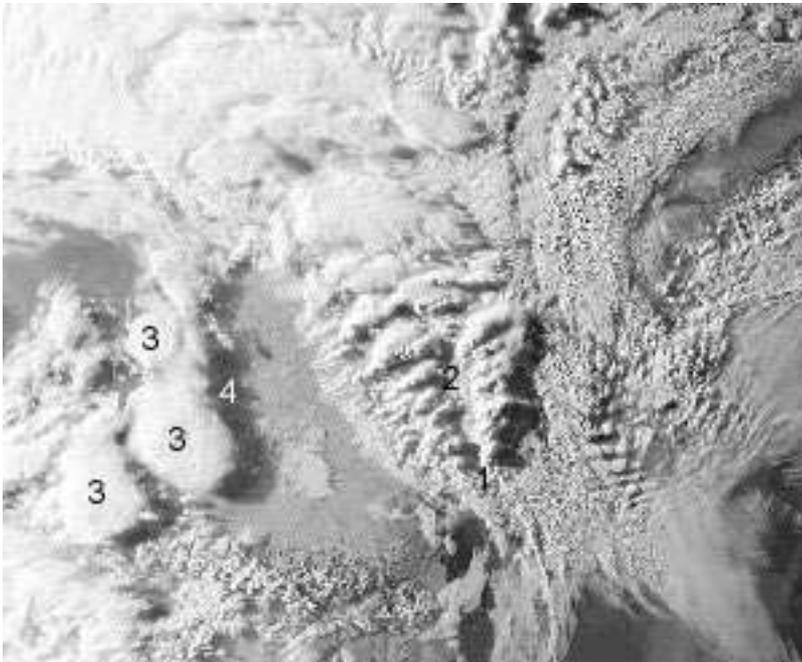
Images visible (à gauche) et infrarouge (à droite) d'un amas de nuages classique en forme de virgule, associé à un fort système de basse pression centré sur l'Ohio à 18Z le 30 avril 1996.



C : Enfin, regardons les nuages sur les Grands Lacs et la vallée supérieure de l'Ohio (point «C»). Sur l'image infrarouge, leur aspect grisâtre les caractérise de nuages bas. Sur l'image visible, ces nuages sont assez lumineux, ce qui signifie qu'ils sont des nuages modérément épais. Étant donné la nature cellulaire des nuages dans certaines zones ainsi que les ruptures apparentes entre les nuages, nous en déduisons qu'il s'agit probablement de stratocumulus, avec peut-être un stratus sur une partie des Grands Lacs supérieurs.

Exercice 2 - orages

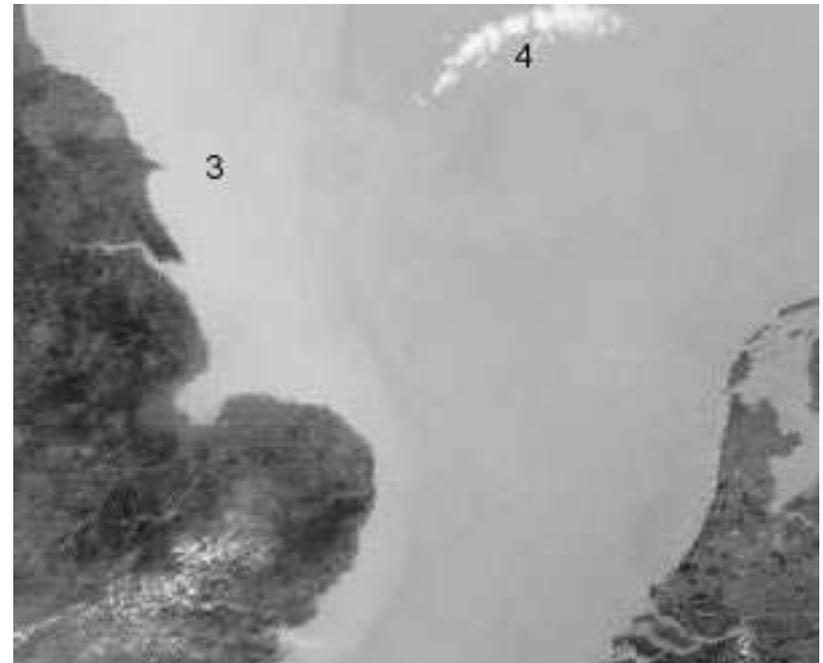
17 mai 1999 18:18 UTC, Sud de la France. En bas à droite, c'est la mer Méditerranée. Une dépression sur l'Espagne génère un fort vent de sud à sud-est sur les Cévennes (1), ce qui donne naissance à des nuages d'onde. Ceux-ci sont visibles à la fois sur les images visible et infrarouge, sous la forme de deux bandes légèrement divergentes (2). Sur la gauche des images, on voit des nuages d'orage: des cumulonimbus (3). Disques très blancs sur l'image infrarouge, car leur sommet, très haut, est très froid. Ces nuages de grande extension verticale ont une ombre importante (4) que l'on voit bien sur l'image visible dans la lumière rasante du soir.



Images visible (à gauche) et infrarouge (à droite)

Exercice 3 - brouillard

5 septembre 1999 13:45 UTC, Sud de la Mer du Nord. Sur l'image visible, une bande de nuages (1) apparaît le long de l'Angleterre. Le ciel est clair sur le reste de la mer, sauf un petit croissant de nuages (2). Sur l'image infrarouge, la bande de nuages (3) le long de l'Angleterre se voit moins bien. Elle n'est que légèrement plus claire que la mer. Ce sont donc des nuages dont la température du sommet n'est pas beaucoup plus froide que la température de la mer. Cela veut dire que ce sont des nuages bas, probablement des stratus ou même du brouillard. En revanche, le petit croissant de nuages (4) apparaît nettement plus blanc que la mer, ce sont donc des nuages plus élevés.



Images visible (à gauche) et infrarouge (à droite)

Résumé

■ Classification des nuages

● Hauteur

■ Haut : cirro...

- Cirrus
- Cirrostratus
- Cirrocumulus

■ Moyen : alto...

- Altostratus
- Altocumulus

■ Bas

- Stratus
- stratocumulus

● Forme

■ Stratus

■ Développement vertical : cumulus

- Cumulus
- Cumulus congestus
- cumulonimbus

■ Classification des nuages (suite)

● Précipitation : nimbus

- Nimbostratus
- Cumulonimbus

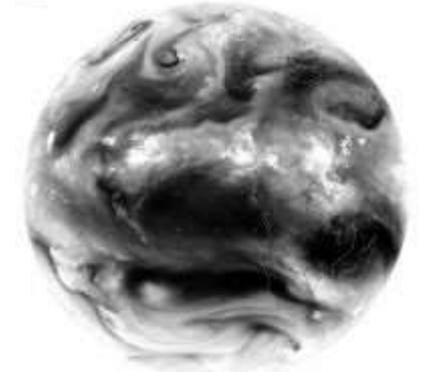
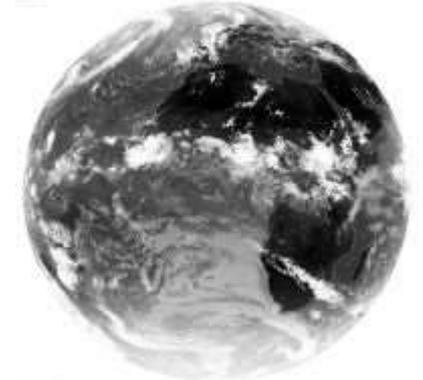
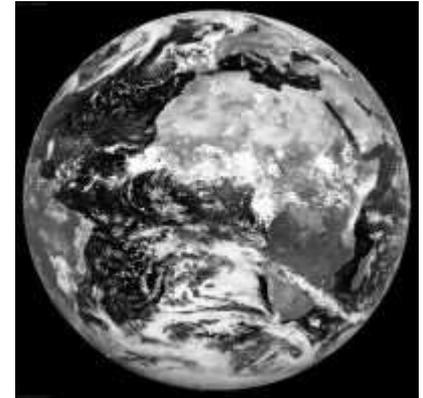
■ Observation des nuages

● Satellites

- Géostationnaire
- À orbite polaire
- Images satellitaires
 - Visibles
 - Infrarouge
 - Vapeur d'eau
 - ...

Résumé (suite)

- Les images visibles représentent la quantité de lumière visible rétrodiffusée par les nuages ou la surface de la Terre. La quantité de lumière visible rétrodiffusée (réfléchi) dépend de l'albédo de la surface. Les nuages et la neige apparaissent en blanc et les zones sans nuage en noir. Les nuages épais sont plus brillants que les nuages fins. Il est difficile de distinguer les nuages bas des nuages élevés. Pour cela, il faut utiliser les images infrarouges. On ne peut pas utiliser les images visibles la nuit.
- Les images infrarouges représentent une mesure du rayonnement infrarouge émis par le sol ou les nuages. Ce rayonnement dépend de la température. Plus l'objet est chaud, plus il est noir et plus l'objet est froid, plus il est blanc. Les nuages élevés apparaissent plus blancs que les nuages bas car ils sont plus froids. Dans les zones sans nuages, plus le sol est chaud, plus il est sombre.
- Les images vapeur d'eau représentent une mesure du rayonnement infrarouge influencé par la vapeur d'eau dans l'atmosphère. Cela permet de déterminer les zones sèches et les zones humides. Les zones sombres correspondent à des zones sèches et les blanches à des zones humides.



<http://fr.allmetsat.com/interpretation.php>

Interprétation des images satellitaires avec exemples.

<http://learningweather.psu.edu/node/20>

Quiz nuages

<http://mash.wifeo.com/nuages-eleves.php>

Reconnaître les nuages

<http://www.earthporm.com/7-breathtaking-natural-cloud-formations/>

Nuages extraordinaires

