SCA 7146

INSTRUMENTATION ET TRAVAUX PRATIQUES

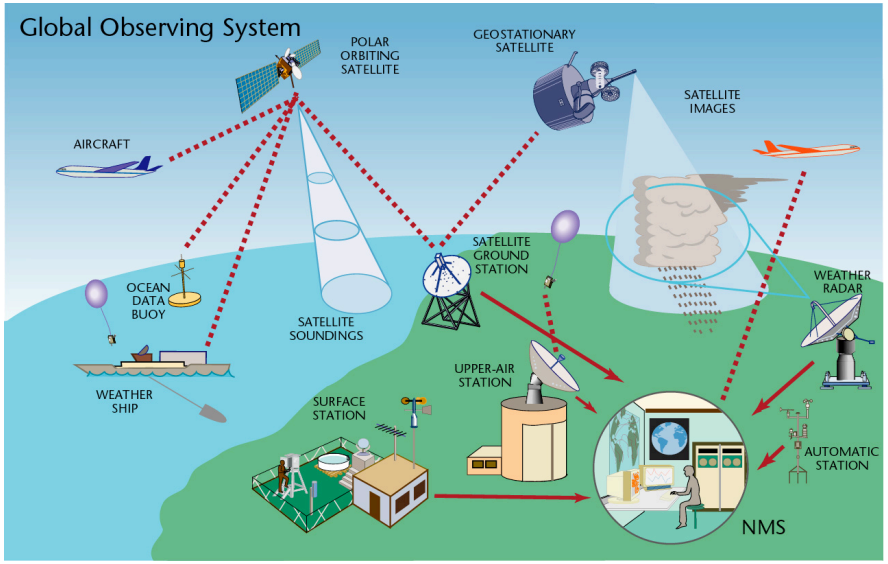
Table des matières

2.1 Le programme mondial d'observation

- L'heure internationale UTC
- Les observations *in situ*
  - Le réseau de stations de surface
  - Le réseau de stations de radiosondage
  - Les observations en mer et par les avions de ligne
- Les observations par télédétection
  - Les satellites météorologiques
  - Les profileurs éoliens et les radars Doppler

Le programme mondial d'observation

http://www.wmo.ch/web/www/OSY/GOS.html



L'heure internationale UTC

- Pour toute observation météo, on indique l'heure en **temps universel**. L'horloge de référence se trouve au méridien 0°, qui passe par Greenwich (Angleterre). Cette référence de temps a plusieurs appellations:

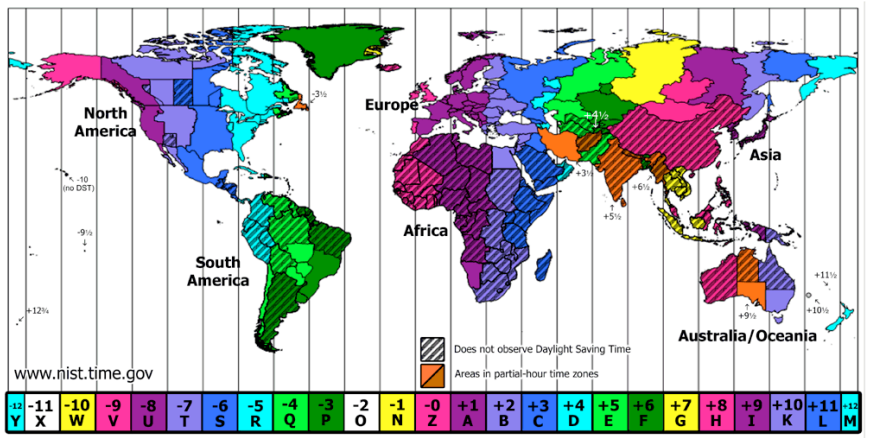
GMT : *Greenwich Mean Time*
UTC : *Universal Time Coordinated*
Z : « zoulou »

Source: National Maritime Museum, London

À partir de l'heure en GMT, on soustrait 5 heures pour obtenir l'heure à Montréal, i.e. l'Heure normale de l'Est (HNE) :

HNE = GMT – 5h

Carte mondiale des fuseaux horaires

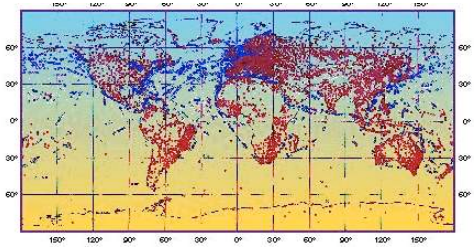


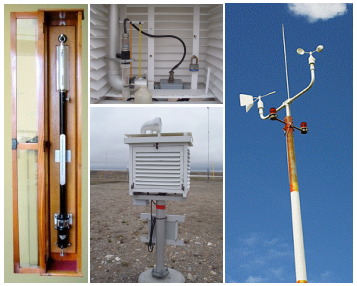
Observations *in situ*
Mesures locales

- Réseaux
  - Stations de surface
  - Stations de radiosondage
  - Observations en mer
  - Observations par avion de ligne
- Avantages
  - Mesure directe des grandeurs
  - Justesse des mesures
- Désavantages
  - Les mesures sont généralement ponctuelles.
  - Les mesures sont faites seulement là où les instruments peuvent être déployés.

Réseaux des stations de surface

- L'élément central du réseau d'observation de surface est constitué par les 11 000 stations sur terre ferme faisant des observations au moins à toutes les trois heures et fréquemment à toutes les heures des grandeurs météorologiques de base :
  - la pression atmosphérique,
  - la température de l'air,
  - l'humidité et
  - la vitesse et la direction du vent.



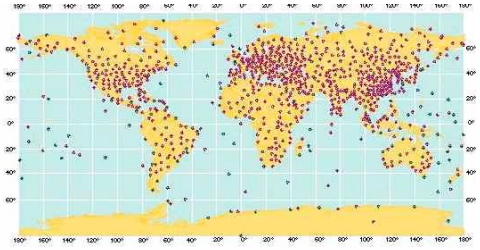


- Environ 4000 de ces stations font partie aussi du réseau synoptique de base. Les données de ces stations sont échangées mondialement en temps réel.

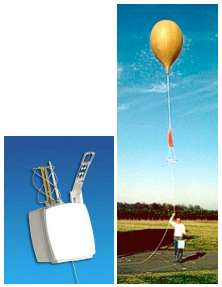
Réseaux de stations de radiosondage

- Environ 900 stations aérologiques lancent des ballons-sondes pour mesurer
  - la pression,
  - la température,
  - l'humidité et
  - la vitesse et la direction du vent

  à partir du sol jusqu'à 30 km d'altitude (où le ballon explose).

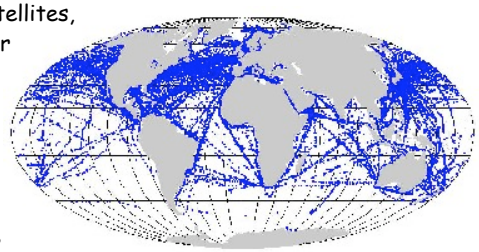


- Plus des deux tiers des stations font des observations à 0000 UTC et 1200 UTC.
- De 100 à 200 stations procèdent à des observations une fois par jour.
- En mer, principalement dans l'Atlantique Nord, 15 navires environ procèdent à des observations par radiosondage.



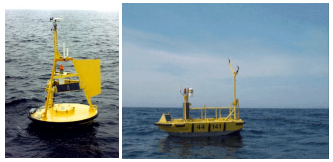
Observations en mer

- En mer, en plus du réseau de satellites, le programme mondial repose sur les observations faites à partir des navires volontaires, des bouées à la dérive et à l'ancrage et des plateformes fixes.



- Environ 7000 navires dont 40 % sont en mer en tout temps font des mesures des mêmes paramètres qu'aux stations sur terre et en plus ils observent la température de surface de la mer, la hauteur et la périodicité des vagues.

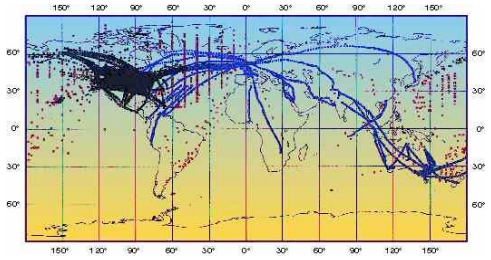
- Environ 900 bouées à la dérive, suivies par GPS*, assurent 12 000 rapports par jour de la température de l'air et de la surface de la mer et de la pression en surface.



*GPS: Global Positioning System

Observations par les avions de ligne

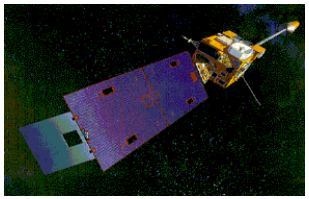
- Plus de 3000 avions de ligne assurent des rapports de pression, de température et de vent aussi bien au niveau de croisière qu'à des niveaux choisis durant l'ascension et la descente. Grâce au programme AMDAR, la quantité de données a augmenté considérablement ces dernières années : de 78 000 rapports en 2000 à presque 300 000 en 2005.



Les observations par télédétection

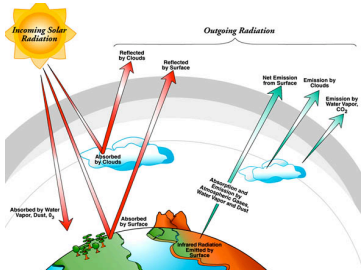
Télédétection passive et active

- Il y a deux types d'instruments de télédétection :
  - **Passifs** : Instruments qui mesurent la radiation émise par d'autres objets tels que les **satellites météorologiques**.
  - **Actifs** : Instruments qui transmettent leur propre radiation et détectent ce qui est retourné à leur récepteur. On parle dans ce cas des **radars météorologiques**, des **profileurs éoliens** …
    - ➢ Ils demandent beaucoup plus de puissance de fonctionnement que les instruments passifs.
    - ➢ Ils sont plus fréquemment sujets à des défaillances.
    - ➢ Ils sont conçus pour être plus sensibles.



Télédétection passive

- La radiation en provenance de la Terre et de son atmosphère porte de l'information sur les conditions sur la surface et dans l'atmosphère.
- Les satellites peuvent détecter cette radiation : sondage passif.
- L'analyse de données de mesures permets d'extraire les paramètres du surface et de l'atmosphère.



Télédétection active

Le radar émet un signal, qui sera réfléchi (partiellement) sur une cible (pluie, neige). Le signal réfléchi (faible) fournira de précieuses informations par rapport à la précipitation :

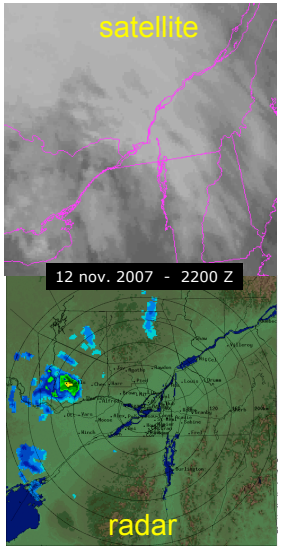
- la **distance**
- l'**intensité**, et même
- sa **vitesse** par rapport au radar !

Observations par télédétection

- Avantages
  - Ils couvrent des grandes surfaces :
    Des centaines de km pour les radars, le globe entier pour les satellites!
  - Ils couvrent des régions d'accès difficile :
    Mesures de vent sur les océans en suivant le déplacement des nuages.
- Désavantages
  - Ils sont dispendieux à construire et à exploiter.
  - L'incertitude de la mesure peut être grande.
  - La résolution est parfois grossière.
    - Le volume de résolution du radar est de l'ordre de 1,5 km à 150 km.
    - Le canal visible d'un satellite peut avoir une résolution de 1 km, alors que la résolution à l'infrarouge peut être de 8 km.
  - L'interprétation des données peut être complexe.
    - Il faut comprendre théoriquement le fonctionnement de l'instrument.
    - Il faut comprendre les incertitudes de la mesure.
    - Il faut avoir des connaissances sur la grandeur qu'on mesure.

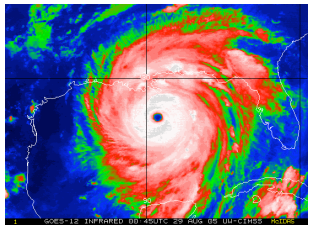
Grandeurs météorologiques observées

- Satellites météorologiques
  - Étendue nuageuse
  - Distribution de la vapeur d'eau dans la mi-troposphère
  - Profils verticaux de température et d'humidité (où il n'y a pas de nuage)
  - Vents (dans les tropiques)
- Radars météorologiques
  - Taux de précipitation
  - Circulation du vent à la fine échelle
  - Profils verticaux du vent



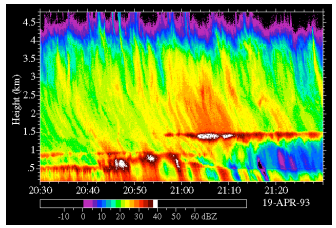
Utilité des mesures par télédétection

- Essentielles dans les régions où les mesures *in situ* sont dispersées (par exemple : au-dessus des océans).
- Aide directe pour les prévisions à court terme (moins de 6 heures) de nuages, précipitation, …
- Base de données pour les conditions initiales dans les modèles numériques de prévisions météorologiques et pour
- Déterminer la validité des prévisions de ces modèles.
- Indicateurs des processus dynamiques et physiques qui ont cours dans l'atmosphère :



À gauche :
Ouragan Katrina.

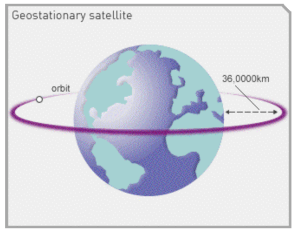
À droite :
Couches de fusion.

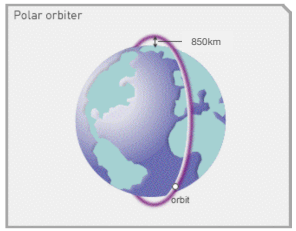


Les satellites météorologiques

Le réseau de satellites

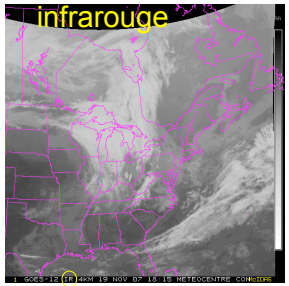
- Le réseau de satellites d'observation environnementale comprend cinq satellites opérationnels quasi circumpolaires et 6 satellites opérationnels géostationnaires ainsi que plusieurs satellites pour la recherche et le développement.
  - Les satellites géostationnaires sont situés directement au dessus de l'équateur et à une distance telle (environ 36 000 km) qu'ils orbitent de façon synchronisée avec la Terre.
  - Les satellites quasi circumpolaires orbitent autour de la Terre à basse altitude (environ 850 km) selon une trajectoire passant près des Pôles. Ils complètent une révolution en 100 minutes environ.

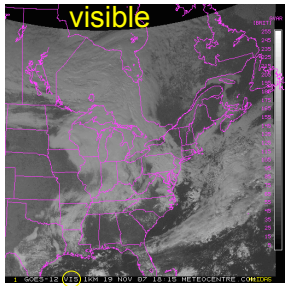


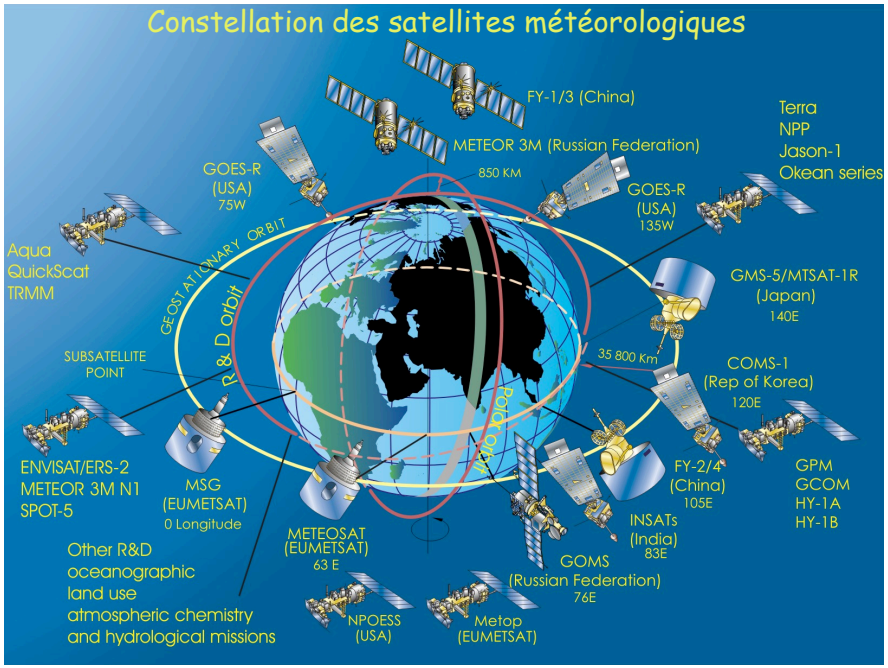


Le réseau de satellites

- Les satellites géostationnaires et circumpolaires sont dotés d'appareils d'imagerie dans le visible et l'infrarouge.
- Plusieurs des satellites circumpolaires sont dotés aussi d'instruments de télédétection pouvant fournir les profils verticaux de température et humidité en conditions de ciel clair.
- Les satellites géostationnaires peuvent être utilisés pour mesurer la vitesse du vent dans les tropiques en suivant les mouvements des nuages et de la vapeur d'eau.







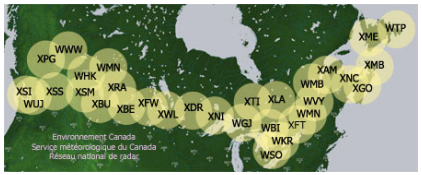
Les radars

Profileurs éoliens et radars Doppler

- Les profileurs éoliens et les radars Doppler produisent des données précises, à haute résolution dans la troposphère (les premiers 10 - 15 km d'atmosphère). Les données peuvent être prises souvent, ce qui offre une meilleure résolution temporelle.
- Les **profileurs éoliens** sont indispensables puisqu'ils donnent les profils verticaux du vent entre les heures des sondages aérologiques (ballons) et pour cela, ils intègrent efficacement le réseau de stations de radiosondage.
- Les **radars Doppler** sont utilisés intensivement dans des réseaux nationaux (et régionaux), principalement pour la prévision à court terme du temps violent. En général, les mesures du vent et de l'intensité des précipitations sont particulièrement utiles.

Réseaux de radars - Canada

(31 radars)



Dont 5 au Québec

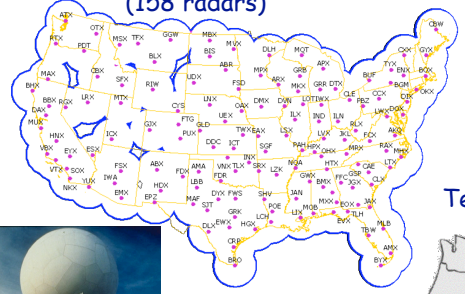
1. WMN : Ste-Anne-de-Bellevue (Montréal)
2. WVY : Villeroy (Québec)
3. WMB : Lac Castor (Saguenay)
4. XAM : Val d'Irène (Gaspésie)
5. XLA : Ladrienne (Abitibi)

Observatoire radar de l'Université McGill

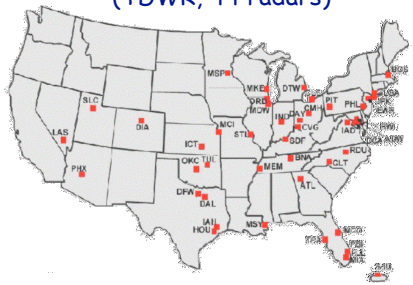
Observatoire radar de King City (Ontario)

Réseaux de radars - E.U.

Réseau de veille météorologique
(158 radars)

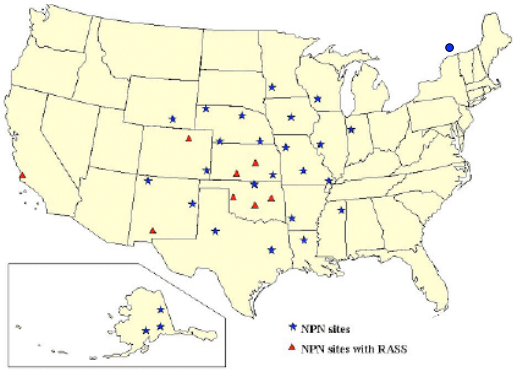


Terminal Doppler Weather Radar
(TDWR, 44 radars)



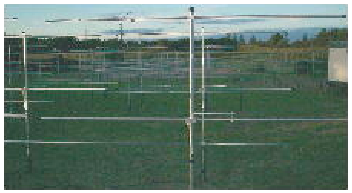
Profileurs troposphériques

Mesures du vent dans les premiers 10 km



Profileur UHF (404 MHz) de NOAA

Profileur VHF de McGill



Profileurs de couche limite

Mesures du vent dans le premier kilomètre

UHF (915 MHz)

Réseaux de radars - Mexique

(11 radars)

- Les radar dans le monde : http://weather.org/radar.htm

Le système mondial d'observation

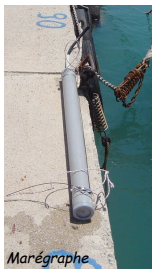
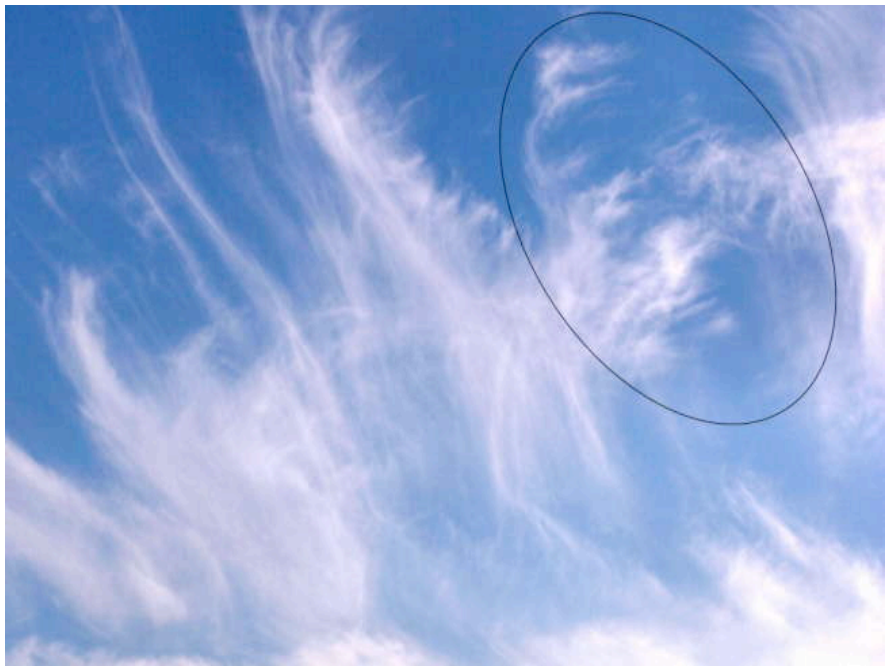
- 11 000 stations de surface
- 900 stations aérologiques
- 7 000 navires bénévoles
- 900 bouées
- 3 000 avions de ligne
- 17 satellites météorologiques
- Plusieurs centaines de radars et profileurs

Pyranomètre

Détecteur de foudre

Autres réseaux d'observation

- In situ
  - Réseau de marégraphes
- Par télédétection
  - Observations du rayonnement solaire
  - Réseau de détecteurs de foudre


Marégraphe