

Assimilation des données dans AROME-Maroc

Zahra SAHLAOUI

[Sahlaoui zahra@yahoo.fr](mailto:Sahlaoui_zahra@yahoo.fr)

Fatima Zahra HDIDOU

[hdidou fatima@yahoo.fr](mailto:hdidou_fatima@yahoo.fr)

Direction Générale de la Météorologie
Maroc

Plan

- Généralités sur la prévision numérique et l'assimilation des données météorologiques
- La prévision numérique au Maroc
- Assimilation des données satellitaires: Exemple des SEVIRI

Généralités sur la prévision numérique et l'assimilation des données météorologiques

« Si, comme le pense chaque homme raisonnant scientifiquement, les phénomènes atmosphériques se développent à partir de ceux qui les précèdent suivant des lois précises, on peut en déduire que les conditions nécessaires et suffisantes pour une solution rationnelle de la prévision en météorologie sont les suivantes :

- 1) on doit connaître avec une précision suffisante les lois selon lesquelles un état de l'atmosphère se développe à partir de l'état précédent;
- 2) on doit connaître avec une précision suffisante l'état de l'atmosphère à un instant donné. »

Généralités sur la prévision numérique et l'assimilation des données météorologiques

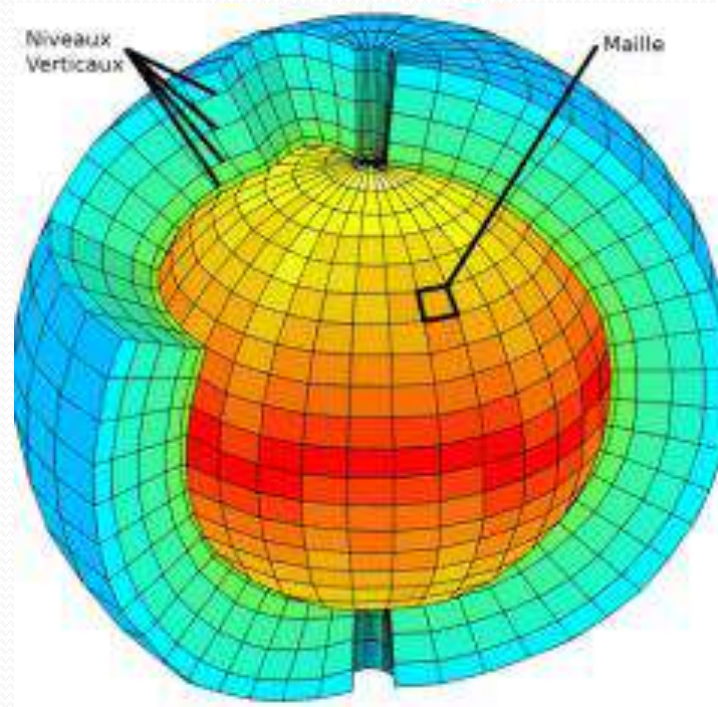
$$\frac{d\vec{V}_3}{dt} = -2\vec{\Omega} \times \vec{V}_3 - \frac{1}{\rho} \vec{\nabla}_3 P - \vec{\nabla}_3 \phi + \vec{F}$$

$$\frac{dT}{dt} = \frac{R}{C_p} \frac{T}{P} \frac{dP}{dt} + \frac{Q}{C_p}$$

$$\frac{d\rho}{dt} = -\rho \vec{\nabla}_3 \cdot \vec{V}_3$$

$$\frac{dq}{dt} = M$$

$$P = \rho RT$$



Généralités sur la prévision numérique et l'assimilation des données météorologiques

« Si, comme le pense chaque homme raisonnant scientifiquement, les phénomènes atmosphériques se développent à partir de ceux qui les précèdent suivant des lois précises, on peut en déduire que les conditions nécessaires et suffisantes pour une solution rationnelle de la prévision en météorologie sont les suivantes :

- 1) on doit connaître avec une précision suffisante les lois selon lesquelles un état de l'atmosphère se développe à partir de l'état précédent;
- 2) on doit connaître avec une précision suffisante l'état de l'atmosphère à un instant donné. »

Généralités sur la prévision numérique et l'assimilation des données météorologiques

On doit déterminer les valeurs initiales des paramètres caractérisant l'atmosphère, à un instant initial donné, de façon homogène sur le domaine de travail.

Les stations synoptiques et les radiosondages ont une couverture spatiale très irrégulière.

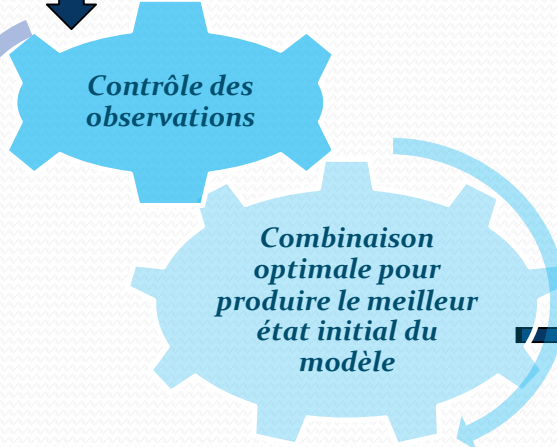
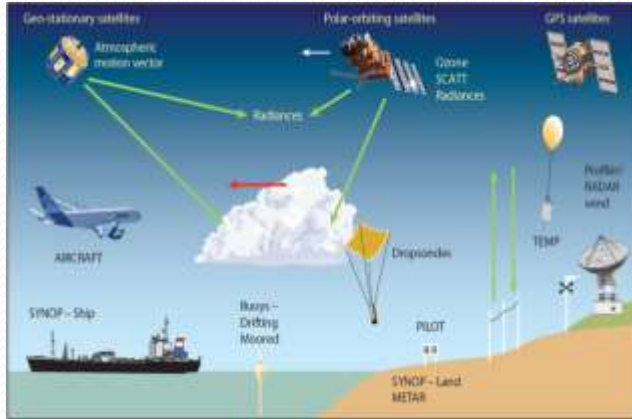
Les satellites (géostationnaires et défilants) fournissent des mesures indirectes.

un modèle peut fournir une première estimation (**ébauche**).

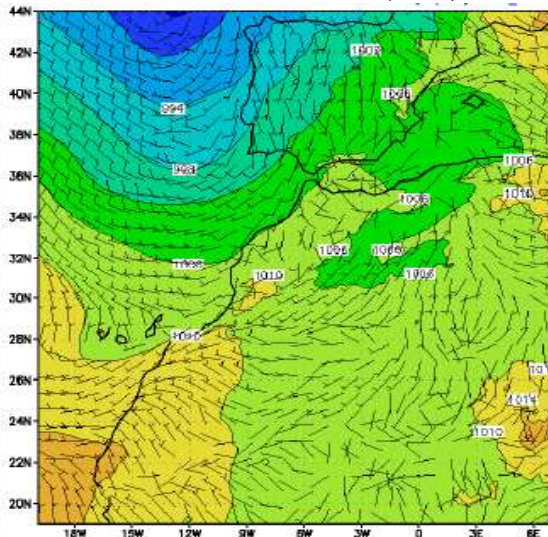
C'est **l'assimilation des données** qui permet de construire, à partir de toutes ces données, un état initial homogène le plus représentatif de la réalité (**analyse**).

Généralités sur la prévision numérique et l'assimilation des données météorologiques

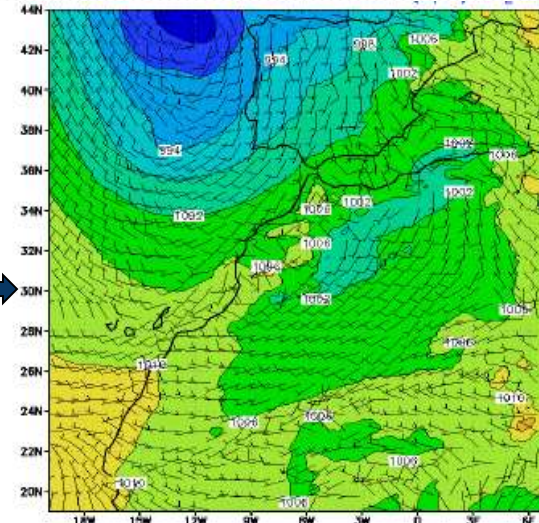
Observations y^0



Ebauche $x^b = M(x^{a-})$



Analyse x^a



Généralités sur la prévision numérique et l'assimilation des données météorologiques

- On cherche **une solution optimale** \mathbf{x}^a en prenant en compte **les contraintes** liées à l'ébauche \mathbf{x}^b et aux observations \mathbf{y}^o
- L'analyse \mathbf{x}^a minimise la fonction coût:

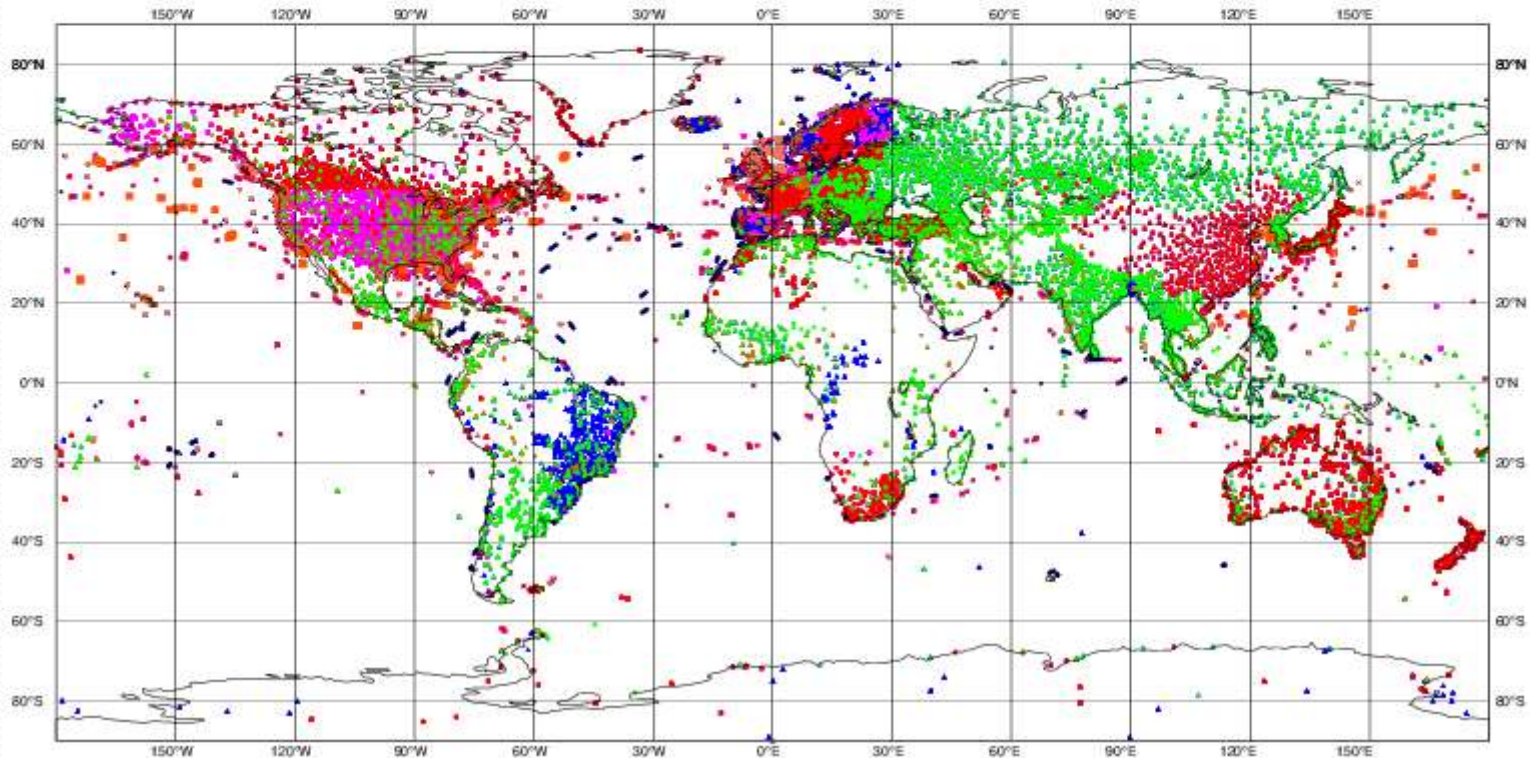
$$\begin{aligned}
 J(\mathbf{x}) &= \frac{1}{2} (\mathbf{x}^b - \mathbf{x})^T \mathbf{B}^{-1} (\mathbf{x}^b - \mathbf{x}) + \frac{1}{2} (\mathbf{y}^o - \mathbf{H}(\mathbf{x}))^T \mathbf{R}^{-1} (\mathbf{y}^o - \mathbf{H}(\mathbf{x})) \\
 &= \underbrace{\hspace{10em}}_{J^b(\mathbf{x})} + \underbrace{\hspace{10em}}_{J^o(\mathbf{x})} \\
 &\quad \text{Distance à l'ébauche} \qquad \qquad \qquad \text{Distance aux observations}
 \end{aligned}$$

- **R et B**: matrices de covariance des erreurs des observations et de l'ébauche
- La fonction **H(x)**: **opérateur d'observation**, faisant passer des variables du modèle aux observations, il permet d'utiliser une grande variété de données directes (radiosondage) ou même indirecte (satellites, GPS..)

Généralités sur la prévision numérique et l'assimilation des données météorologiques

ECMWF data coverage (all observations) - SYNOP-SHIP-METAR
 2022051821 to 2022051903
 Total number of obs = 235856

- Automatic Land SYNOP (15967)
- Manual Land SYNOP (8014)
- ▲ METAR (17567)
- ▼ Automatic SHIP (3327)
- × SHIP (1337)
- Abbreviated SHIP (273)
- Automatic METAR (37438)
- ◆ BUFR SHIP SYNOP (5818)
- ▲ BUFR LAND SYNOP (146115)

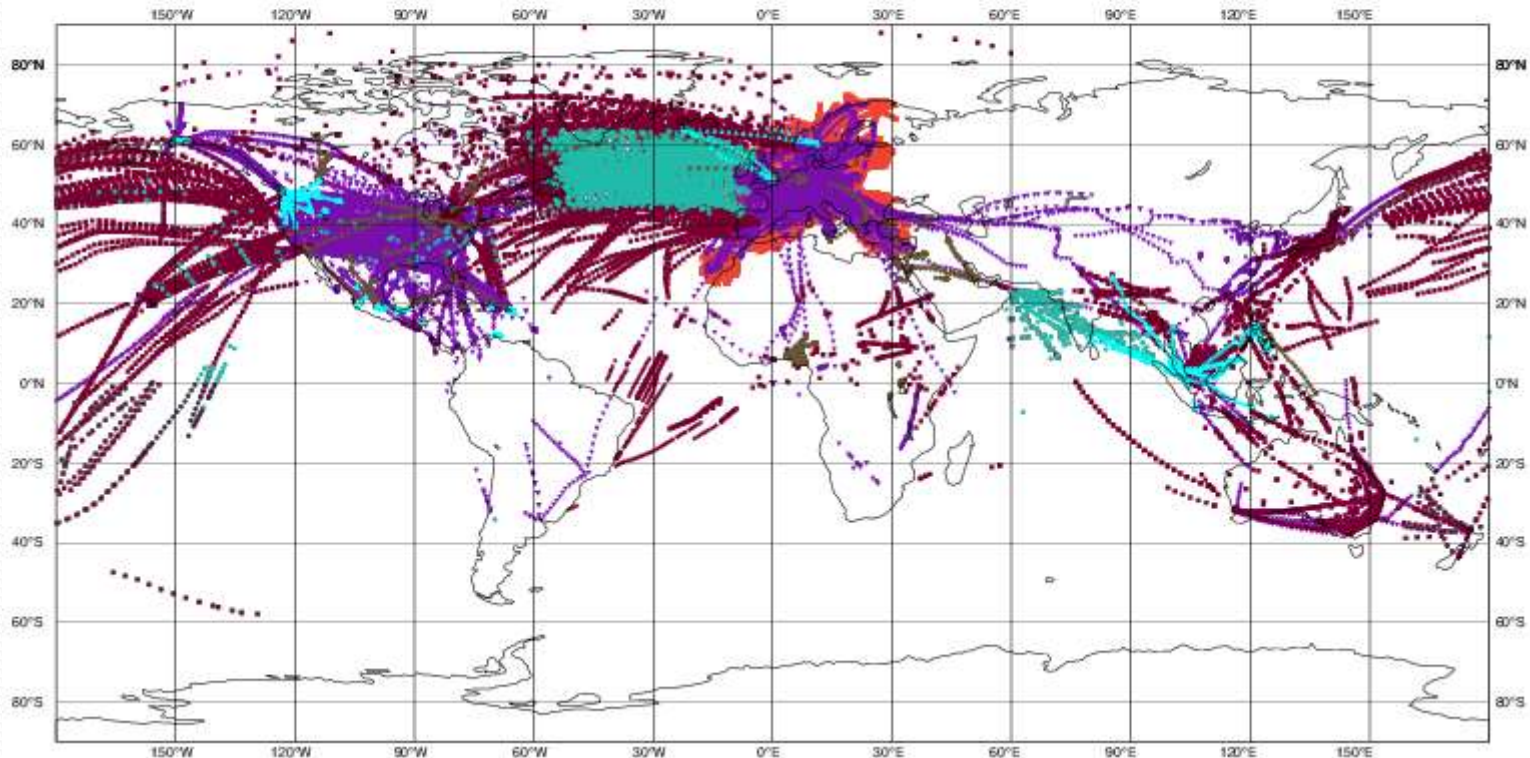


Source: ECMWF

Généralités sur la prévision numérique et l'assimilation des données météorologiques

ECMWF data coverage (all observations) - AIRCRAFT
 2022051809 to 2022051815
 Total number of obs = 2025637

- AIREP (8793)
- ◆ AMDAR (6183)
- ▲ TAMDAR (3695)
- ▼ WIGOS AMDAR (140519)
- × Mode-S (1843894)
- ADS-C (17715)
- AFIRS (4838)

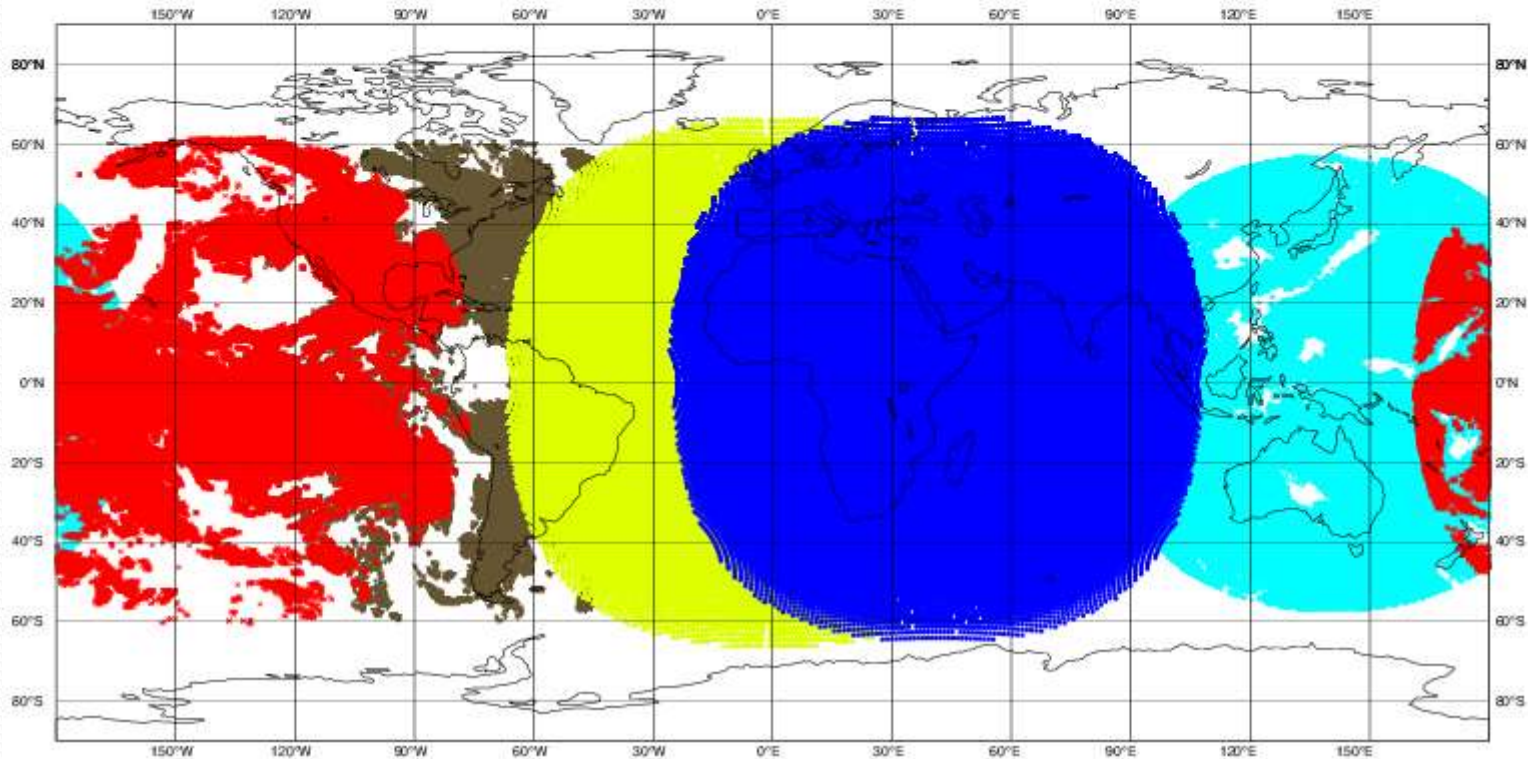


Source: ECMWF

Généralités sur la prévision numérique et l'assimilation des données météorologiques

ECMWF data coverage (all observations) - GEOSTATIONARY RADIANCES
 2022051809 to 2022051815
 Total number of obs = 1583863

- METEOSAT-8 (237402)
- HIMAWARI-8 (367173)
- ▲ METEOSAT-11 (242135)
- ▼ GOES-16 (546658)
- × GOES-17 (190495)

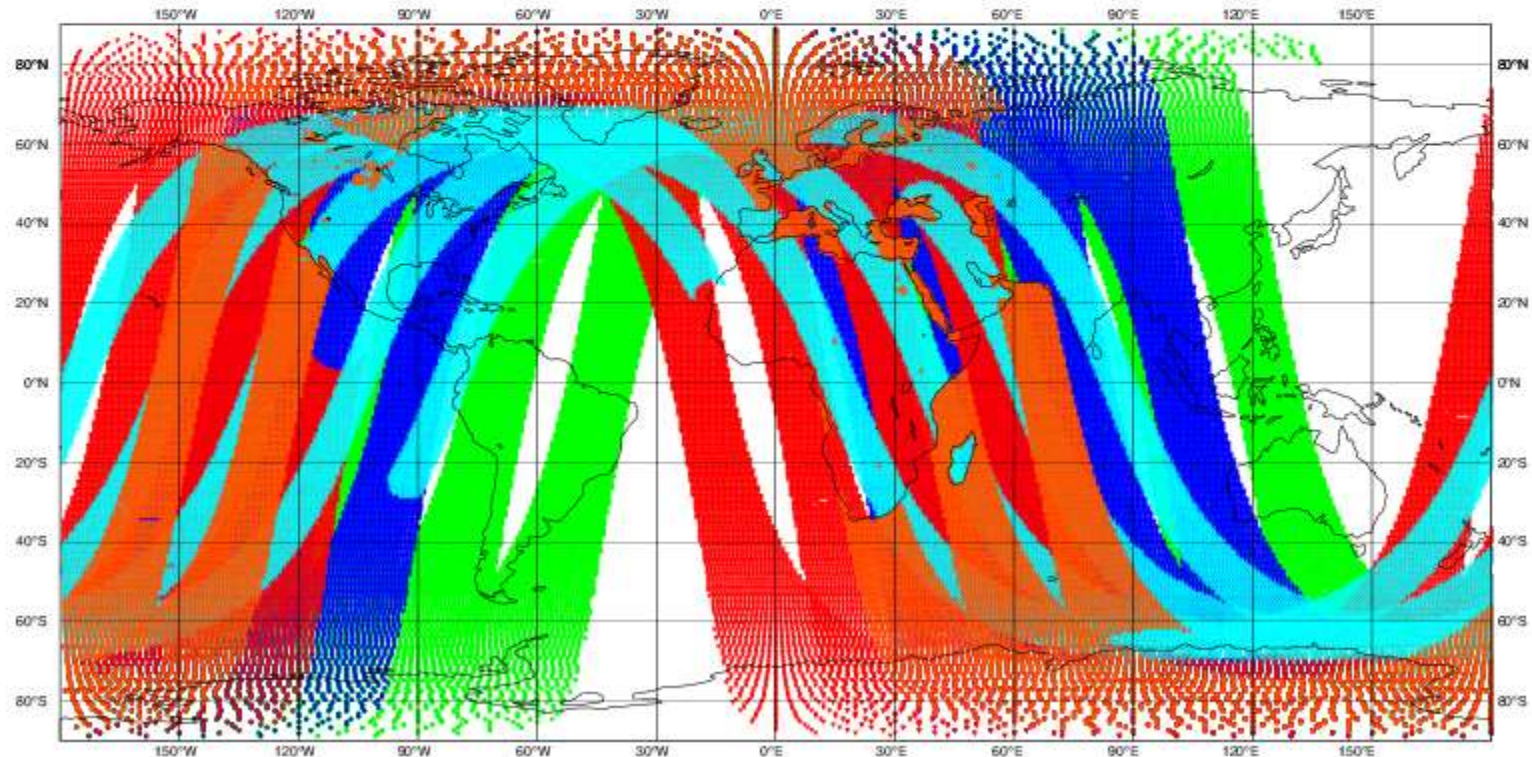


Source: ECMWF

Généralités sur la prévision numérique et l'assimilation des données météorologiques

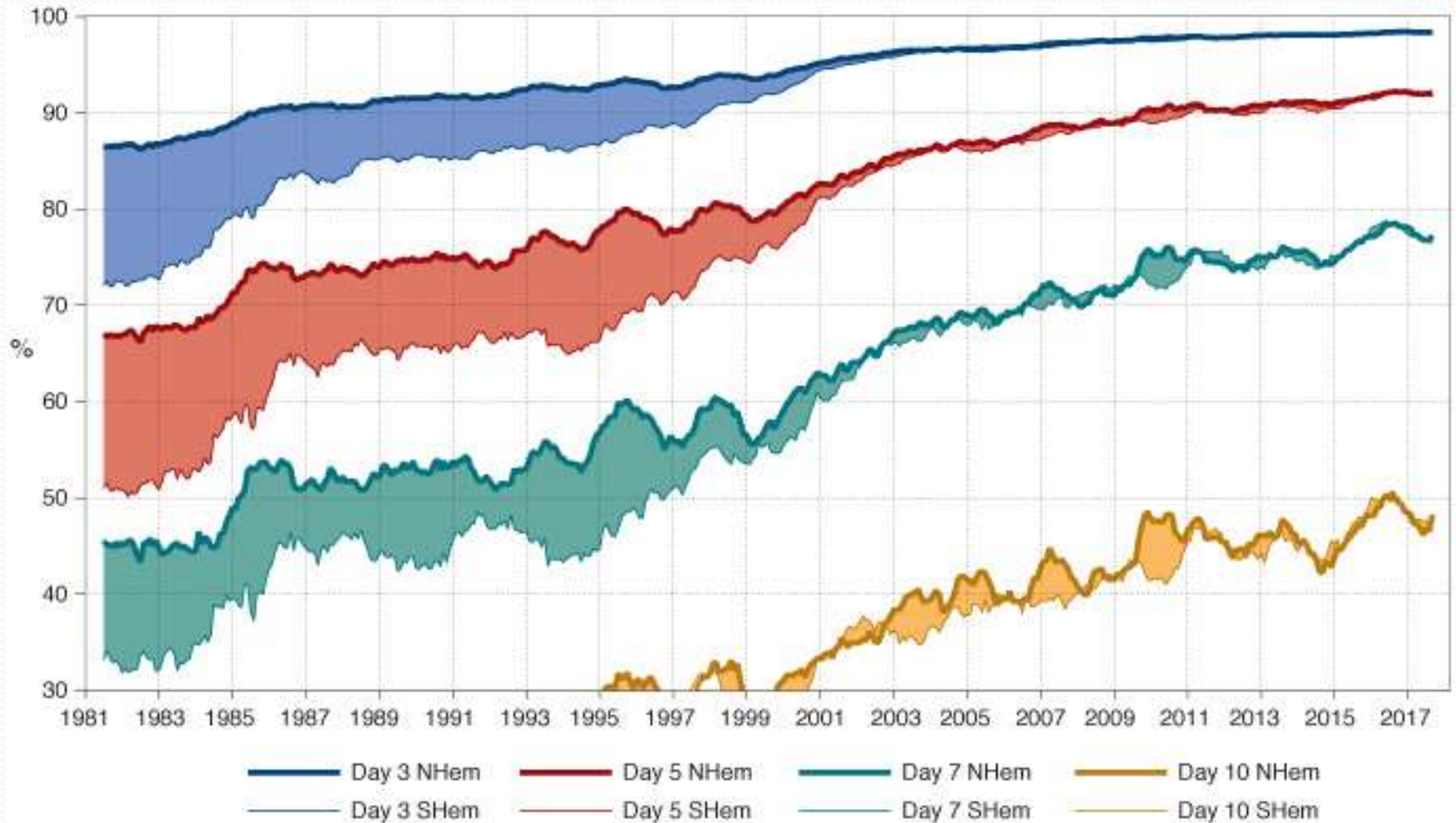
ECMWF data coverage (all observations) - MICROWAVE HUMIDITY IMAGERS
2022051809 to 2022051815
Total number of obs = 189250

- DMSP-17 (51826)
- ◆ DMSP-18 (44629)
- ▲ FY-3D (18942)
- ▼ AMSR2 (44551)
- × GPM (29302)



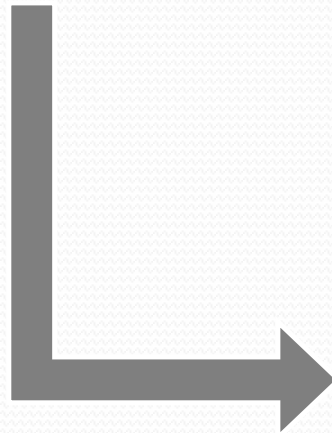
Source: ECMWF

Généralités sur la prévision numérique et l'assimilation des données météorologiques



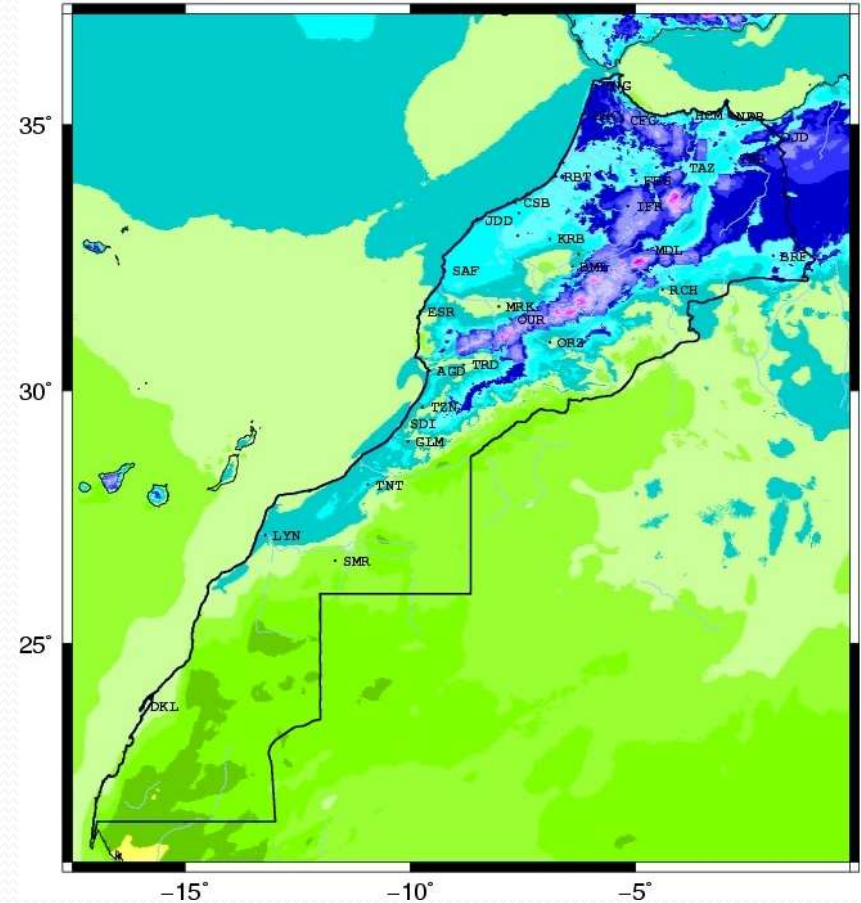
Source: ECMWF

La prévision numérique au Maroc

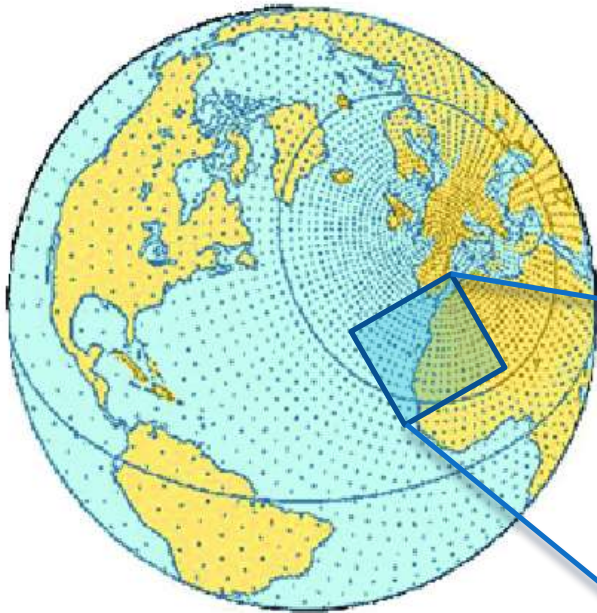


La prévision numérique au Maroc

- Collaboration avec ACCORD
- Opérationnel depuis 2013
- Résolution actuelle 2.5km (1.3km en test) et 90 niveaux verticaux
- Couplage avec ARPEGE
- Échéance finale: 48 heures
- Cyclage chaque 3heures

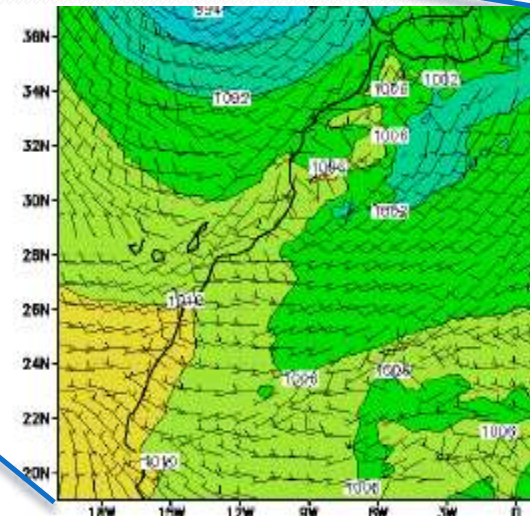


La prévision numérique au Maroc



*Analyse
ARPEGE*

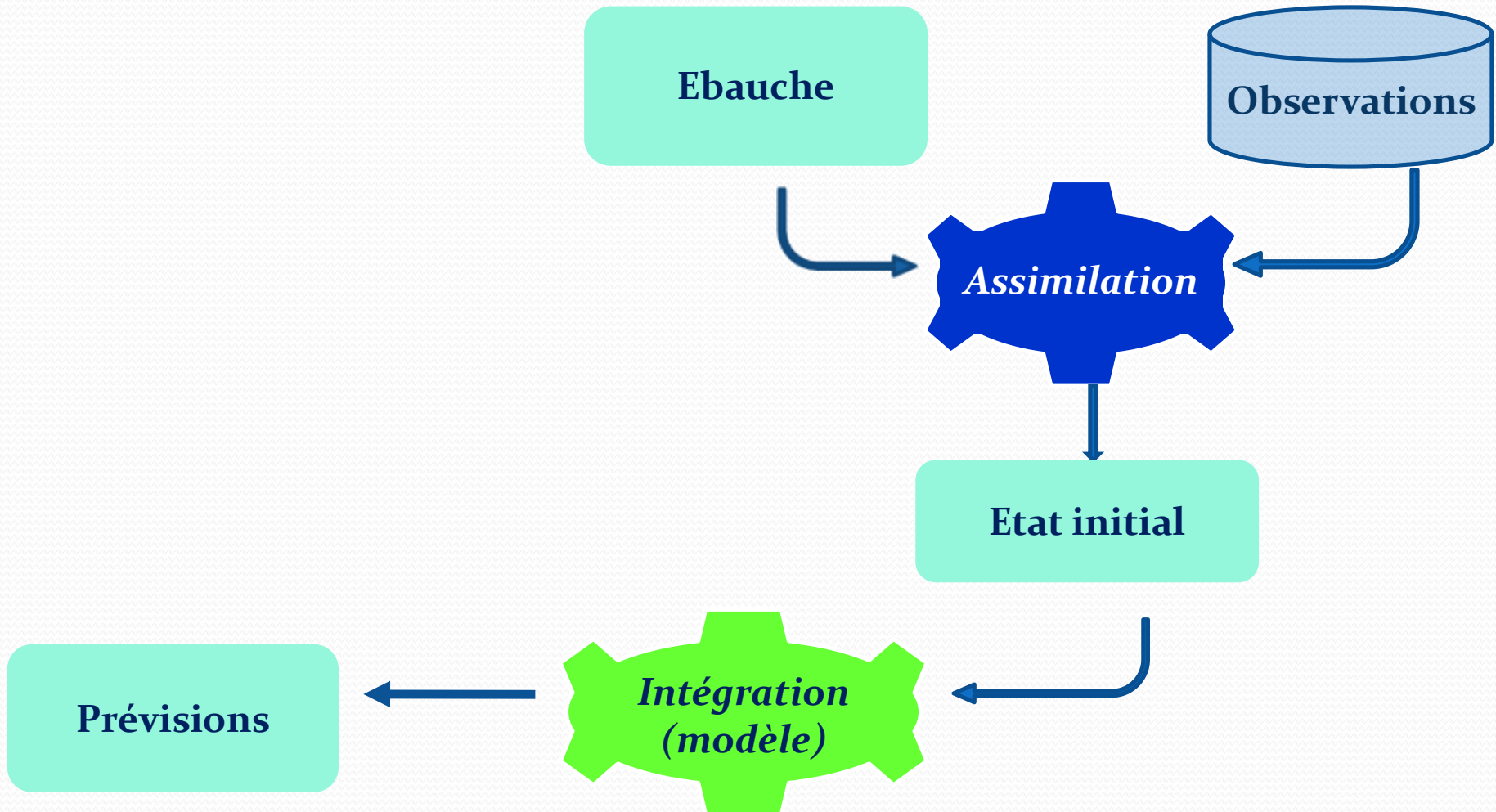
Adaptation dynamique :
SANS assimilation des observations
locales



Etat initial AROME

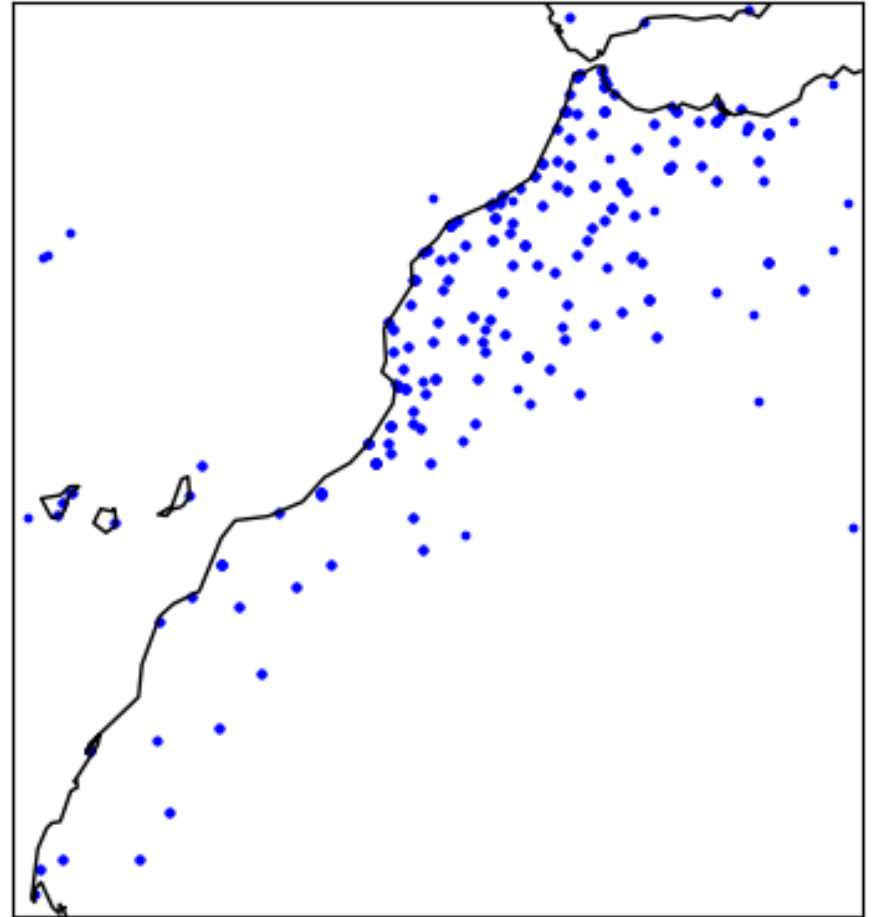


La prévision numérique au Maroc



Assimilation des données satellitaires: Exemple des SEVIRI

- La qualité de la prévision dépend des observations assimilées
- Les données satellitaires pour compléter le réseau in situ



Assimilation des données satellitaires: Exemple des SEVIRI

Opérateur d'observation : modèle de transfert radiatif

Monitoring des observations et correction de biais

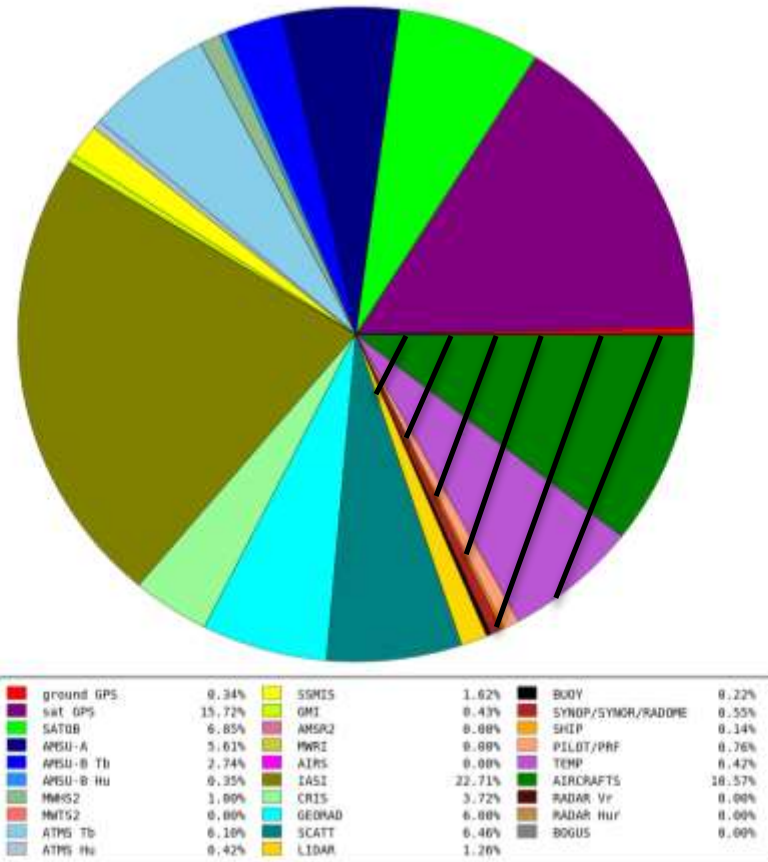
Emissivité de surface

Choix des canaux (exple IASI)

Masques : nuages (infrarouge) et précipitations (micro ondes)

Généralités sur la prévision numérique et l'assimilation des données météorologiques

DFS (Degree of freedom for signal): quantifie la capacité de chaque type d'observation à modifier le système d'assimilation



Assimilation des données satellitaires: Exemple des SEVIRI

