

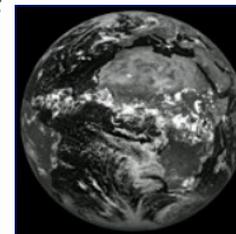
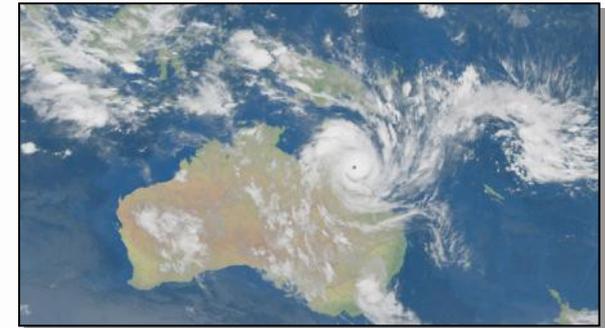
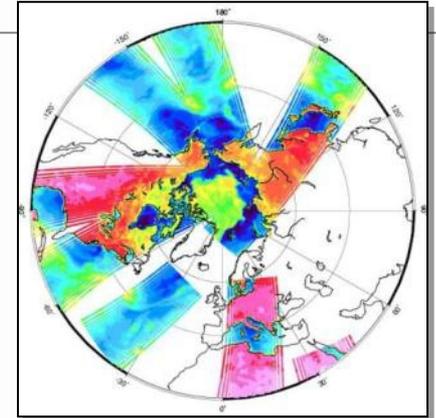


L'utilisation des satellites pour la météorologie

Benoît Thomé
Météo-France - Centre de Météorologie Spatiale
Mai 2015

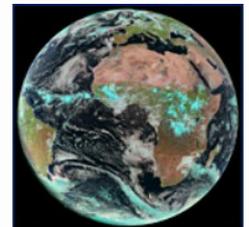
Objectifs de la météorologie satellitaire

- Des données essentielles pour la **PREVISION NUMERIQUE** du temps.
- Un outils d'**OBSERVATION** en temps réel :
 - Les nuages** (classification, température et altitude du sommet, détection de cellules convectives, contenu en eau liquide, caractère précipitant,...).
 - L'atmosphère** (température, humidité, aérosols, panaches de cendres volcaniques, concentration de certains gaz, ...)
 - La surface** (température, flux radiatifs, indice de végétation, neige, incendies de forêt, cartographie de végétation, glaces de mer, force et direction du vent,...)
- La surveillance du **CLIMAT** :
Archivage des données à long terme et leur exploitation (bilan radiatif, statistiques sur les nuages et les précipitations,...), validation des modèles climatiques.



► Meteosat image from 11:30 on 16/08/1981.

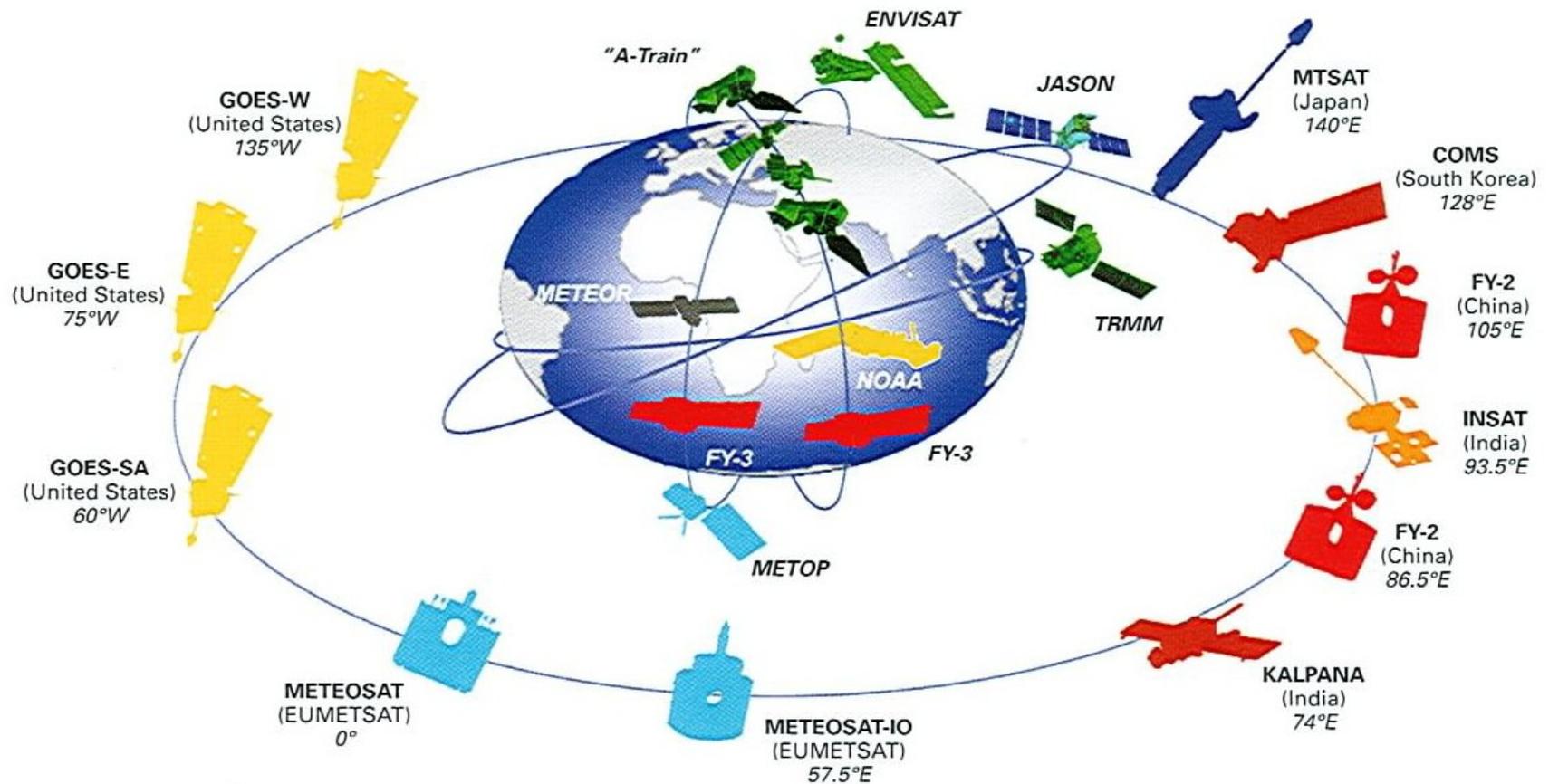
30 ans →



► Meteosat RGB composite image from 11:00 on 16/08/2011.

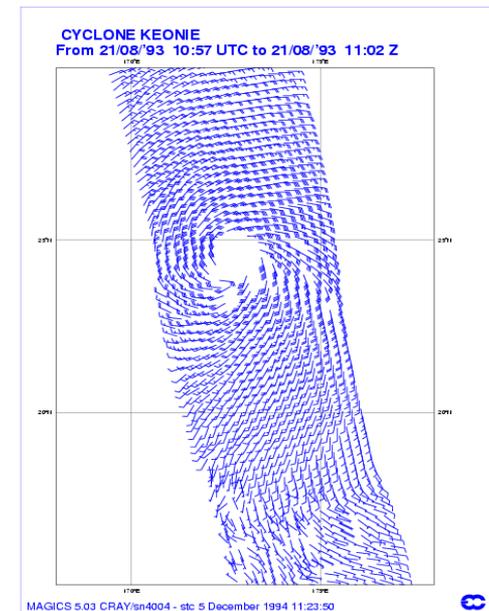
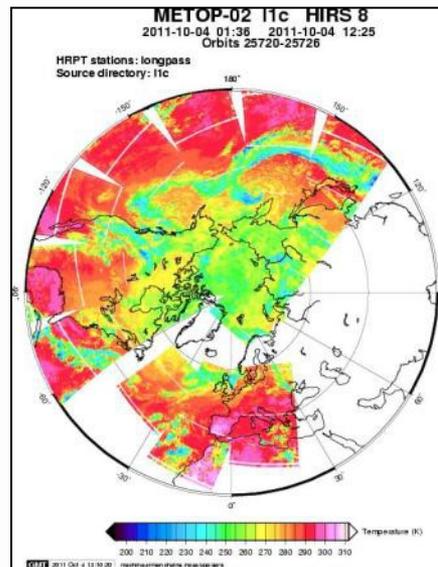
La coopération internationale

Space-Based Component of WMO Integrated Global Observing System



Les capteurs des satellites météorologiques

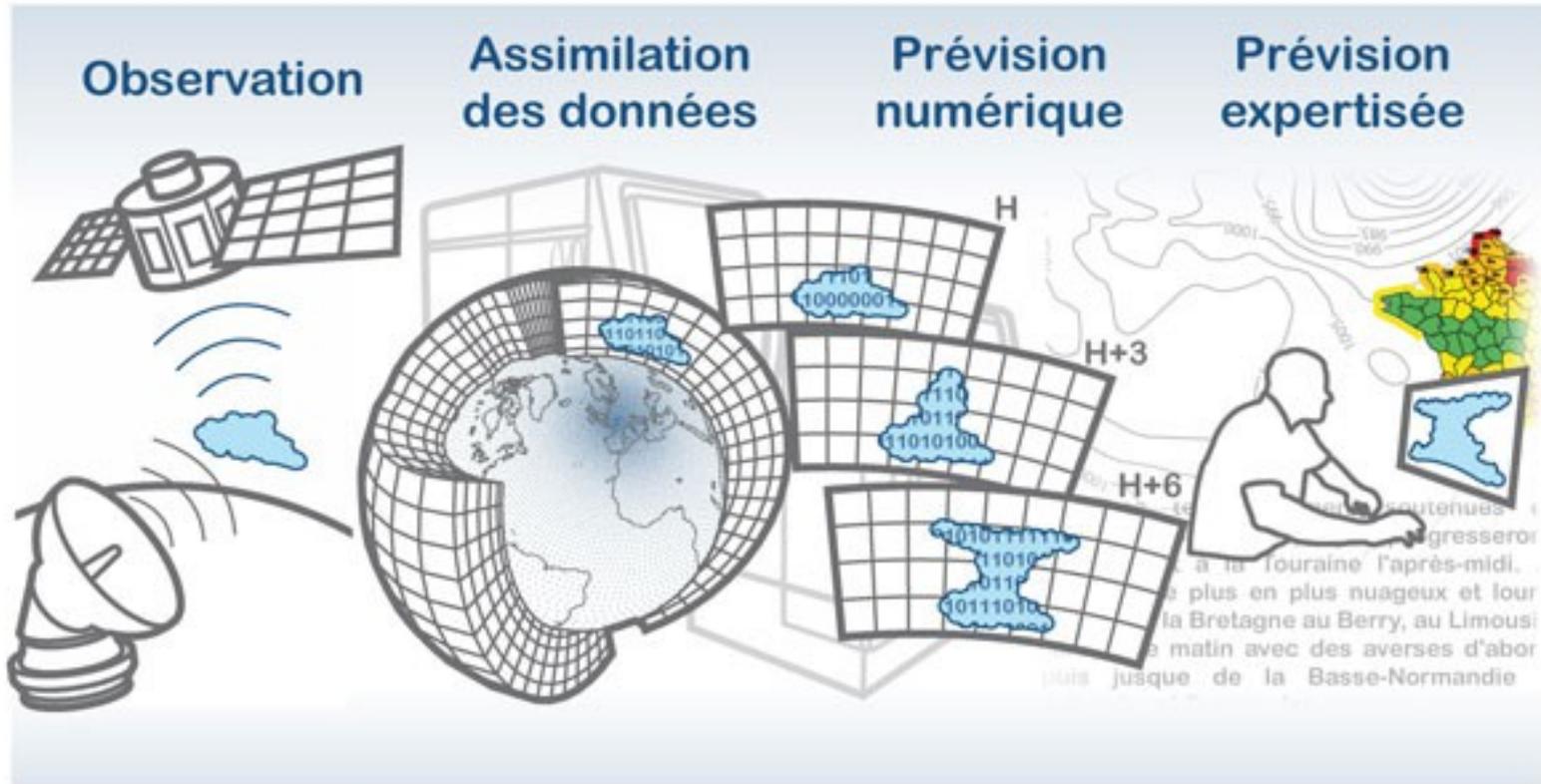
- Sur les géostationnaires, pour l'instant essentiellement des **imageurs** :
 - Radiomètre à fortes résolutions spatiale et temporelle, produisant des images spectrales dans dans quelques longueurs d'onde du visible et de l'infrarouge, 12 pour SEVIRI sur les satellites MSG
- Sur les défilants, beaucoup d'instruments dont :
 - Des imageurs proposant une meilleure résolution (375 m pour le meilleur)
 - **Des sondeurs**, radiomètre à fortes résolutions spectrales, mesurant les radiances dans un très grand nombre de longueurs d'onde dans les domaines de l'infrarouge ou des micro-ondes (ex. IASI)
 - Des radars diffusiomètres, permettant une mesure de la rugosité de la surface des océants (ASCAT sur Metop)





La boulimie des modèles de
prévision numérique du temps

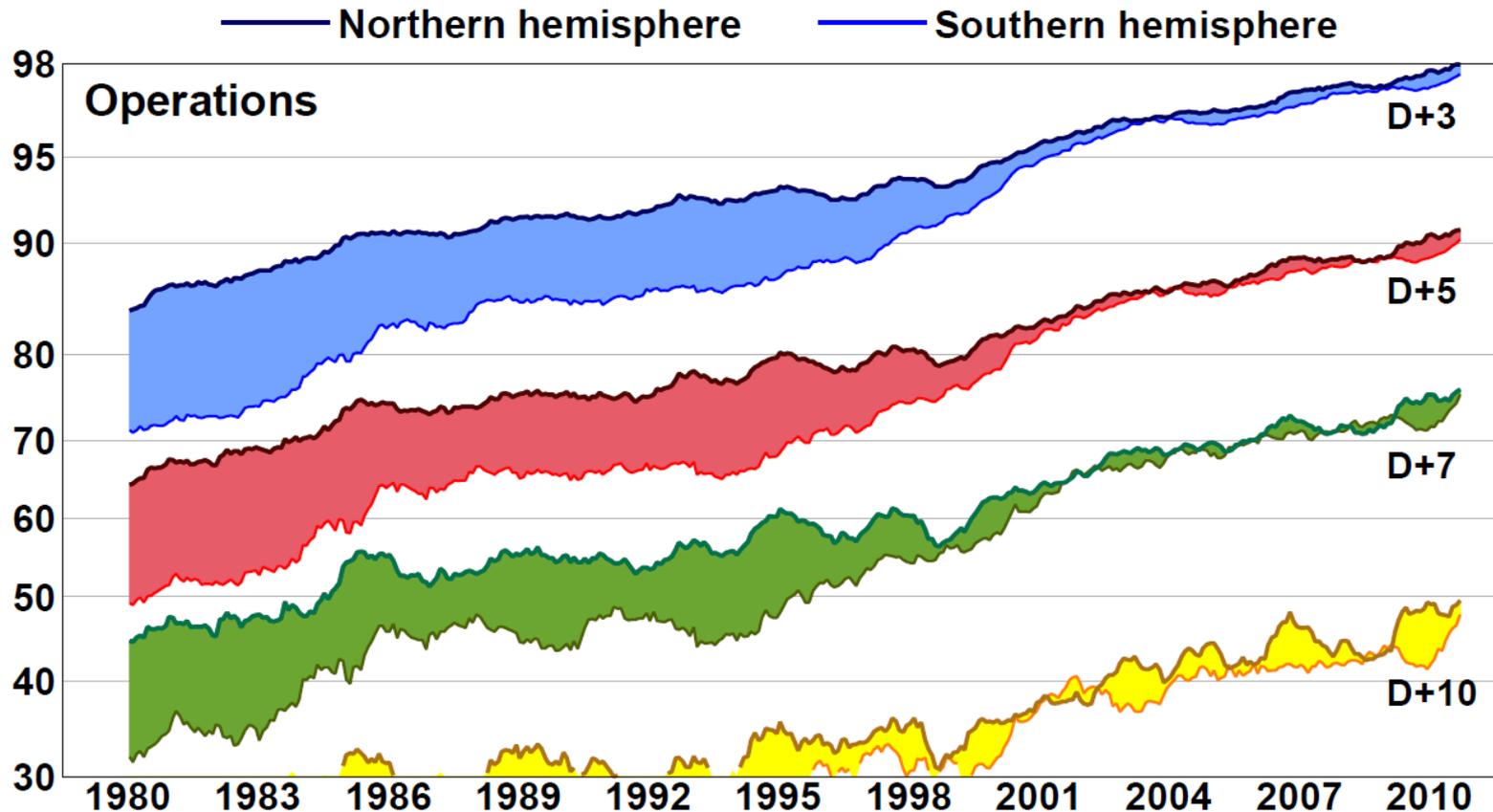
Le processus de la prévision météorologique



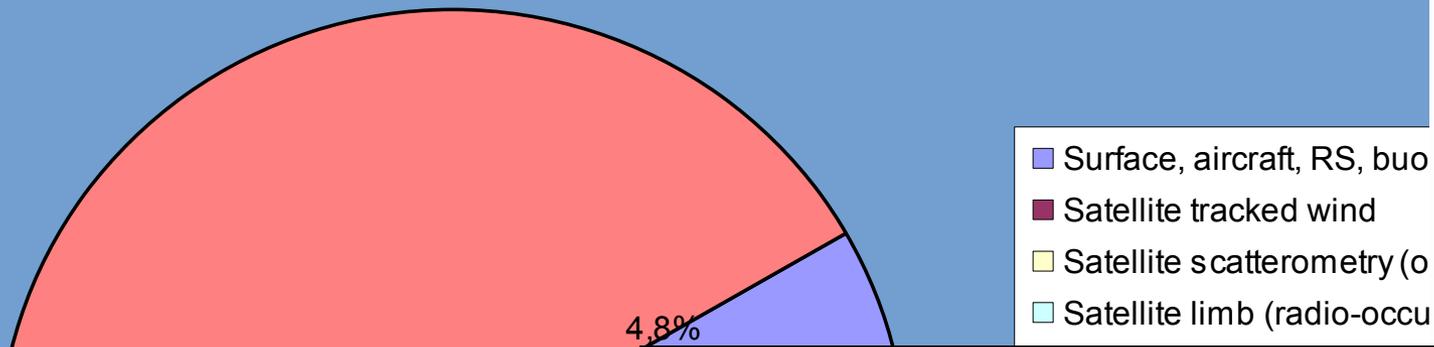
L'observation est cruciale pour reconstituer **l'état initial**

Prévision numérique du temps : amélioration continue depuis 1980

Anomaly correlation of 500hPa height forecasts

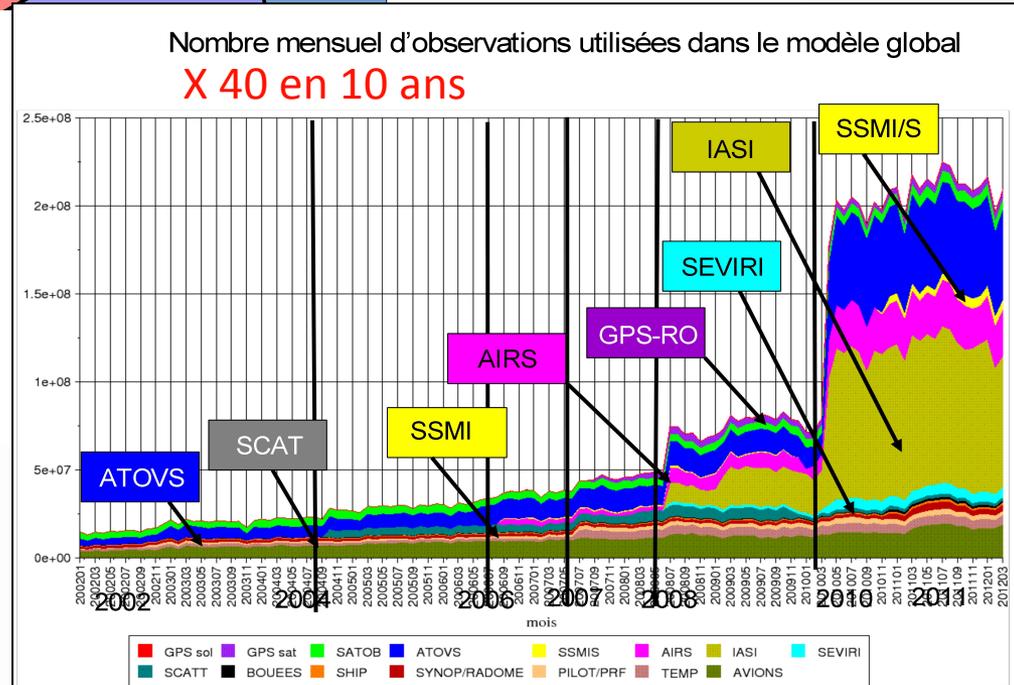


La "prévisibilité" est devenue aussi bonne sur l'hémisphère sud que sur l'hémisphère nord

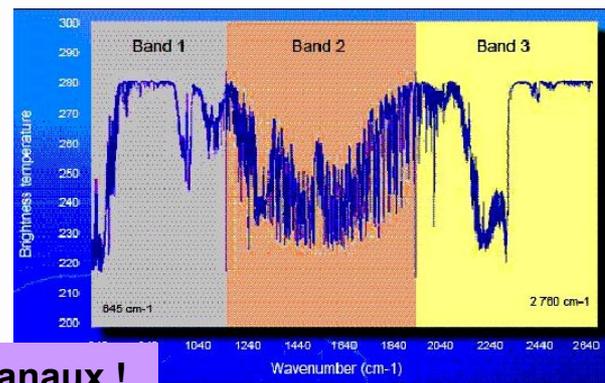
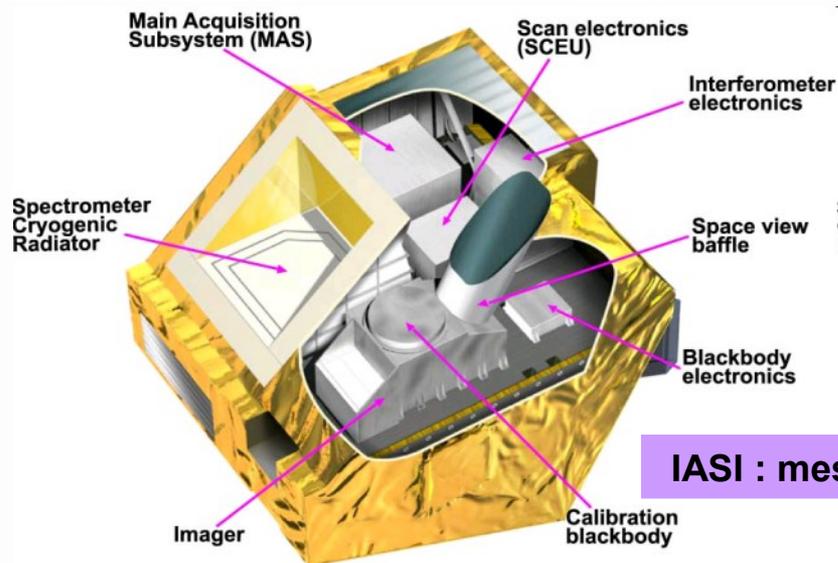


- Observations satellitaires : 95% dont 90% pour les seules radiances
- Observations “conventionnelles” : 5 % (stations de surface, radio-sondages, avions, bouées...)

(Source: CEPMMT, 2012)



Prévision numérique : les apports de MetOp, satellite défilant européen, et surtout de son instrument IASI (CNES)



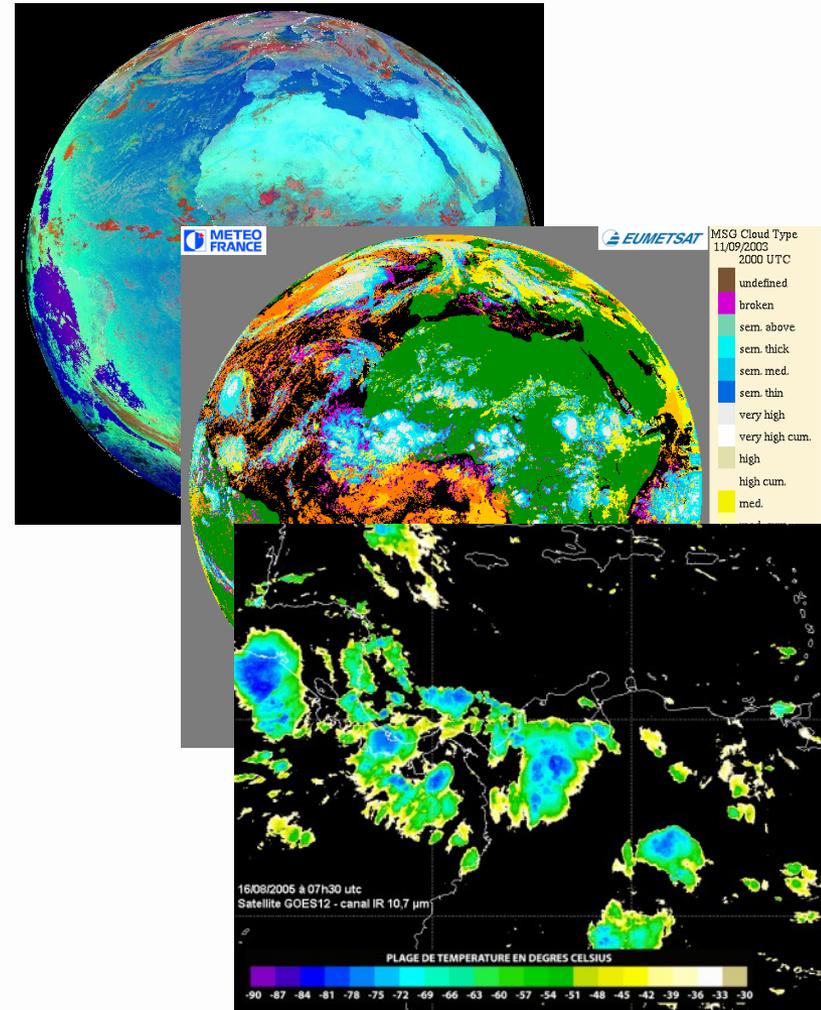
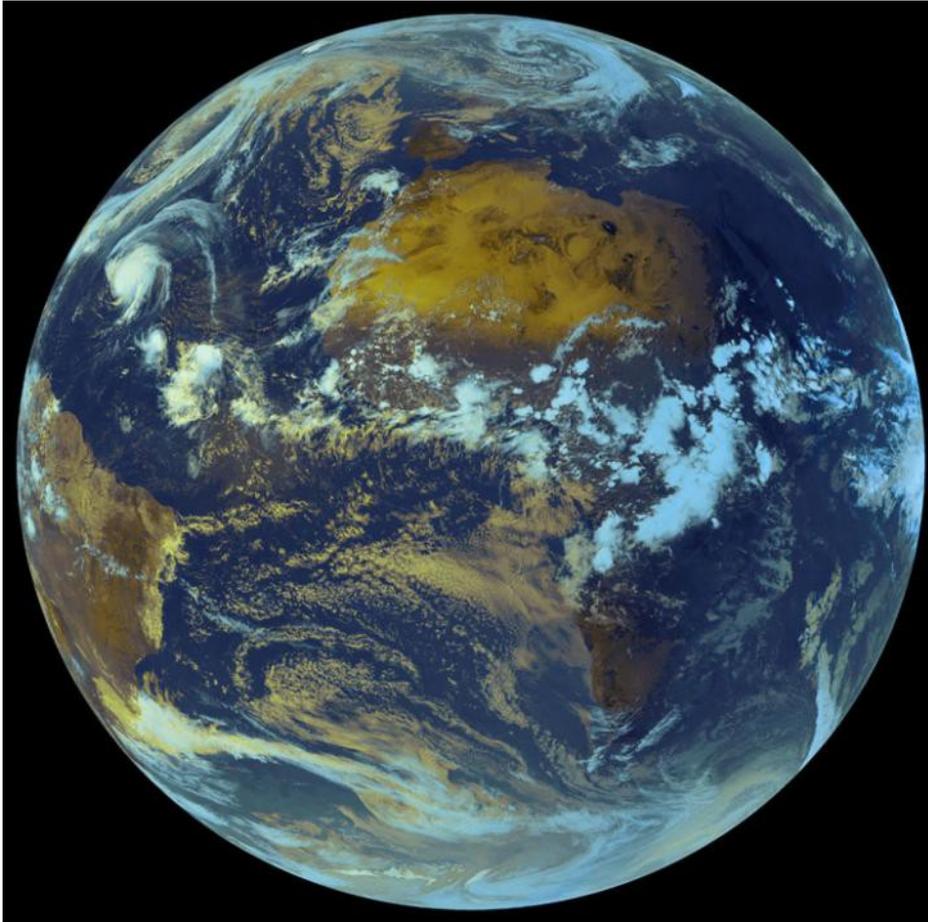
IASI : mesures dans 8461 canaux !

A large satellite dish antenna is the central focus in the foreground, its metallic surface reflecting the ambient light. In the background, a satellite is visible in orbit, illuminated by the sun, creating a bright glow. The sky is a deep blue, suggesting twilight or dawn. The overall scene is a low-angle shot, looking up at the satellite and the dish.

Outil d'observation temps réel

Observation des nuages

Les nuages



RDT (Rapid Developing Thunderstorm)

Les données d'entrée :

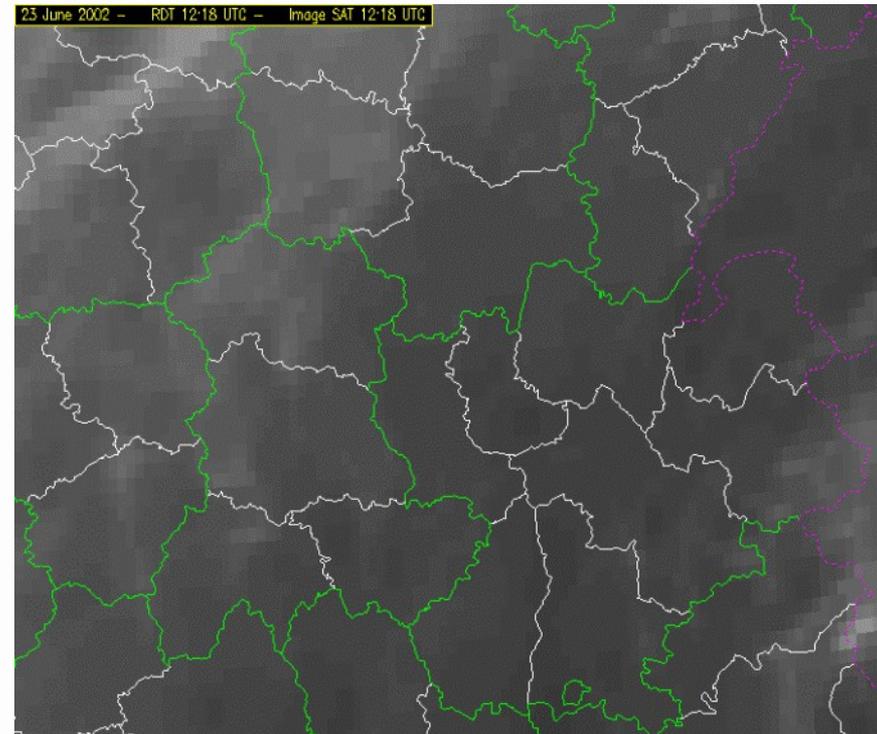
Images sat. du canal IR 10,8 μm

Données optionnelles :

- ✓ Localisation des impacts de foudre.
- ✓ Produit CTTH (hauteur et température du sommet des nuages).

Les données de sortie :

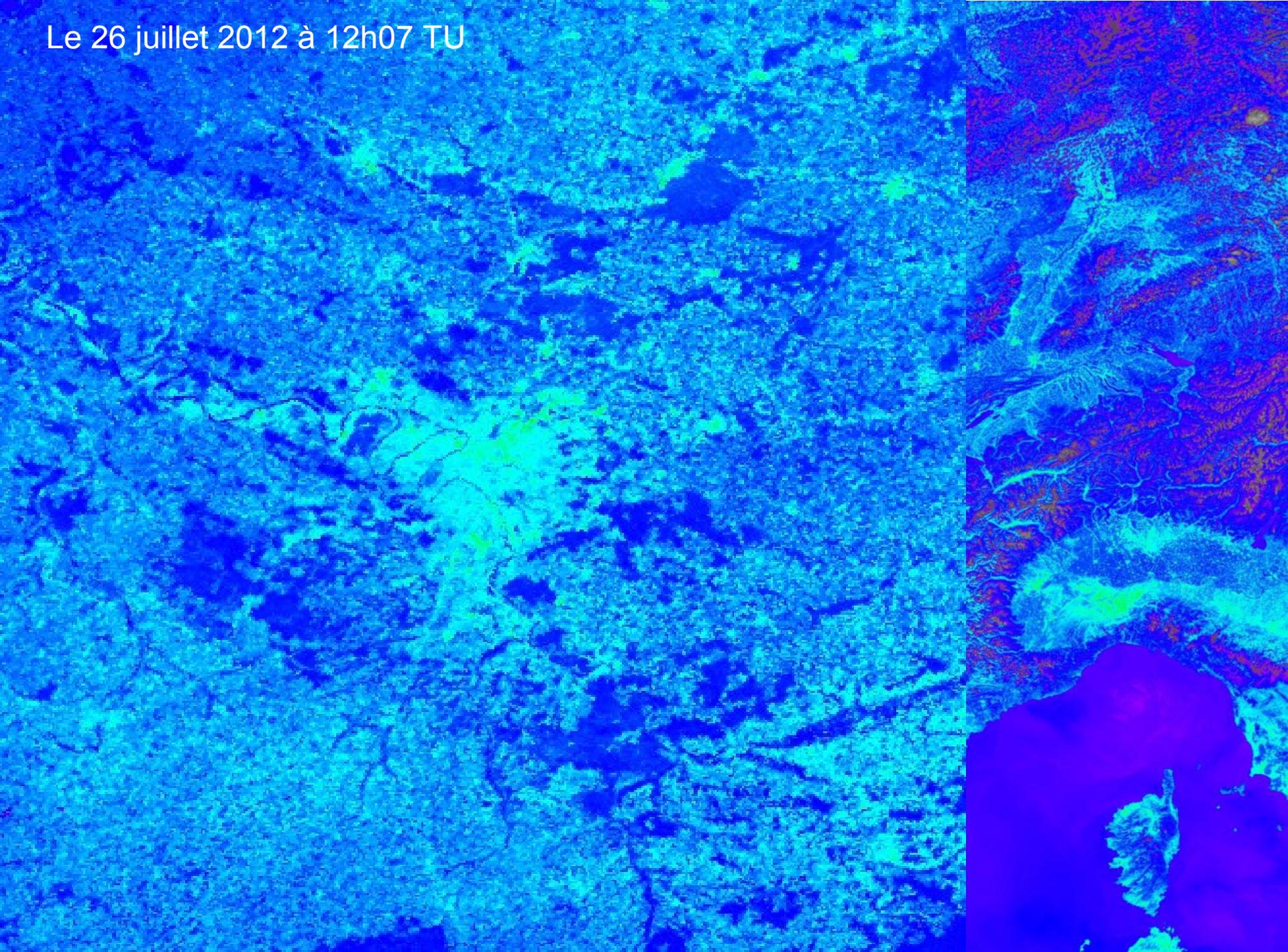
Un fichier (« le produit RDT ») est généré à l'issue du traitement de chaque image satellite.



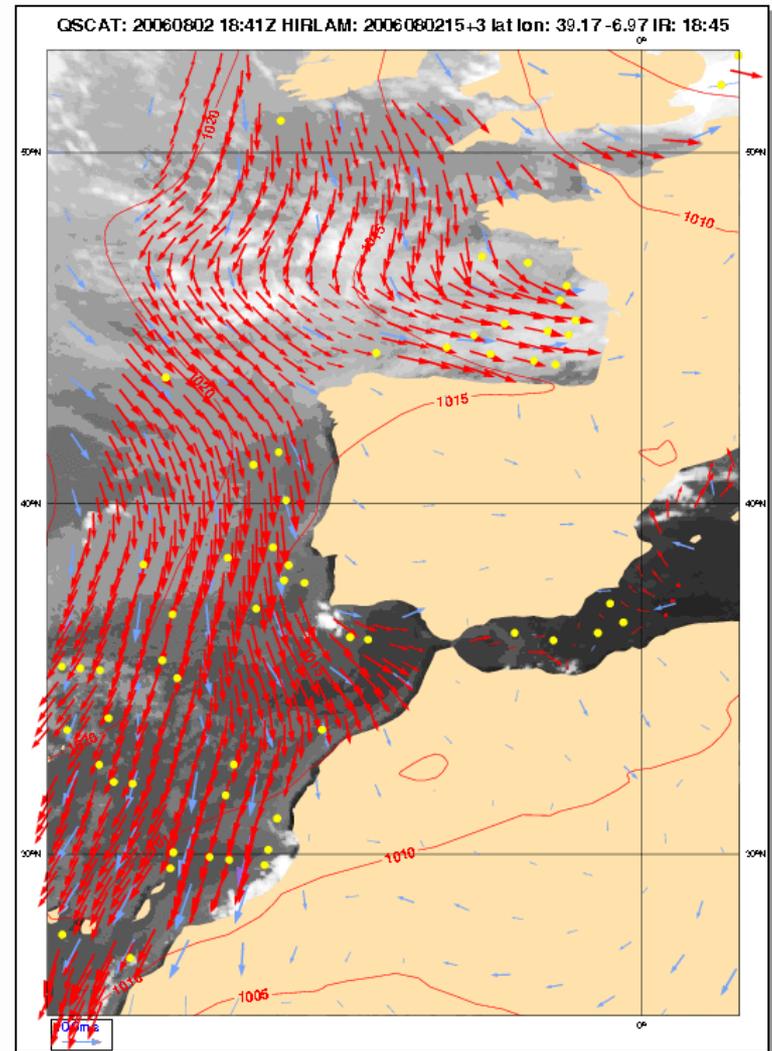
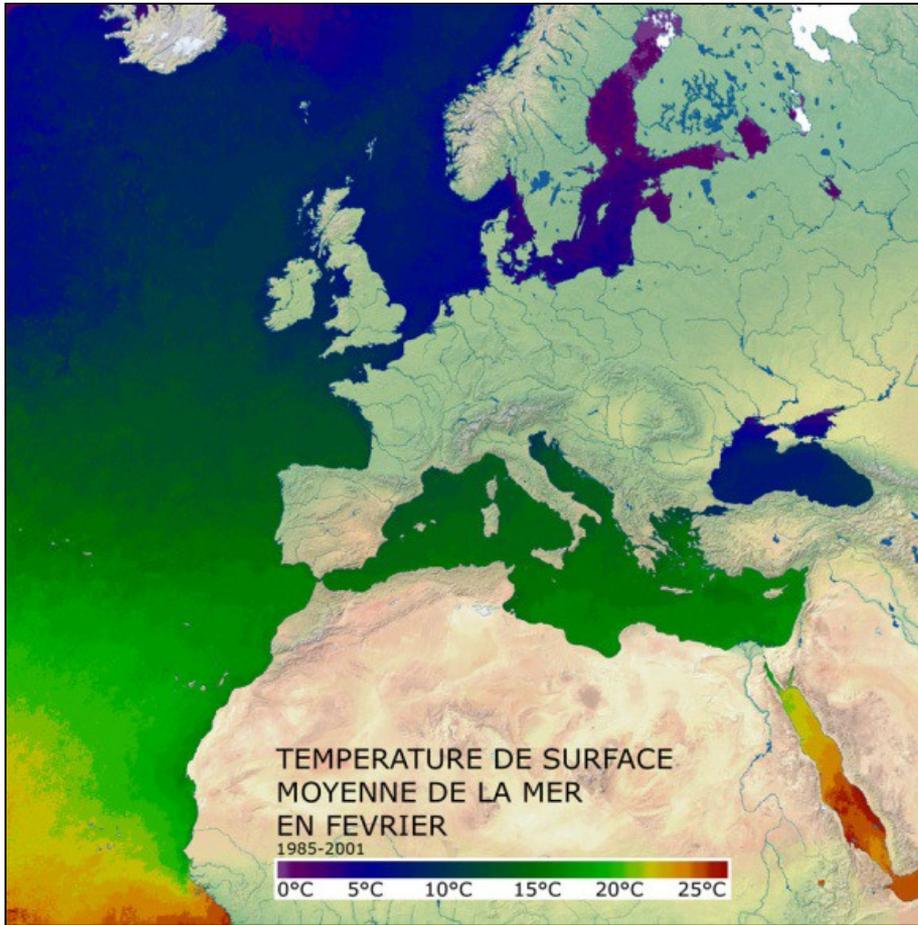
Observation des surfaces



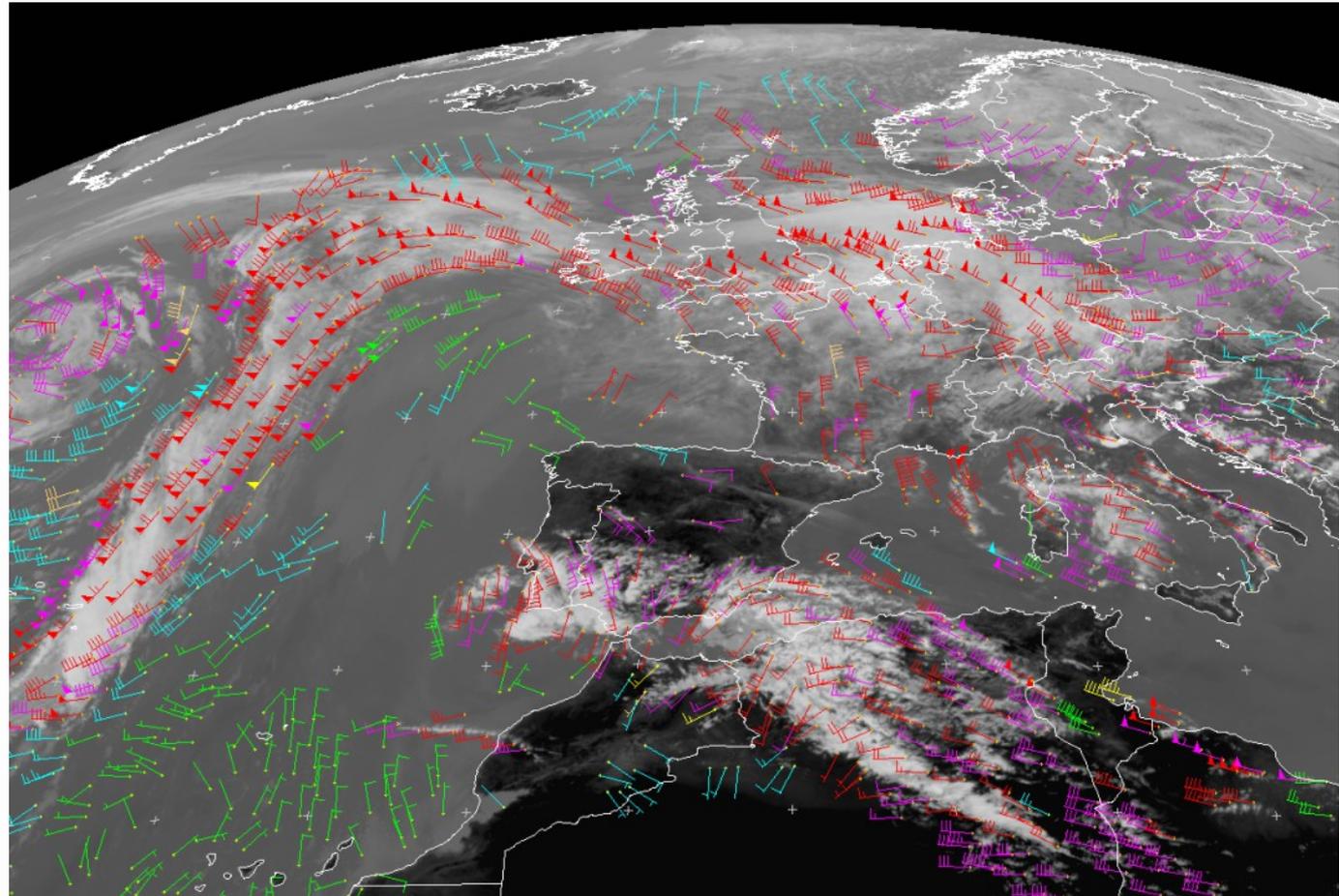
Le 26 juillet 2012 à 12h07 TU



Observation des surfaces



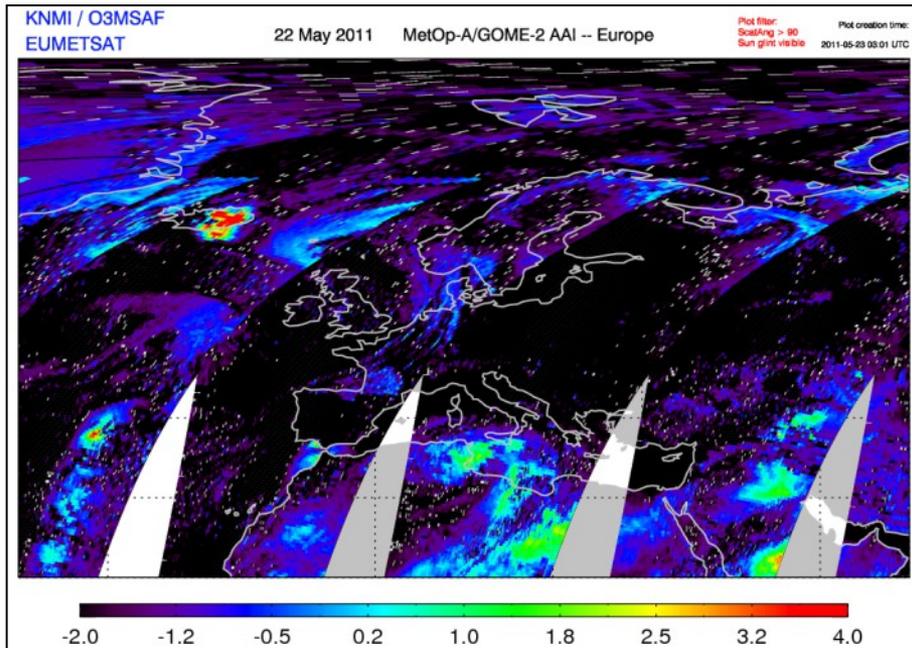
Observation de l'atmosphère : Atmospheric Motion Vector



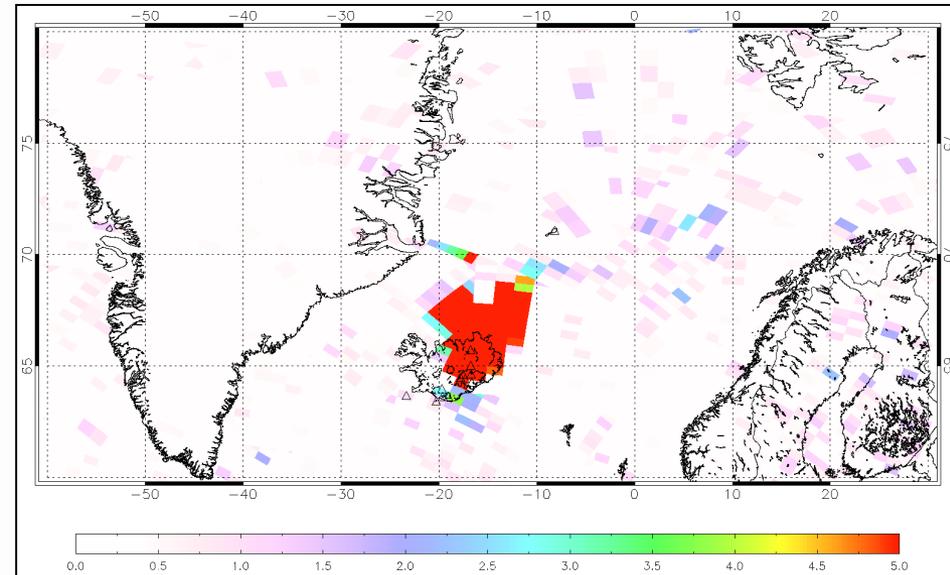
MPEF AMV 2012-05-31 11:45 UTC

EUMETSAT

Observation de l'atmosphère

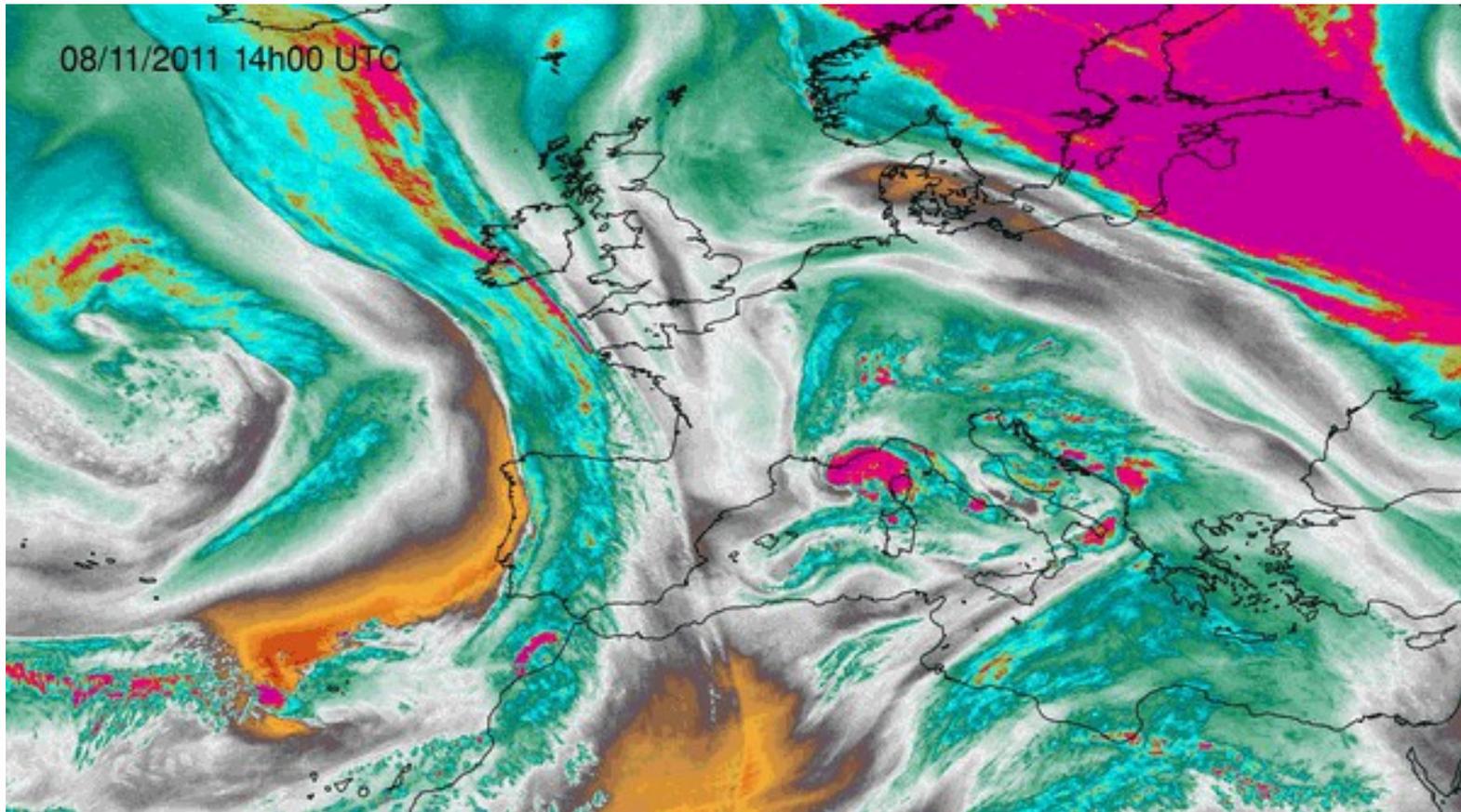


Poussières volcaniques



Signature en SO₂

Observation de l'atmosphère : vapeur d'eau





Satellite et surveillance du climat

Observations pour le climat

- Pour la validation des modèles climatiques,
- Pour l'analyse des variations climatiques à différentes échelles
- Patrimoine de base : les Fundamental Climate data record (données de niveau 1)
- Productions séries de données (Data Record) de grandeurs physiques identifiées comme ECV (Essential Climate Variable)
 - Plusieurs paramètres concernant les nuages (couverture nuageuse, épaisseur optique, altitude, pression température des sommets etc.)
 - L'albédo de surface
 - Les flux radiatifs au sommet de l'atmosphère et à la surface
 - Hu et T de l'atmosphère
- Nécessité d'un travail d'inter-calibration et de retraitement pour obtenir des séries homogènes

Data Sets: Meteosat

Meteosat Surface Radiation

First Generation (Posselt et al., 2012)

- 1983 – 2005; 0.03 deg; Meteosat Full Disk, monthly/daily/hourly
- 6 different MVIRI satellite instruments (of the same type) used!

+

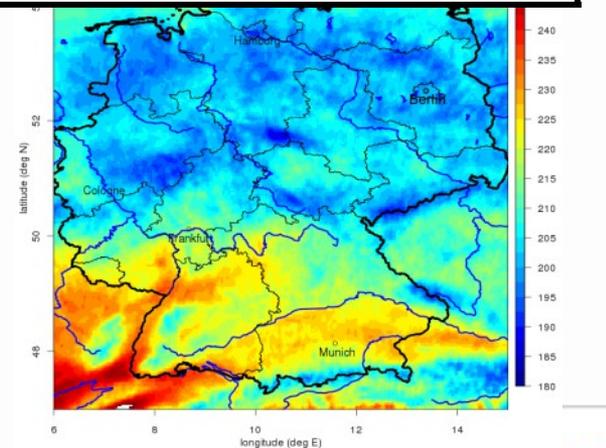
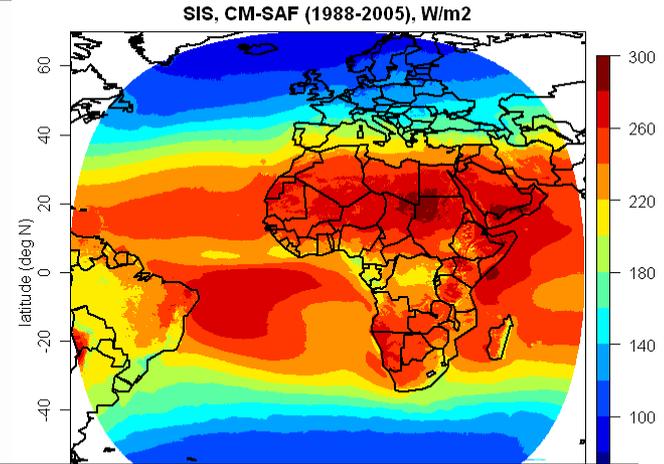
=

Meteosat Surface Radiation

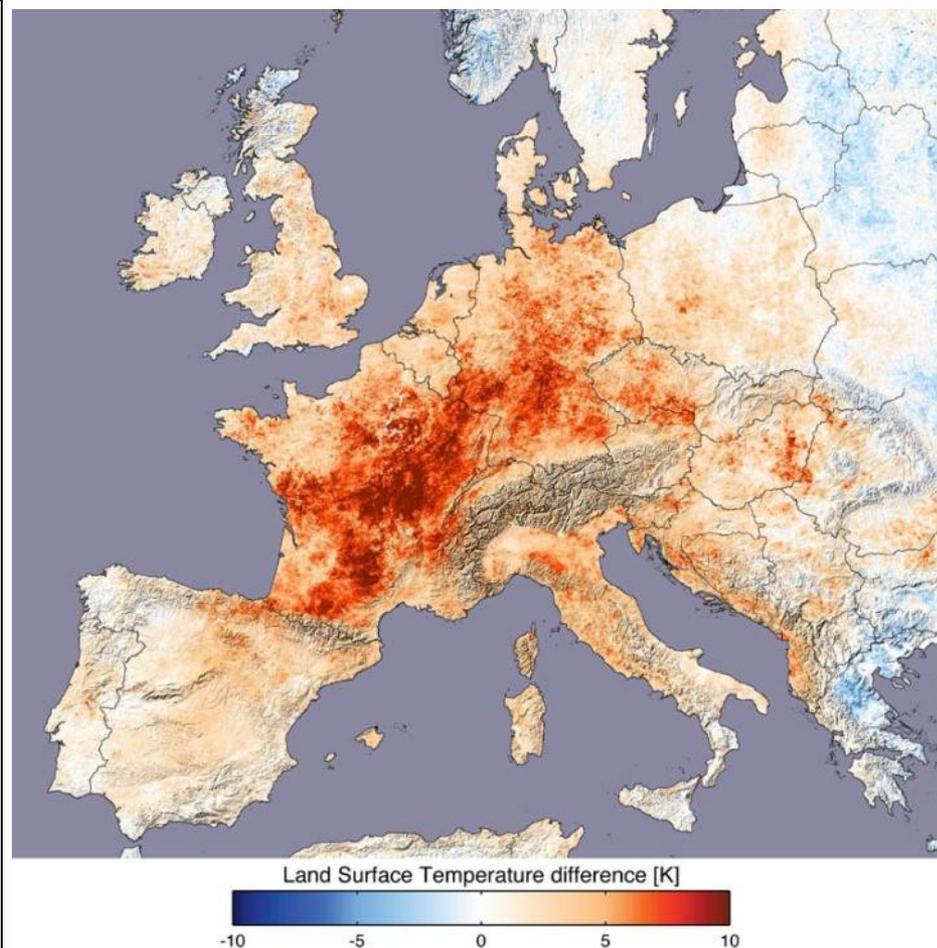
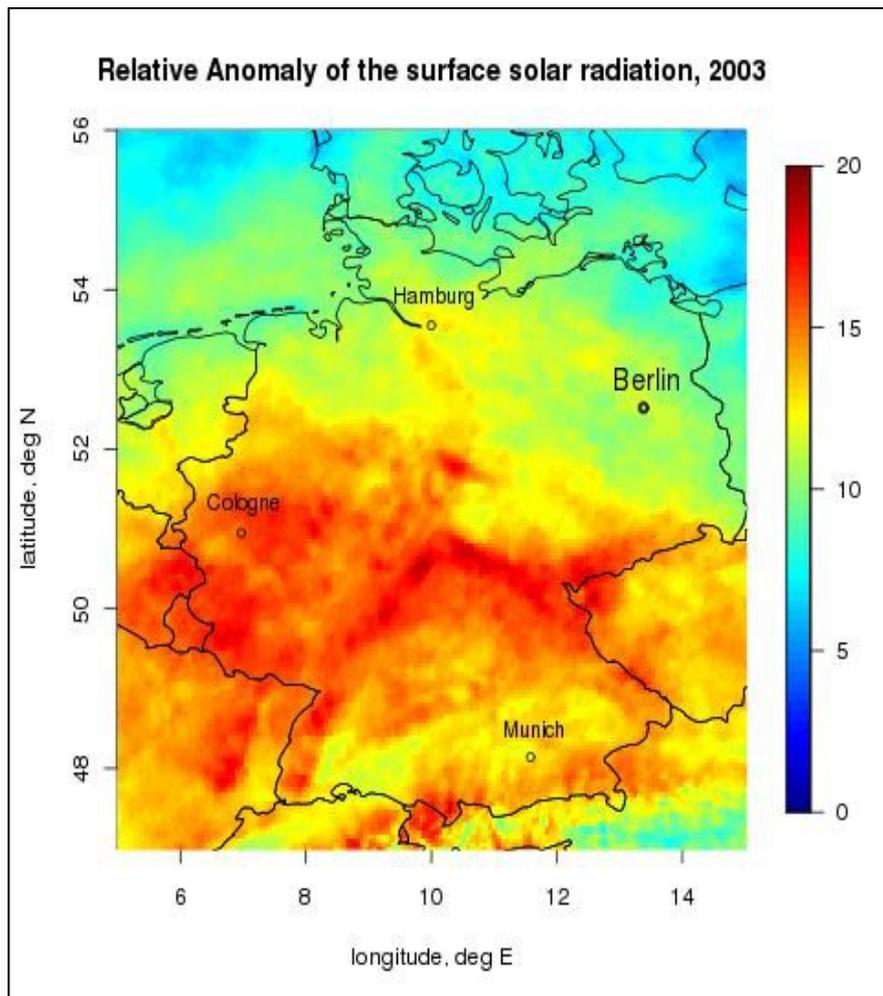
- 1983 to 2010!
- 8 different satellite instruments

2nd Generation (Posselt et al., 2013)

- 2004 – 2010; 0.03 deg; Meteosat Full Disk, monthly/daily
- 2 different SEVIRI satellite instruments (of the same type) used!



European Heatwave 2003

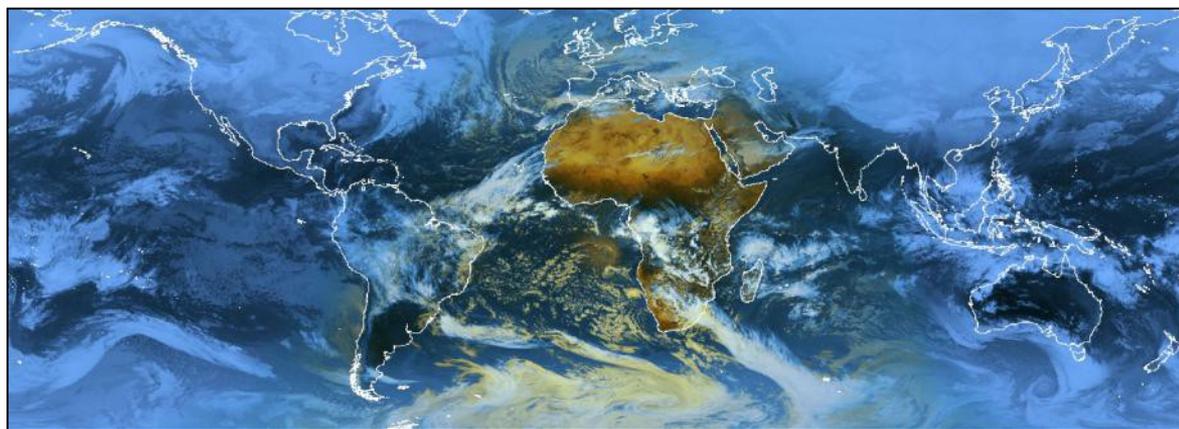
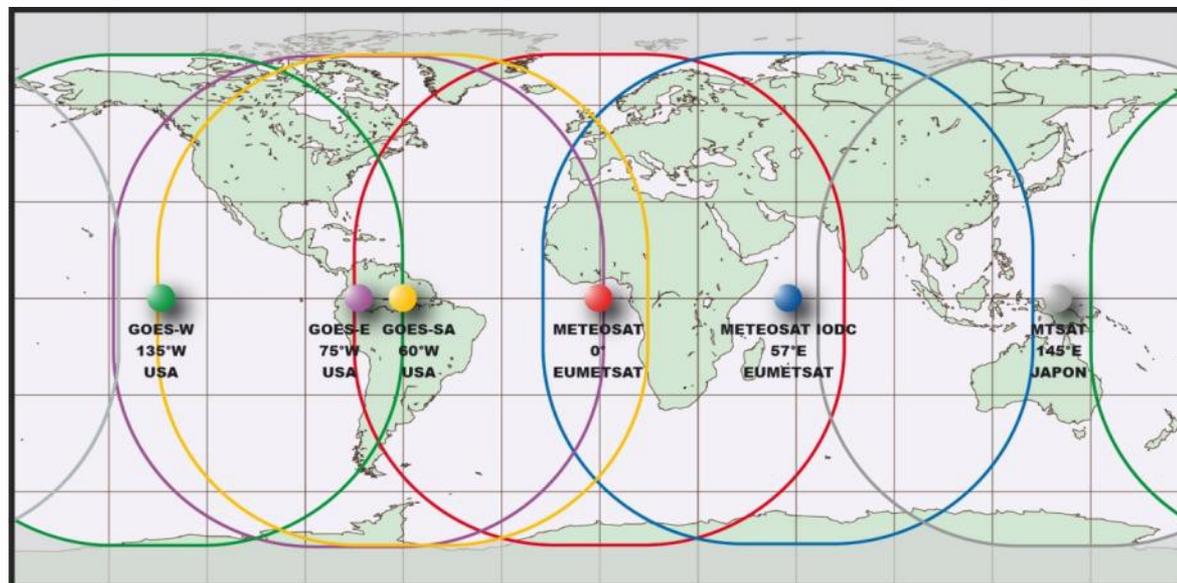




Fin

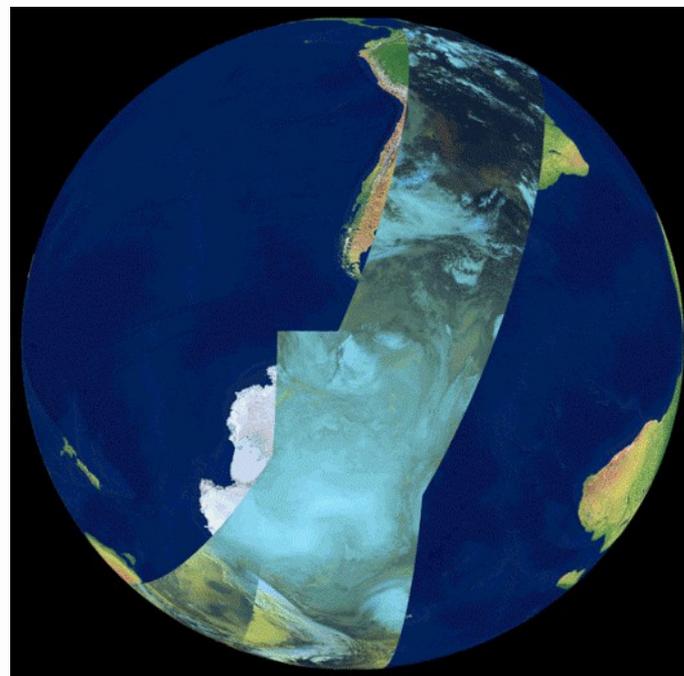
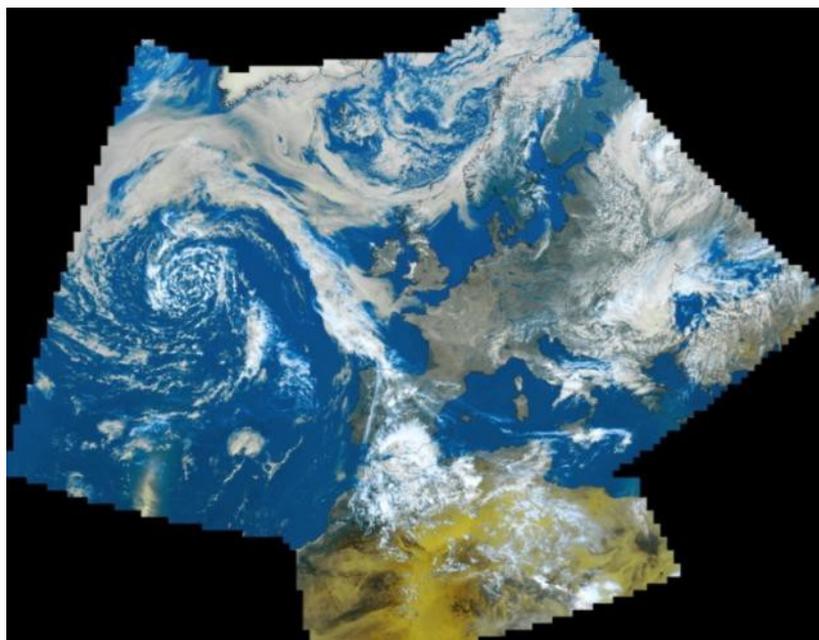
Les satellites géostationnaires

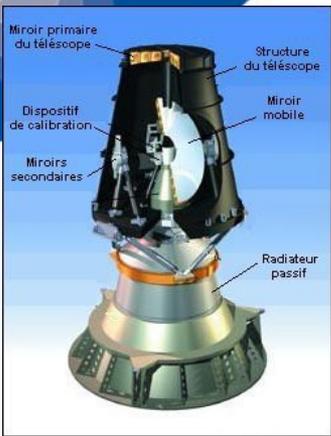
- ils sont fixes par rapport à un repère lié à la Terre
- altitude : 36 000 km – résolution d'environ 3 km
- surveillent en permanence la même zone du globe
- Plusieurs images par heure
- limitation à 65°S – 65°N
- utilisés pour effectuer des animations et suivre le déplacement des phénomènes météorologiques



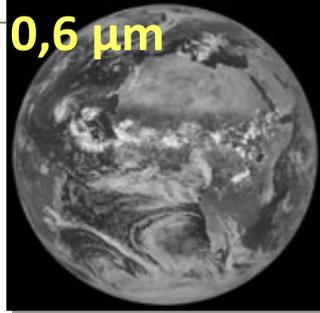
Les satellites défilants : le système conjoint MetOp & NOAA

- altitude : 850 km – résolution d'environ 1 km
- héliosynchrones
- Durée de révolution : 102 minutes
- Largeur de fauchée : 2900 km
- survolent une même zone 2 fois par jour
- voient les zones polaires
- embarquent de nombreux instruments de mesure

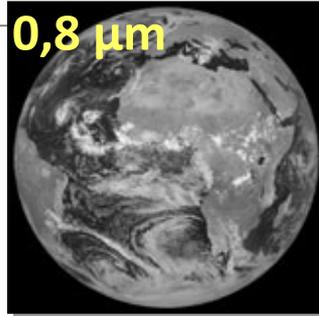




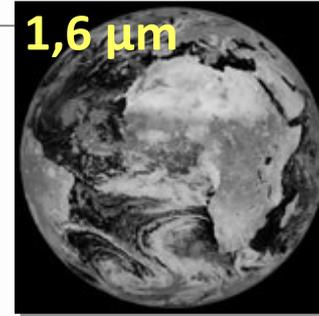
Visible



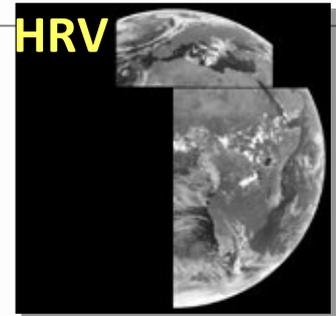
0,6 μm



0,8 μm

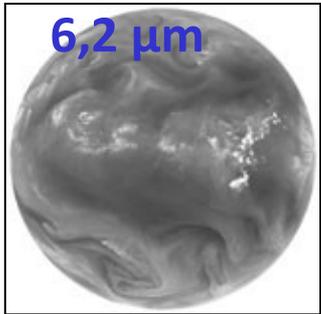


1,6 μm

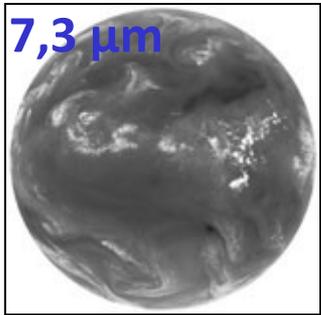


HRV

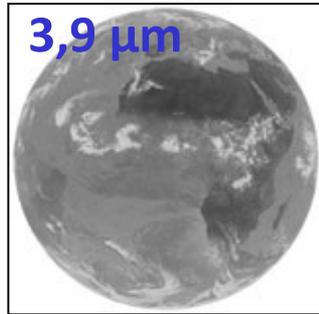
Vapeur d'eau



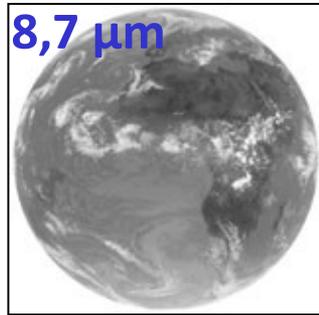
6,2 μm



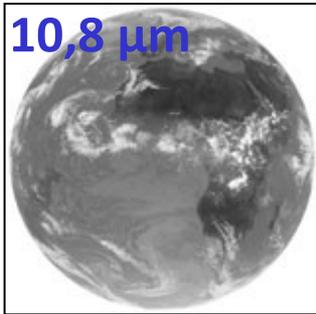
7,3 μm



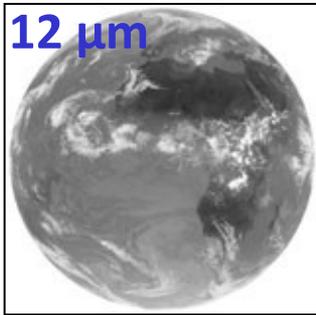
3,9 μm



8,7 μm



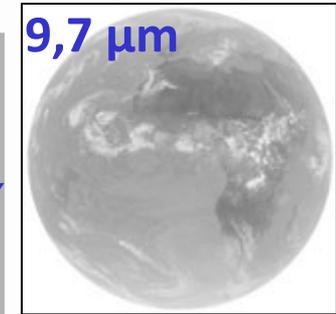
10,8 μm



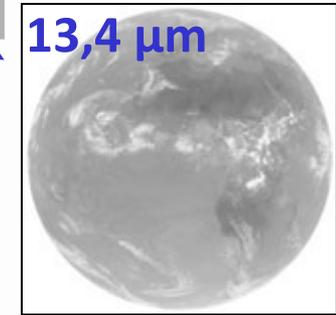
12 μm

Infrarouge

Canaux de pseudo-sondage
 Ozone
 Instabilité



9,7 μm

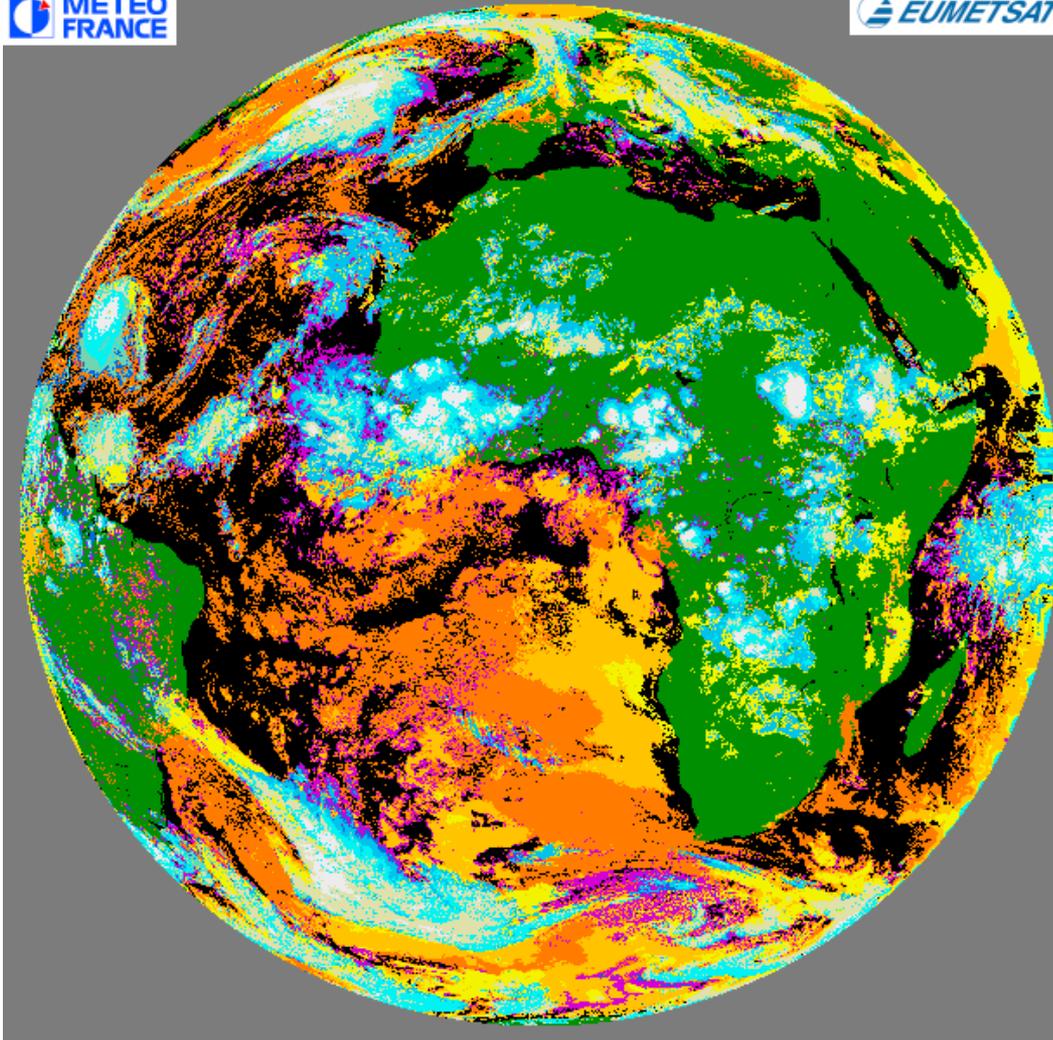


13,4 μm

Les canaux de MSG

Canal	Utilisation
0,6 et 0,8 μm	Détection, identification et évolution des nuages, observation des aérosols, suivi de la végétation.
1,6 μm	Différenciation entre neige et nuage, nuages d'eau liquide et de glace, information sur les aérosols.
3,9 μm	Détection des nuages bas de nuit, des feux de jour.
6,2 et 7,3 μm	Vapeur d'eau de la moyenne et haute troposphère, suivi de la dynamique atmosphérique, hauteur des nuages semi-transparents.
8,7 μm	Informations quantitatives sur les cirrus fins, distinction entre les nuages de glace et d'eau liquide.
9,7 μm	Radiance de l'ozone pour assimilation en prévision numérique, évolution du champ total d'ozone.
10,8 et 12 μm	Mesure de la température de surface de la terre et de la mer, détection des cirrus et déduction des quantités d'eau précipitable au-dessus de la mer.
13,4 μm	Amélioration de la détermination du facteur de transmission des cirrus, information sur la température de la basse troposphère dépourvue de nuages pour les évaluations d'instabilité.

La classification nuageuse



MSG Cloud Type
11/09/2003
2000 UTC

- undefined
- broken
- sem. above
- sem. thick
- sem. med.
- sem. thin
- very high
- very high cum.
- high
- high cum.
- med.
- med. cum.
- low
- low cum.
- very low
- very low cum.
- sea.ice
- land.snow
- sea
- land
- nopro.

Image en composition colorée

Le principe est d'élaborer des images de référence pour chaque composante de couleur **R**, **V** & **B** (vidéo).

De jour, les images de référence sont créées à partir de 8 canaux VIS et IR.

De nuit, l'algorithme de traitement est différent, les canaux VIS étant indisponibles.

Domaine : globe

Résolution : 3 km

Fréquence : 15 min

