

Consortium Land SAF et produits proposés

Alirio Arboleda
Institut Royal Météorologique de Belgique (IRM)
Ouagadougou 5-9 Mai 2014

En collaboration avec:
Nicolas Ghilain et Françoise Gellens-Meulenberghs (IRM)
Sur base de matériel fournie par Carla Barroso (IPMA)

PLAN

- Le consortium LSA SAF
- Paramètres Radiatifs de surface
- Paramètres du Bilan hydrique
- Végétation et Feux

Le consortium LSA SAF

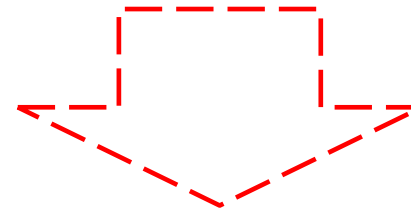
Le réseau SAF d'EUMETSAT

▶ **LSA -SAF Land Surface Analysis**



Objectif de la LSA-SAF

Développer des techniques pour dériver des variables caractérisant les surfaces continentales, les interactions continent-atmosphère et les applications biophysiques.



- ✓ Développement des algorithmes
- ✓ Validation scientifique
- ✓ Production opérationnelle (IPMA)
- ✓ Distribution & support aux utilisateurs (IPMA)

▶ **OSI -SAF Ocean and Sea Ice**

▶ **GRAS -SAF Meteorology**

▶ **O3M Ozone Monitoring**

▶ **NWP -SAF Numerical Weather Prediction**

▶ **CM -SAF Climate Monitoring**

▶ **NWC-SAF - Nowcasting and very Short Range Forecasting**

▶ **SAF H - Hydrologie opérationnelle et gestion de l'eau**

Le consortium LSA SAF

8 Institutions dans 6 pays:



- IPMA, Instituto Português do Mar e da Atmosfera, Portugal



- MF, Meteo-France, France



- IRM, Institut Royal Météorologique de Belgique



- KIT, Institut de technologie de Karlsruhe



- IDL, Université de Lisbonne, Portugal



- UV, Université de Valence, Espagne



- Vito, Belgique



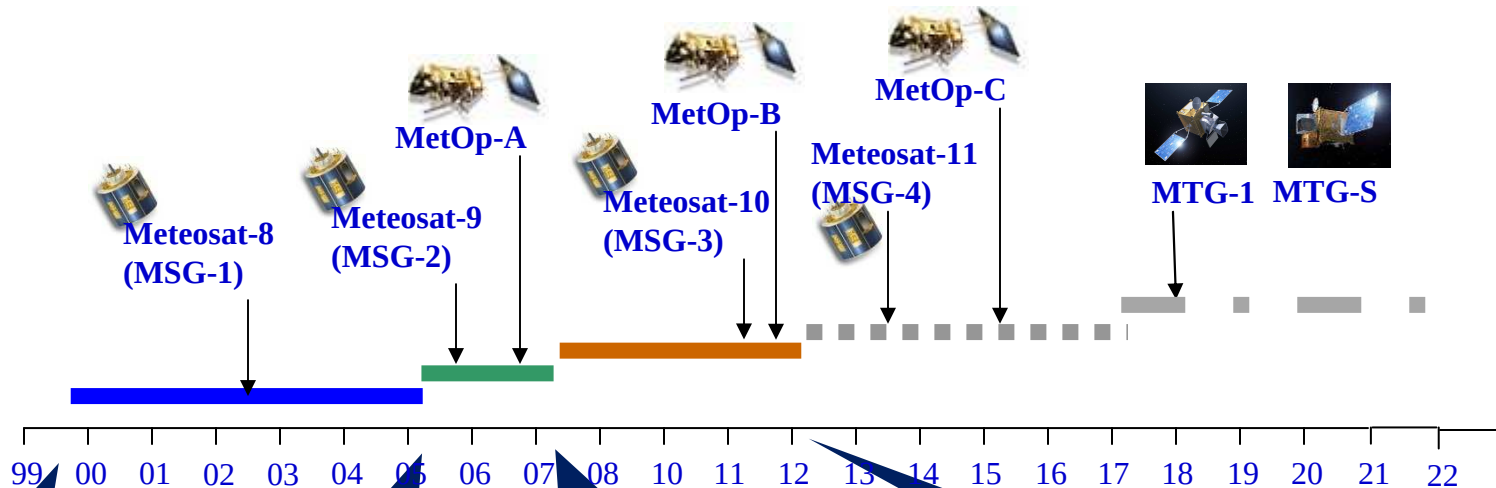
- Kings College, Londres, Royaume-Uni

Le consortium LSA SAF

no LSA SAF
Network of
Sector to Application
PAC 1000



Chronogramme



Dev. Phase:
Sep 1999

**Initial
Operations
Phase:**
Feb 2005

**Continuous
Development &
Operations Phase:**
Mar 2007

**Continuous
Development &
Operations Phase 2:**
Mar 2012

Le consortium LSA SAF

Produits:

Bilan Radiatif de Surface

LST

↓LongWave Flux

Albedo

↓ShortWave Flux

Végétation

Fraction Veg Cover

LAI

FAPAR

NDVI from Metop

Bilan hydrique de surface

Snow Cover

Evapotranspiration

Feux

Fire Risk Mapping
(Europe)

Fire Radiative Power

Fire Detection &
Monitoring

Development

Pre. Operat.

Operational

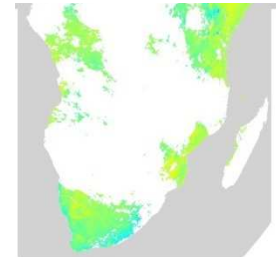
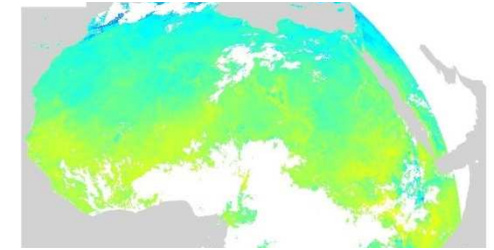
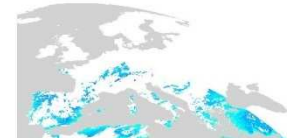
Augmentation du niveau de maturité



Le consortium LSA SAF

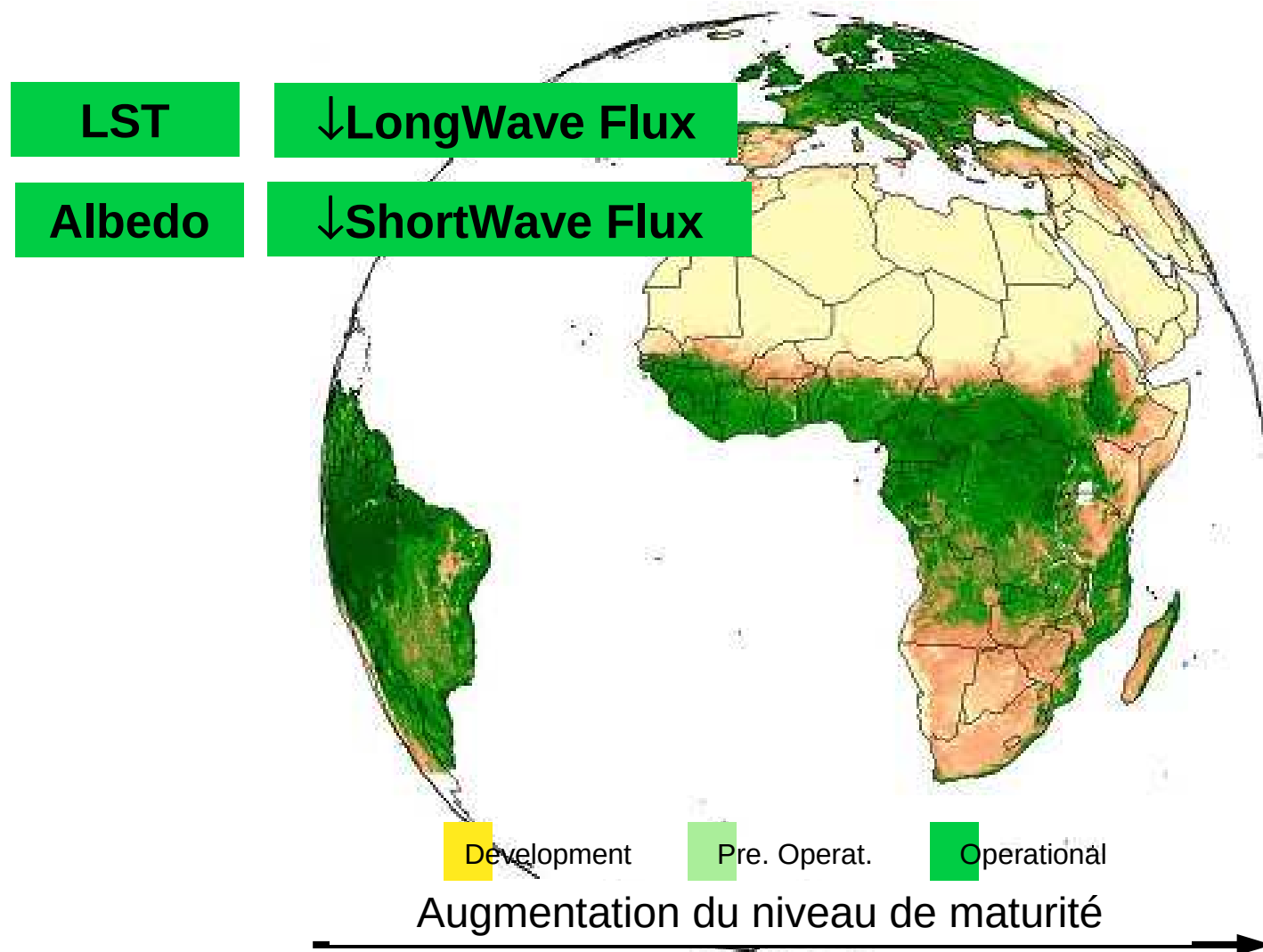
caractéristiques communes à tous les produits

- Flag de qualité (-quality flag- + error bar pour quelques produits)
- Un manuel de l'utilisateur (User Manual) et un rapport de validation détaillé
- 4 zones de production pour MSG
 - Europe
 - N. Afrique
 - S. Afrique
 - S. Amerique
- A la résolution de l'instrument SEVIRI
- Résolution temporelle variable
 - 15 min à 30 jours
- Produits EPS générés pour certaines variables: LST, NDVI



Paramètres Radiatifs de surface

Produits et méthodes:

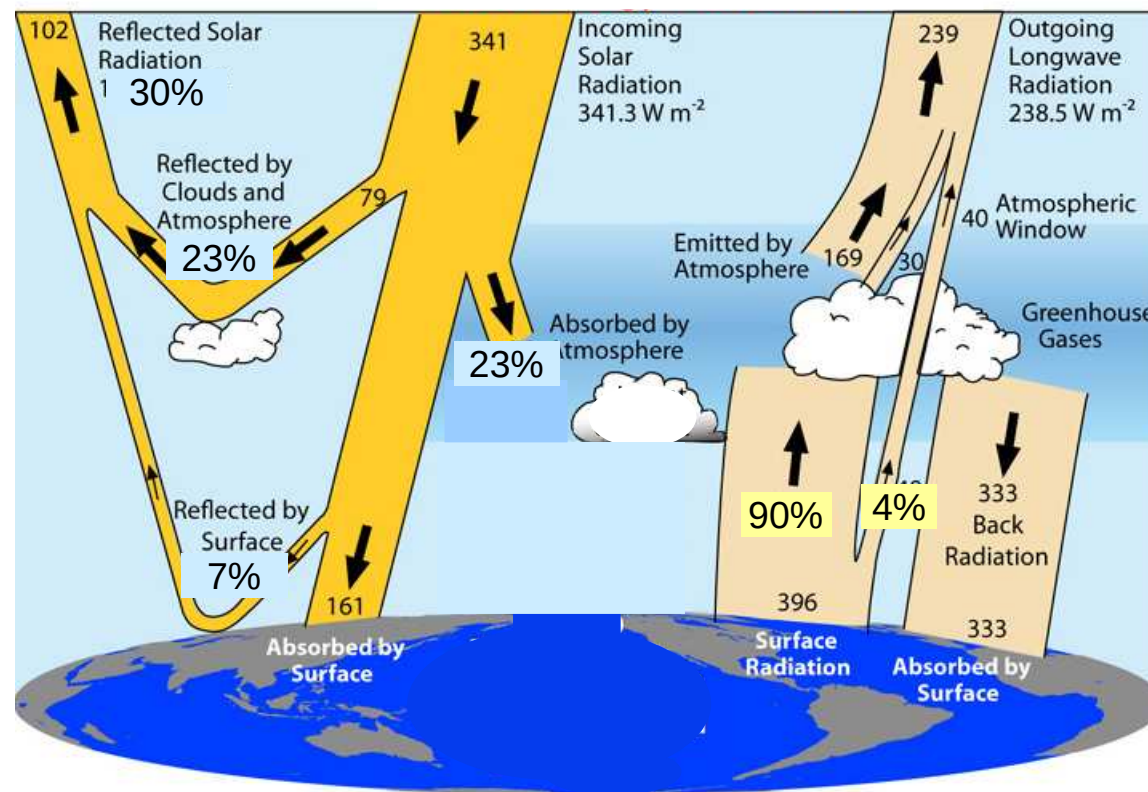


Paramètres Radiatifs de surface

Produits et méthodes: Bilan Radiatif

Radiation Solaire

Radiation Thermique



En Surface

Rayonnement net d'ondes courtes

~~Perte~~

Gain

Rayonnement net d'ondes longues

✓ Perte

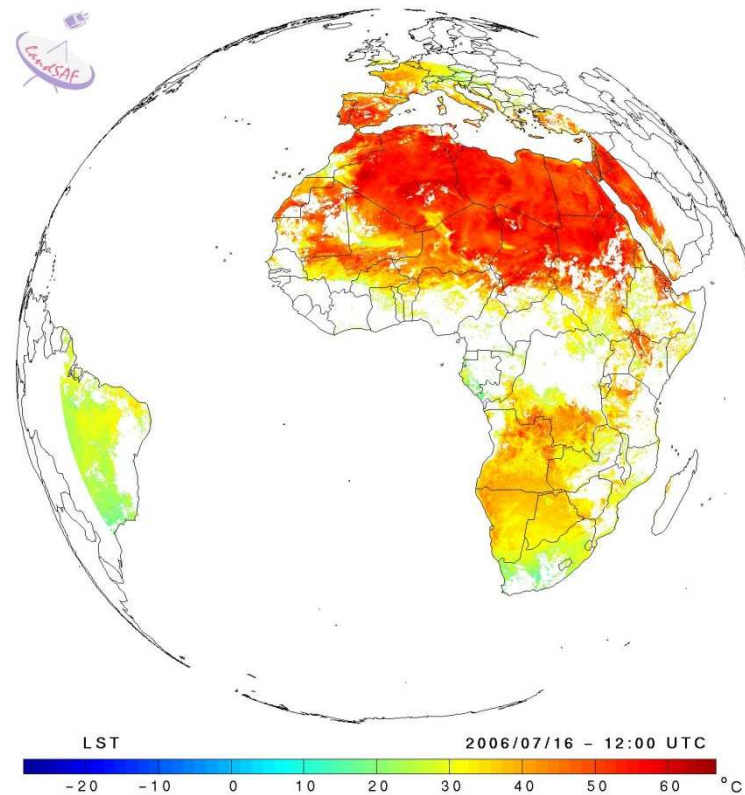
• ~~G~~in

Adapté de K. Trenberth, J. Fasullo, and J. Kiehl.

Paramètres Radiatifs de surface

Land Surface Temperature (LST)

LST (température de surface terrestre):
c'est la température radiométrique
directionnelle de l'ensemble des
éléments de surface dans le champ de
vision d'un capteur.



Paramètres Radiatifs de surface (LST)

Méthodologie:

- Algorithme *généralisé de Split Window* (GSW) → 10.8μm et 12.0μm (Wan & Dozier, 1996 , adapté à SEVIRI -Trigo et al., 2008a-)
- Données d'entré: température de brillance des canaux
masque de nuage, prévisions de la colonne totale
de vapeur d'eau

$$T_s = (A_1 + A_2 \frac{1-\varepsilon}{\varepsilon} + A_3 \frac{\Delta\varepsilon}{\varepsilon^2}) \frac{T_{10.8} + T_{12.0}}{2} + (B_1 + B_2 \frac{1-\varepsilon}{\varepsilon} + B_3 \frac{\Delta\varepsilon}{\varepsilon^2}) \frac{T_{10.8} - T_{12.0}}{2} + C$$


Les paramètres GSW dependent de:

1. Colonne totale de vapeur d'eau
2. Angles de vue de SEVIRI



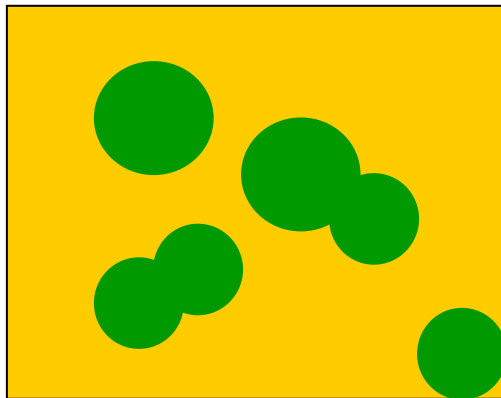
ECMWF fc

Paramètres Radiatifs de surface (LST)

Méthodologie:

Emissivités des cannaux → Fraction de couverture végétale

Pixel MSG

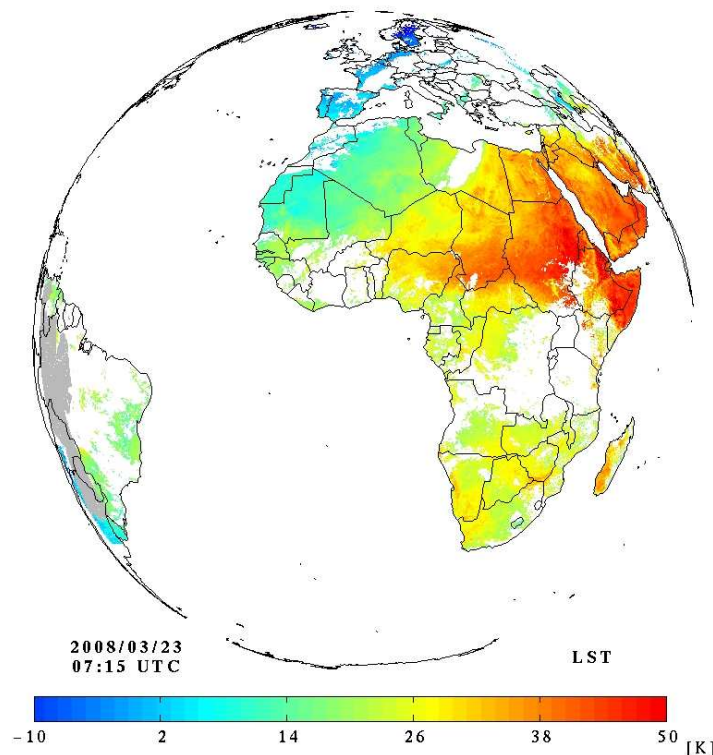


$$\varepsilon = \varepsilon_{veg} \boxed{FVC} + \varepsilon_{soil} (1-FVC)$$

LSA SAF Product

Paramètres Radiatifs de surface (LST)

Caractéristiques:



- ✓ Fréquence : 15 min, 10 et 30 jours
- ✓ Pour les pixels de ciel clair...
- ✓ Sur les surfaces émergées ...
- ✓ Erreur d'estimation $< 4K$
- ✓ A partir de 2005

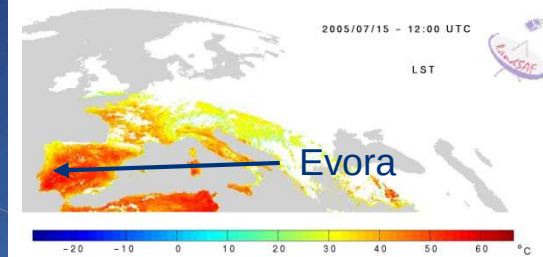
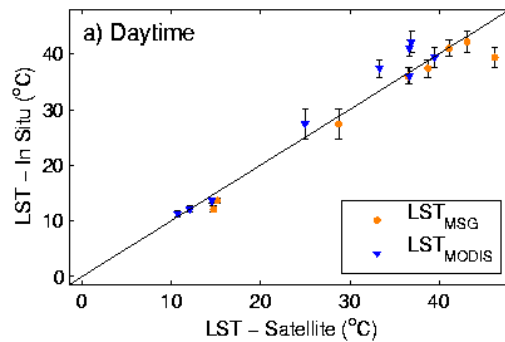
Paramètres Radiatifs de surface (LST)

Validation:



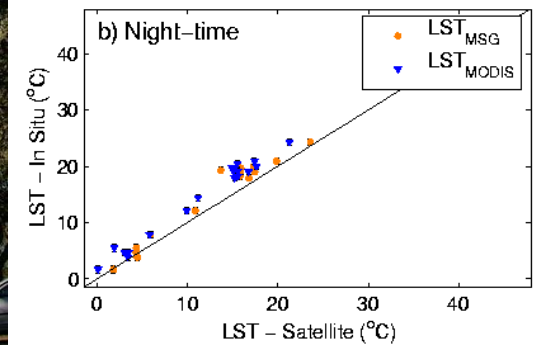
Jour

(°C)	BIAS	RMSD
SEVIRI	+1.9	2.2
MODIS	-1.8	2.6



Nuit

(°C)	BIAS	RMSD
SEVIRI	-1.7	2.1
MODIS	-2.6	2.7

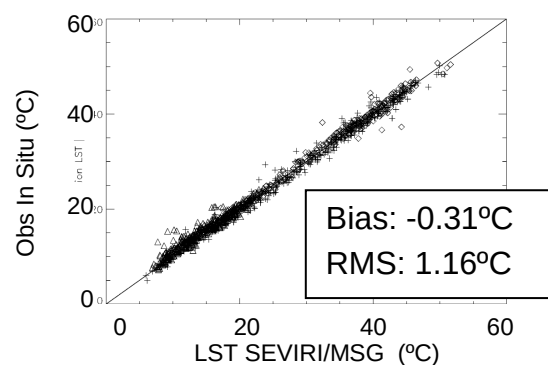


Paramètres Radiatifs de surface (LST)

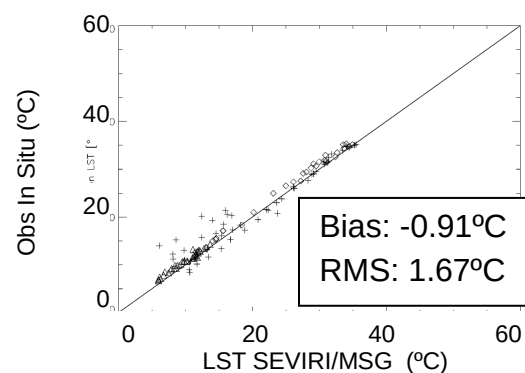
Validation:



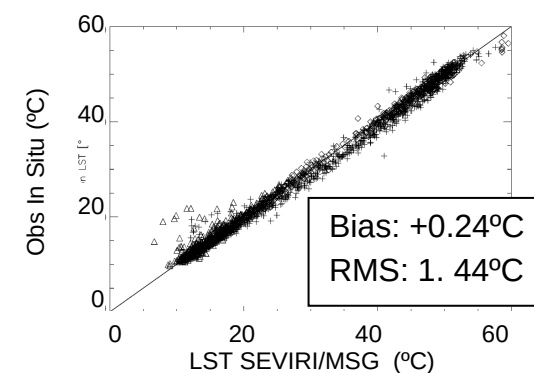
Mai 2008



Juil 2008



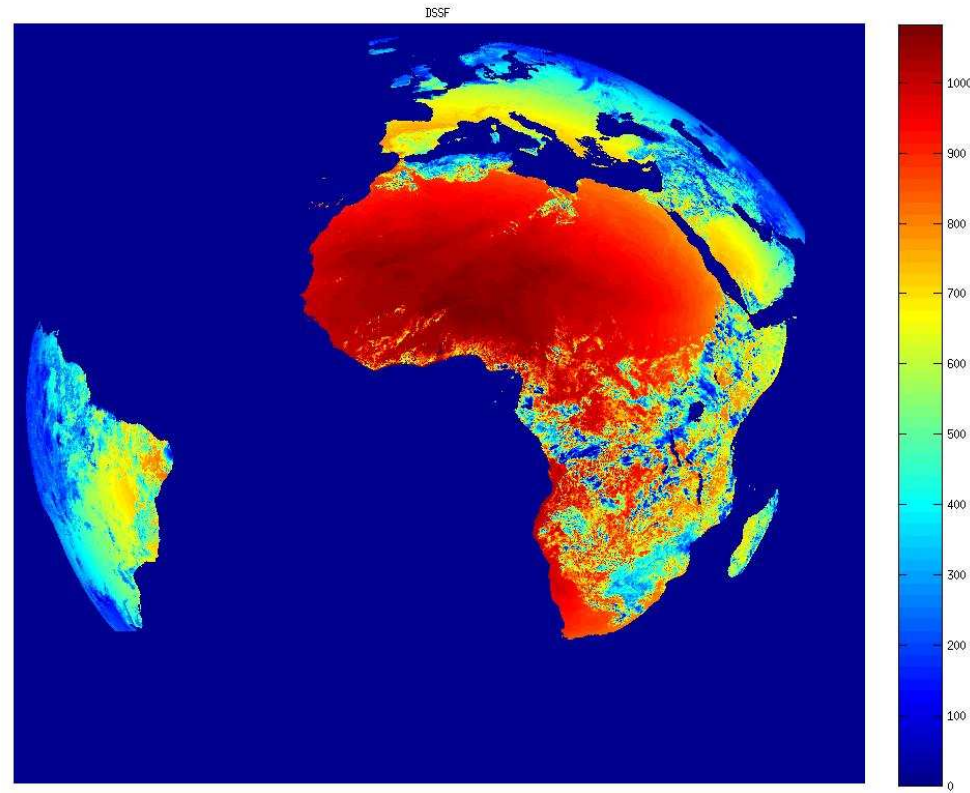
Nov 2008



Paramètres Radiatifs de surface (DSSF)

Flux de *rayonnement* descendant d'*ondes courtes*(DSSF):

L'énergie radiative dans la longueur d'onde entre $[0,3\mu\text{m}, 4.0\mu\text{m}]$ atteignant la surface de la Terre par unité de temps et de surface



Paramètres Radiatifs de surface (DSSF)

Méthodologie:

$$\text{DSSF} = \int_{\lambda_1=0.3\mu\text{m}}^{\lambda_2=4\mu\text{m}} E(\lambda) d\lambda$$

$$\text{DSSF} \approx S_0 v(j) \cos \theta_{\text{sun}} T_{\text{effective}}$$

Diagram illustrating the components of the DSSF equation:

- S_0 : Constante solaire
- $v(j)$: Distance terre-soliel (jday)
- $\cos \theta_{\text{sun}}$: Angle Solaire zenithal
- $T_{\text{effective}}$: Transmittance Effective

- Paramétrisation physique utilisant comme données d'entrée :
 - information à partir des canaux 0.6, 0.8 et 1.6 μm de SEVIRI;
 - TCWV du ECMWF;
 - Le *masque nuages* de NWC SAF (différentier ciel clair/couvert)

Paramètres Radiatifs de surface (DSSF)

Méthodologie:

$$DSSF \approx S_0 v(j) \cos \theta_{\text{sun}} T_{\text{effective}}$$



$$T_{\text{effective}} = T_{\text{atm}} \frac{1}{1 - A_{\text{surf}} A_{\text{atm}}}$$

Transmittance de l'atmosphère

La transmission Effective de l'atmosphère est fonction de constituants atmosphériques



$$T_{\text{effective}} = T_{\text{atm}} \frac{T_{\text{cloud}}}{1 - T_{\text{atm_below_cloud}} A_{\text{surf}} A_{\text{cloud}}}$$

albédo de surface

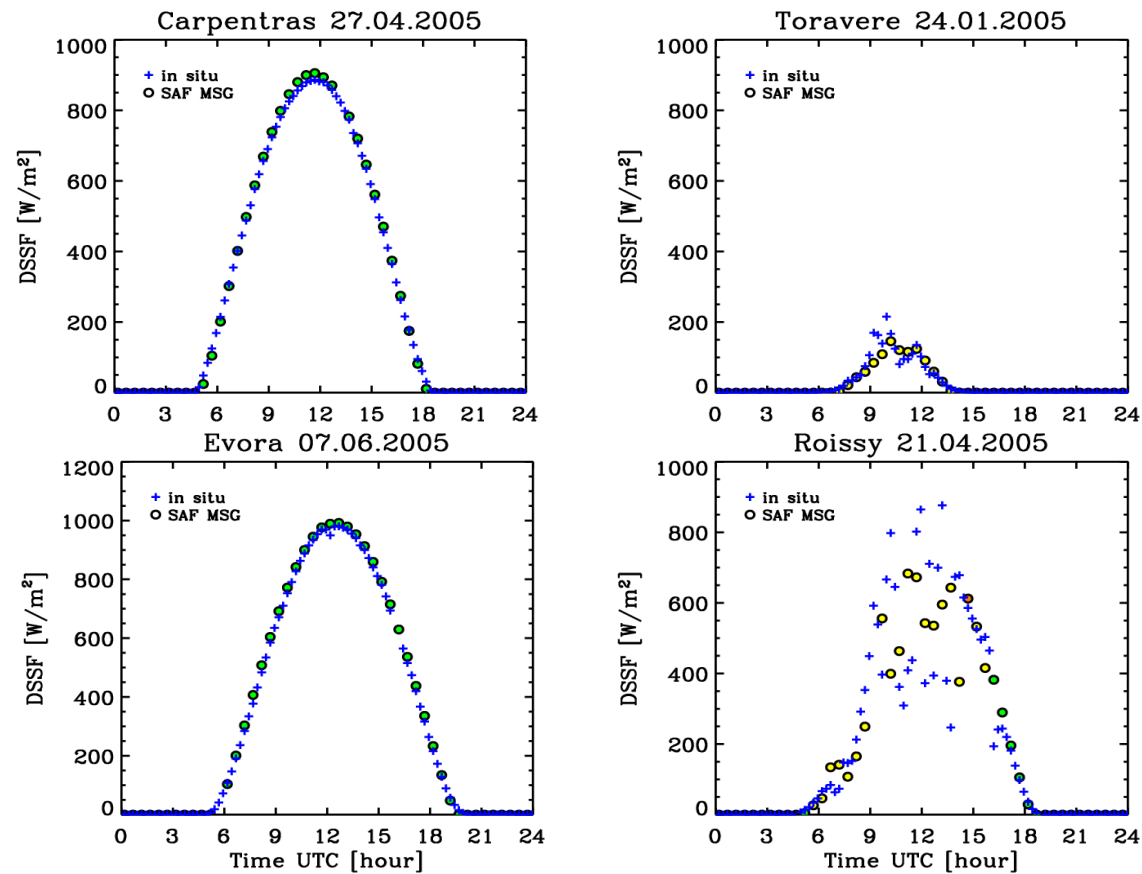
Transmittance des nuages

Albédo des nuages

Description physique simplifiée du transfert de rayonnement dans le système nuage-atmosphère-surface

Paramètres Radiatifs de surface (DSSF)

Validation:



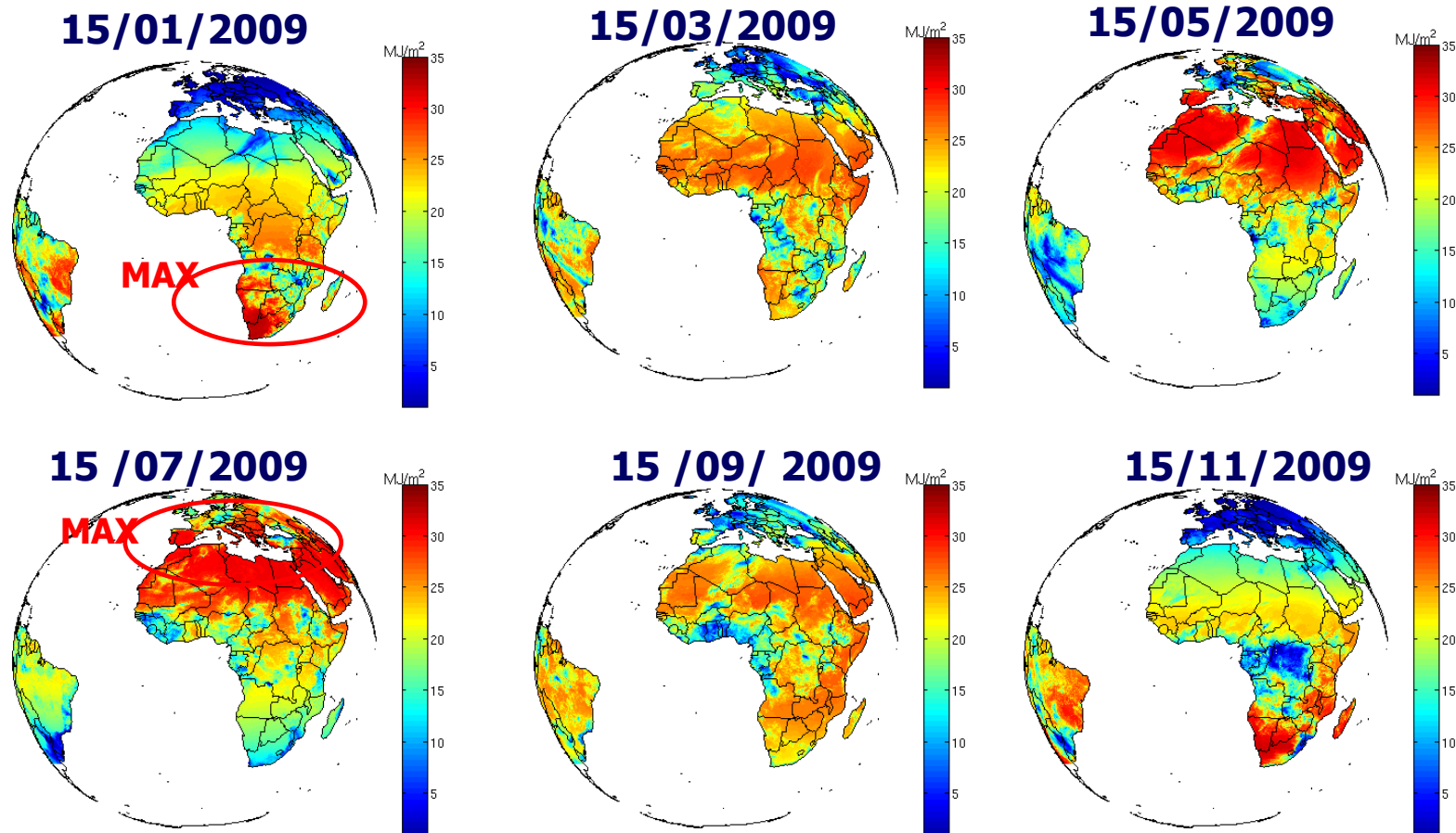
Validation avec des mesures aux stations

Paramètres Radiatifs de surface (DSSF)

no LUMISA,
Network of
Satellite Application
Partners

LSA SAF
Land Surface Analysis

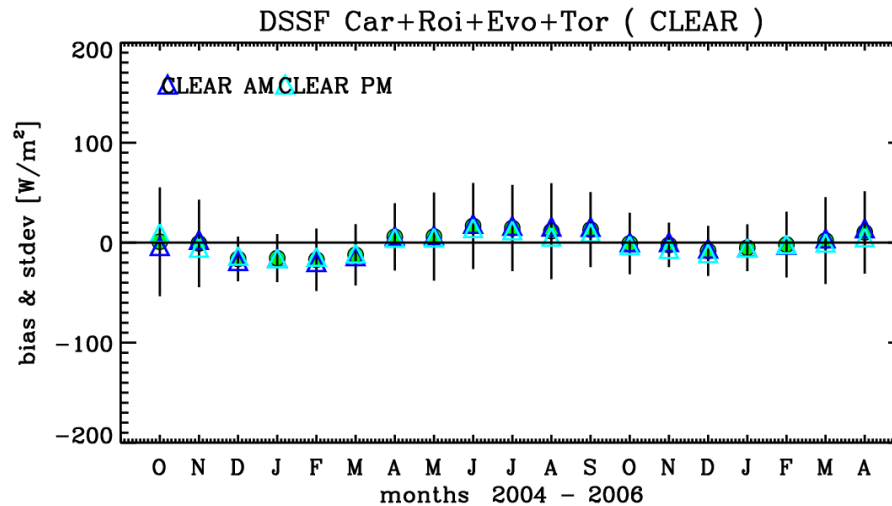
Validation:



Variation mensuelle de la radiation solaire cumulée au niveau journalier

Paramètres Radiatifs de surface (DSSF)

Validation:

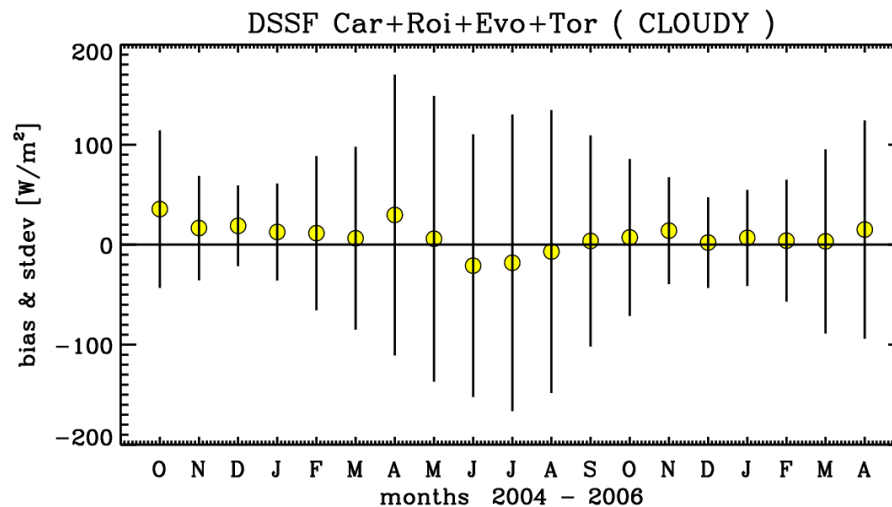


Stat. 2004 à 2006

Ciel clair:

biais : 5 W/m^2

devst : 40 W/m^2



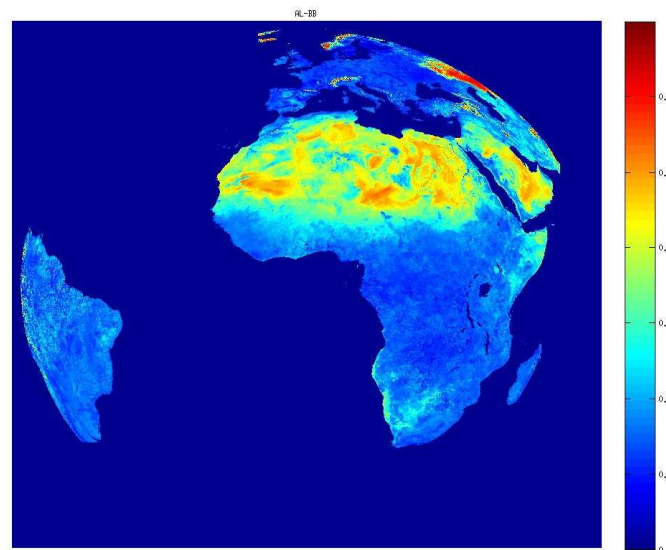
Ciel nuageux:

biais : 5 W/m^2

devst : 115 W/m^2

Paramètres Radiatifs de surface (AL)

Albédo (AL): Fraction du rayonnement solaire incident, réfléchi par la surface



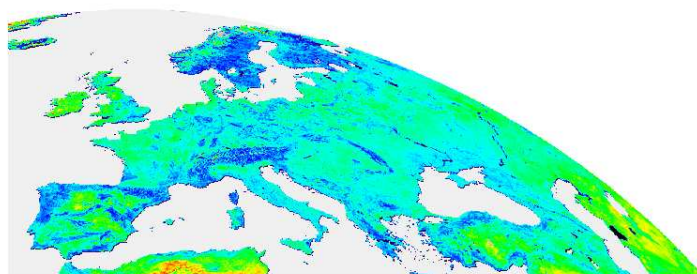
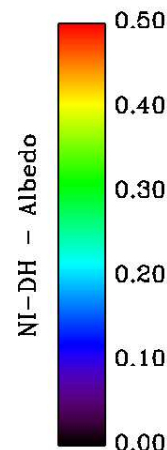
Albédo (Visible, proche IR et large bande)

- A l'échelle de 5 jours, mis à jour quotidiennement;
- Un composite de 30 jours, mis à jour tous les 10 jours

Paramètres Radiatifs de surface (AL)

Caractéristiques:

13.8.2005 – 28.8.2005



Input data:

- **MSG Data: 0.6μm, 0.8μm, 1.6μm**
- Solar and View Angles
- Land/Sea Mask
- **Cloud Mask (SAF-NWC software)**
- Total Column Water Vapour, and Pressure (ECMWF)
- Ozone Content (Climatology)
- Aerosol Optical Thickness (Climatology)

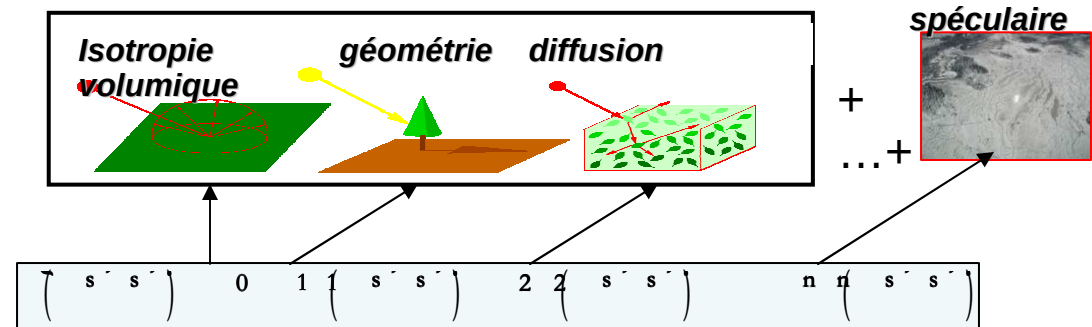
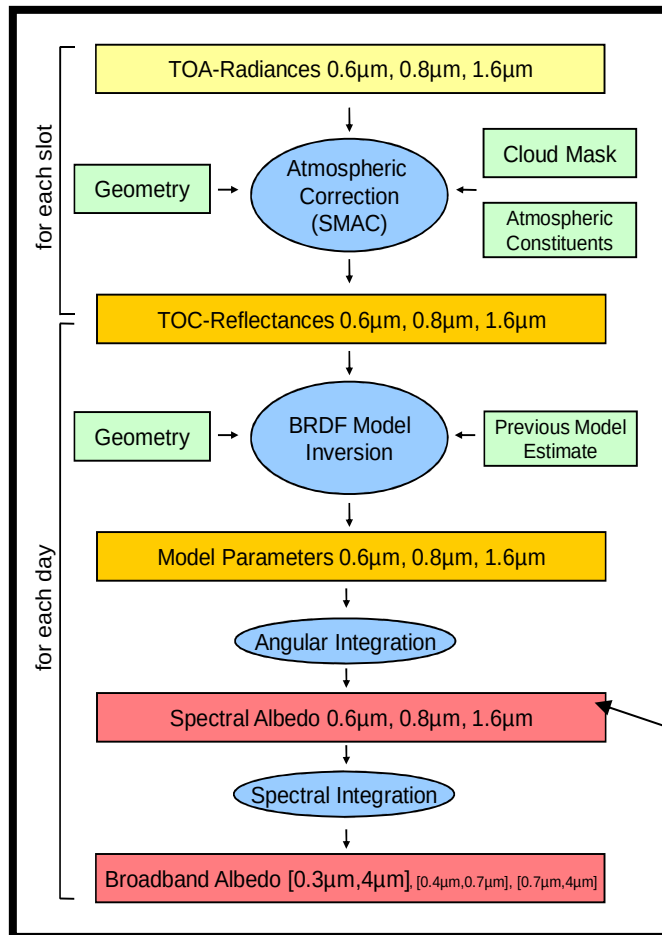
SAF on Land Surface Analysis (LSA)

Product-Identifier	Product Name	Product acronym	Product type (product, software, dataset)	Characteristics and Methods	Input Satellite data	Dissemination type (NRT/off-l)	Dissemination Means	Format	Timelines	spatial coverage	generation frequency	spatial resolution	threshold accuracy	target accuracy	optimal accuracy	Verification method	applications and users	expected start of operation resp. availability
LSA-01	MSG Daily Surface Albedo	MDAL	product	5-day composites of spectral & broad-band AL	MSG	NRT/off line	EUMETC ast /web	HDF5	3 h	MSG disk	1 day	MSG pixel resolution	20%	AL>0.15: 20% AL<0.15: 0.03	7.5%	BSRN data / MODIS AL	NWP; Carbon-models; Climate monitoring	Sep 05
LSA-02	MSG 10-day Surface Albedo	MTAL	product	30-day composites of spectral & broad-band AL	MSG	NRT/off line	EUMETC ast /web	HDF5	3 h	MSG disk	1 day	MSG pixel resolution	10%	AL>0.15: 10% AL<0.15: 0.02	5%	BSRN data / MODIS AL	NWP; Carbon-models; Climate monitoring	Dec 07
LSA-03	EPS Surface Albedo	EAL	product	30-day composites of spectral & broad-band AL	EPS	NRT/off line	EUMETC ast /web	HDF5	3 h	Europe & High Latitudes	1 day	0.01°x 0.01°	20%	AL>0.15: 10% AL<0.15: 0.015	5%	BSRN data / MODIS AL	NWP; Carbon-models; Climate monitoring	Oct 08

Beginning of time series: Sep. 05 (MDAL), Jan. 09 (MTAL), not started (EAL)

Paramètres Radiatifs de surface (AL)

Méthodologie:



BRDF

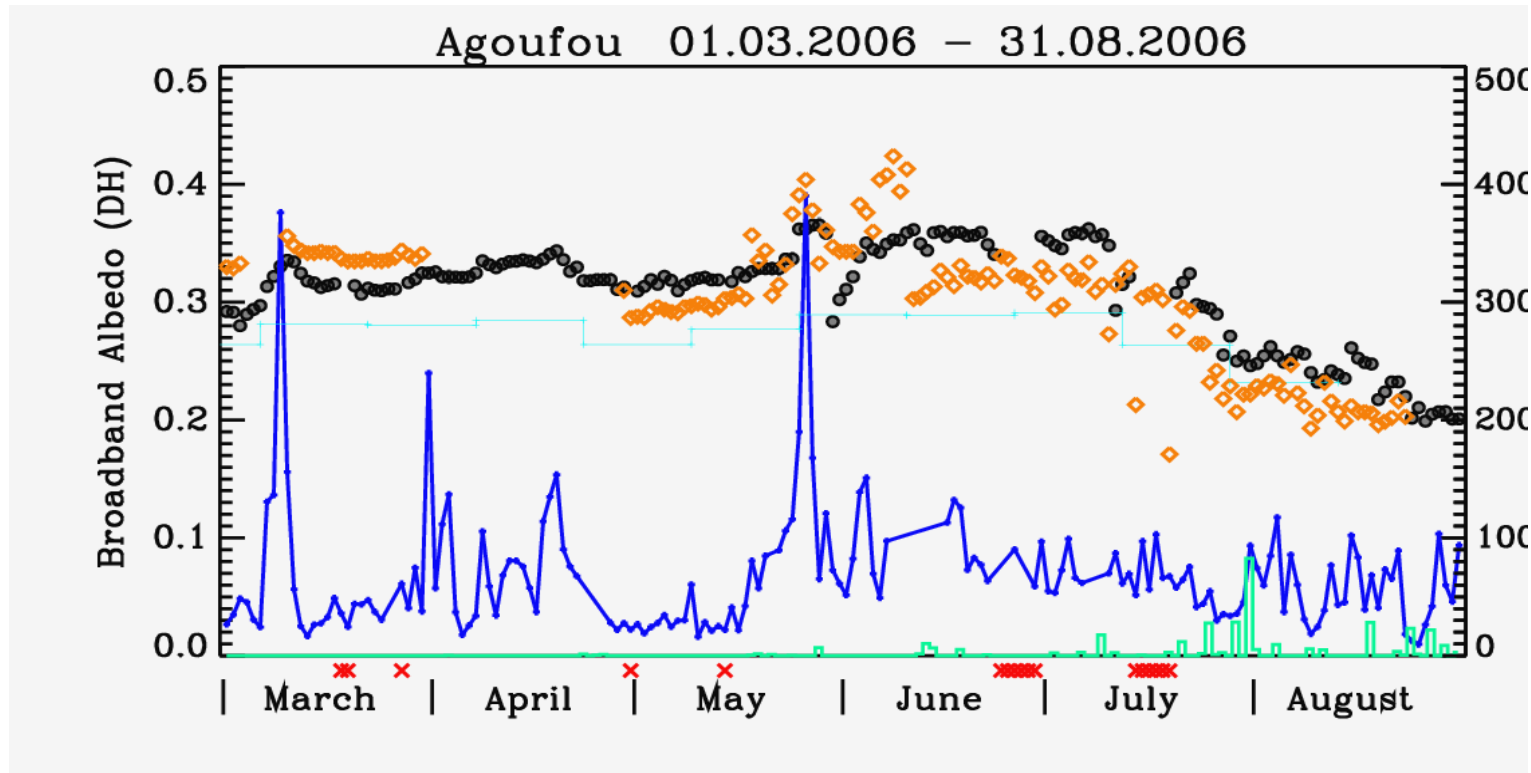
- k_0 : coefficient lambertien
- k_1 : coefficient de rugosité
- k_2 : coefficient volumique de diffusion
- k_n : coefficient spéculaire (neige)

Prendre en compte la dépendance angulaire du facteur de réflectance.

Lucht and Roujean (2000), Geiger et al. (2008)

Paramètres Radiatifs de surface (AL)

Validation:

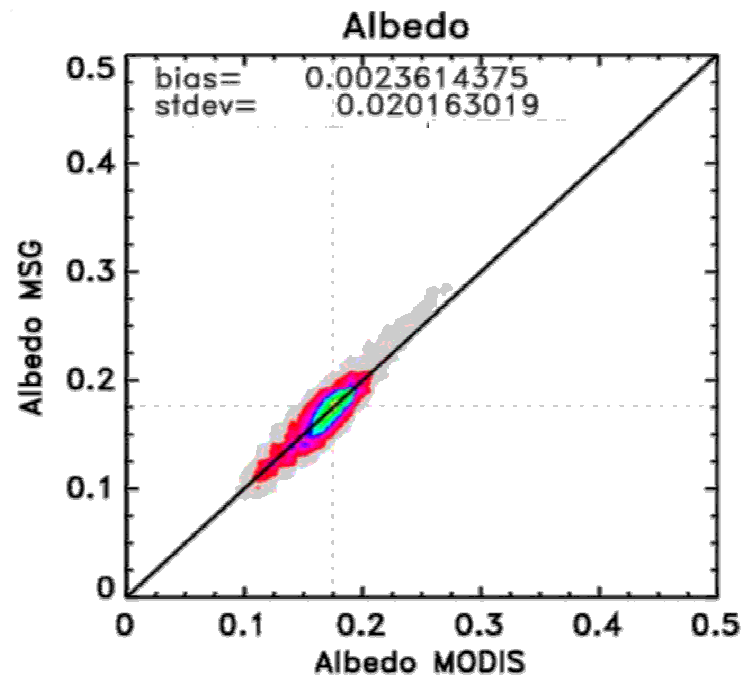


- L'évolution temporelle de l'estimation de l'albédo est influencée par les précipitations.
- Les fluctuations parasites semblent être provoquées par des effets d'aérosols.

Paramètres Radiatifs de surface (AL)

Validation:

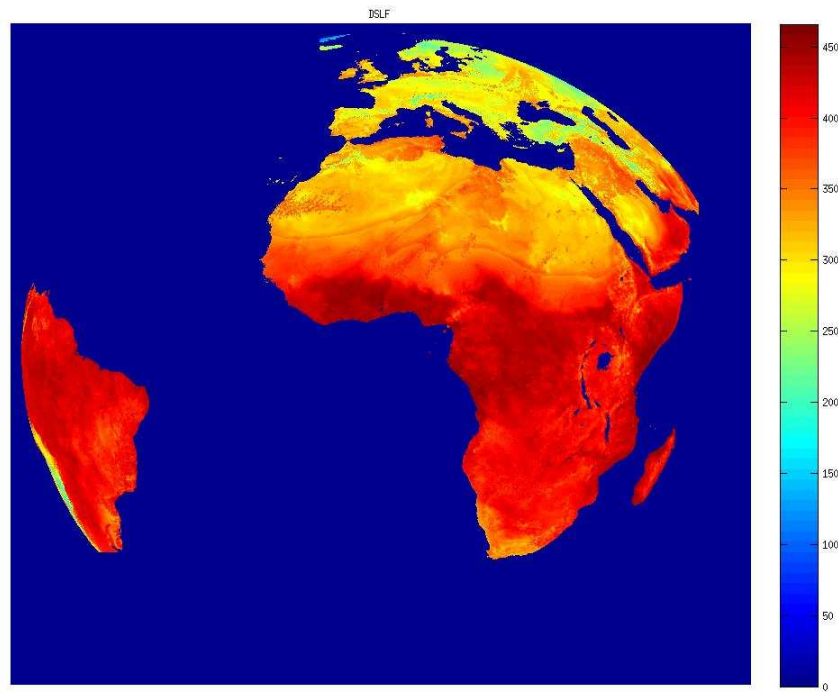
Afrique Centrale (Savanne)



✓ Bonne correspondance entre l'albédo de LSA SAF et celui de MODIS

Paramètres Radiatifs de surface (DSLRF)

Flux de *rayonnement* descendant de grandes longueurs d'ondes (*DSLRF*):
Irradiance total le 4-100 μm

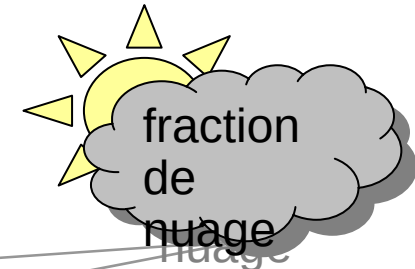


Paramètres Radiatifs de surface (DSLRF)

Méthodologie:

éclairement total de la surface, dans l'intervalle [4 – 100 μm]

Paramétrisation sur base de la loi de Stefan-Boltzmann:



$$DSLRF = \sigma \varepsilon_{sky} T_{sky}^4 = n DSLF^{cloudy} + (1-n) DSLF^{clear}$$

$$\varepsilon_{sky} = 1 - \left(1 + \frac{w}{10} \right) \exp \left[- \left(\alpha + \beta \frac{w}{10} \right)^m \right]$$

Contenu total de vapeur d'eau
dans la colonne

$$T_{sky} = T_2 + (\gamma \Delta T d_2 + \delta)$$

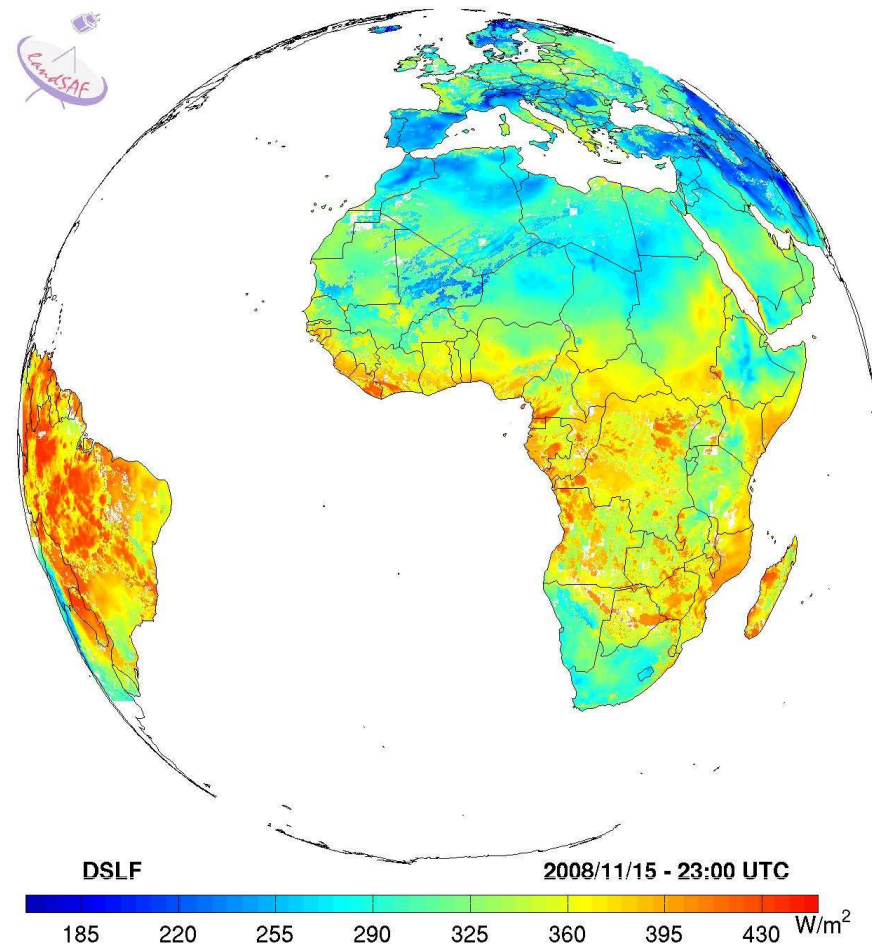
temperature
de l'air à 2m

Déficit de point de
rosée à 2m

Paramètres Radiatifs de surface (DSLRF)

Caractéristiques:

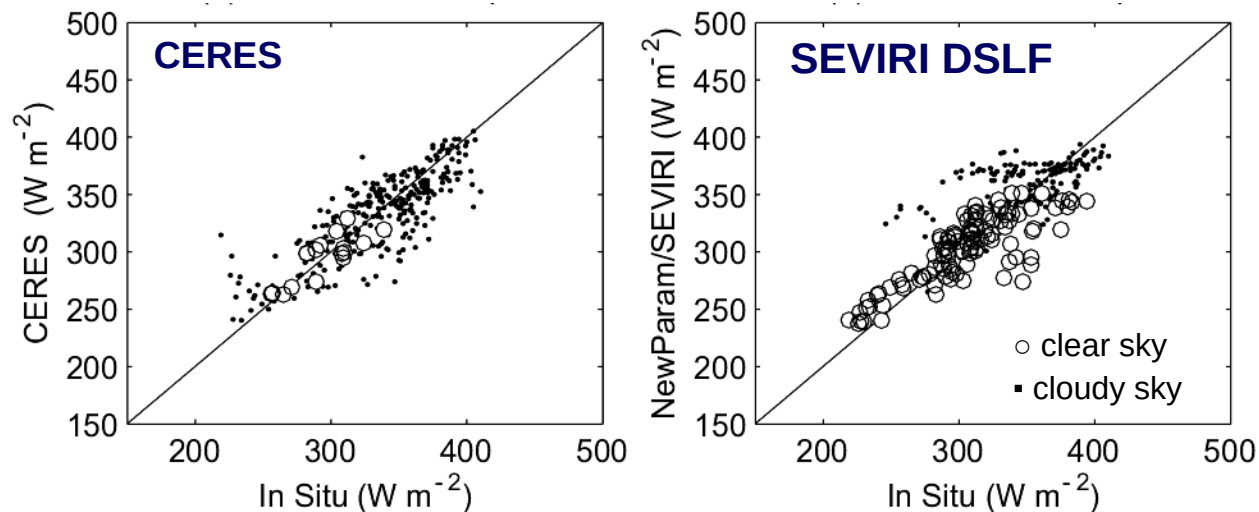
- **Résolution spatiale :**
 - SEVIRI d'origine
 - 3 km au nadir
- **Résolution temporelle :**
 - 30-min & journalière
- **Couverture:**
 - Disque SEVIRI
- Disponibilité
 - A partir de 2005 (algorithme révisé en 2009)
 - NRT (EUMETCast) & Off-line



Paramètres Radiatifs de surface (DSLRF)

Validation:

Stations en Europe du Nord



Période

Jan 2006 - Avr 2007

Stations

Cambourne, UK

Lerwick, UK

Toravere, Estonia

Problèmes:

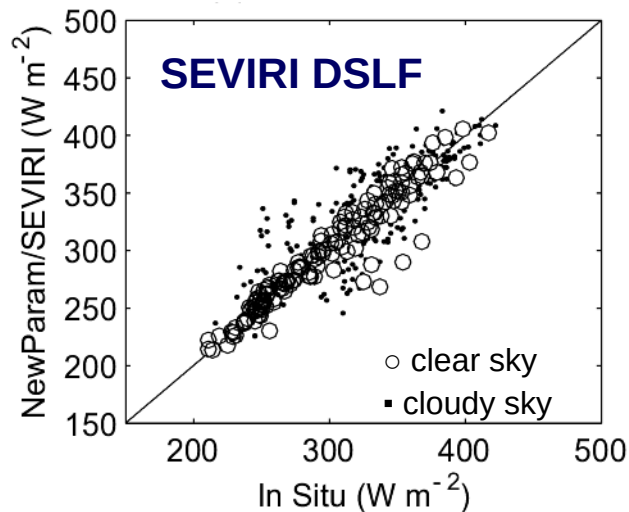
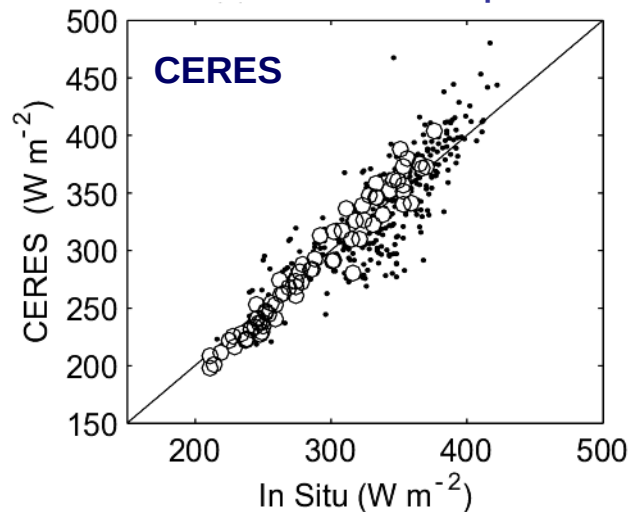
- Identification de nuages au bord du disque MSG
- Modèle DSLF pour nuages de glace
- Inversions de température

	CERES		SEVIRI DSLF	
	Bias	RMSE	Bias	RMSE
Ciel clair	-0.0	12.7	-2.2	22.3
Toutes conditions	-2.1	23.5	3.1	25.3

Paramètres Radiatifs de surface (DSLRF)

Validation:

Stations en Europe Centrale



Période
Jan 2006 - Avr 2007

Stations
Palaiseau, France
Payerne, CH
Carpentras, France

Problèmes:

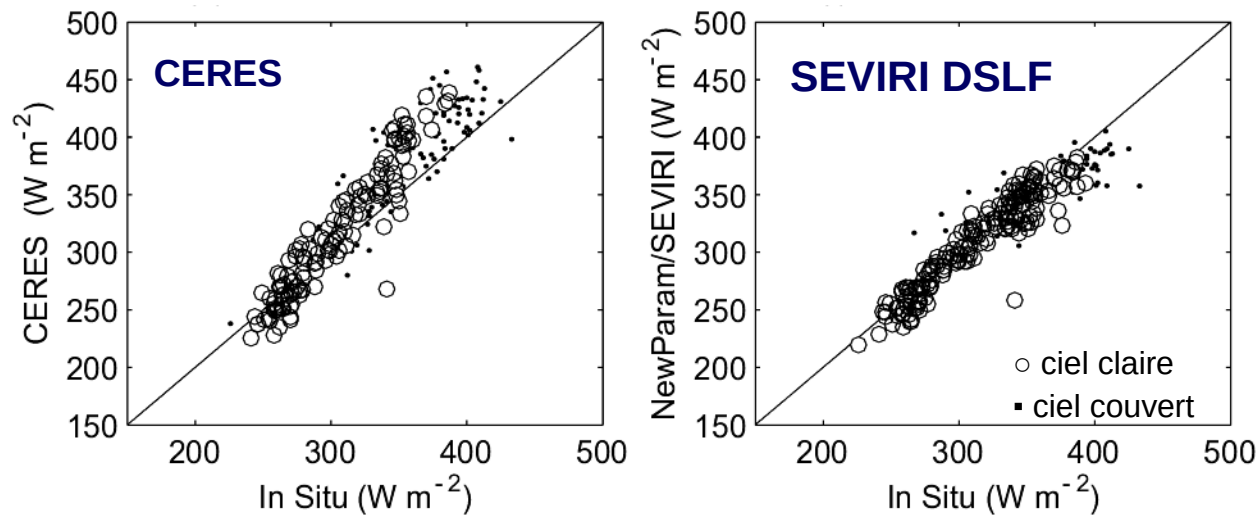
- Inversions de température

	CERES		SEVIRI DSLF	
	Bias	RMSE	Bias	RMSE
Ciel clair	-0.9	13.4	0.8	14.5
Toutes conditions	-1.4	22.7	1.6	22.5

Paramètres Radiatifs de surface (DSLRF)

Validation:

Stations semi-arides et désertiques



Période

Jan 2006 - Avr 2007

Stations

Tamanrasset, Algerie
Sde Boqer, Israel
Niamey, Niger

	CERES		SEVIRI DSLF	
	Bias	RMSE	Bias	RMSE
Ciel clair	13.0	26.8	-4.4	14.1
Toutes conditions	17.5	29.6	-5.4	16.9

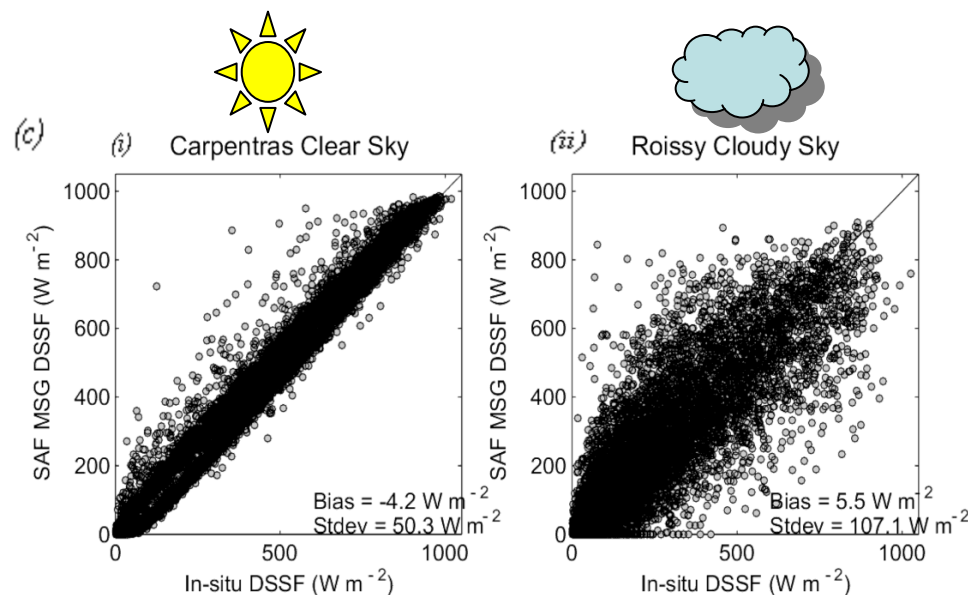
Problèmes:

- Impact des contenus élevés en aérosols

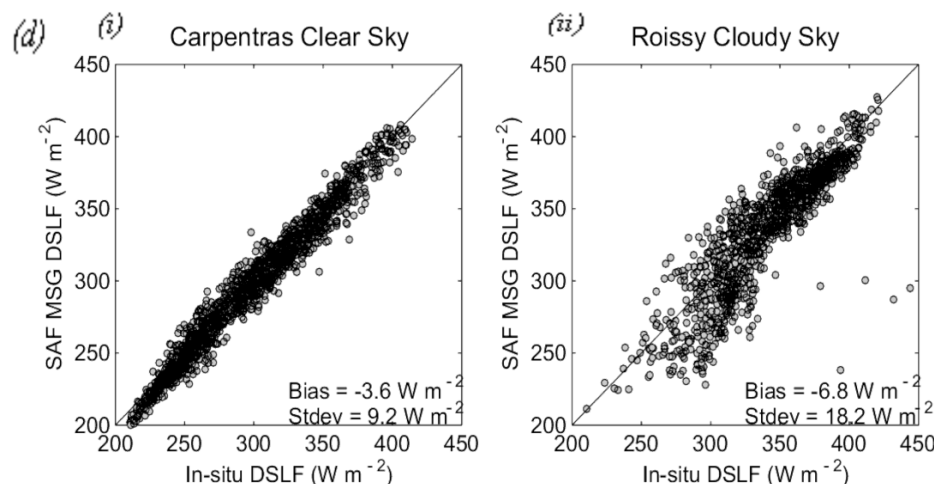
Paramètres Radiatifs de surface (DSSF et DSLF)

Validation:

Ondes courtes



Ondes longues



- ✓ flux radiatifs dans les limites de précision cible "target accuracy" pour la plupart ($> 50\%$) des valeurs obtenues;
- ✓ écarts plus élevés en conditions nuageuses;
- ✓ Conditions susceptibles de produire des estimations de basse qualité (pixels partiellement nuageux, observations à angle élevé) sont signalées « flagged » pour les produits obtenus

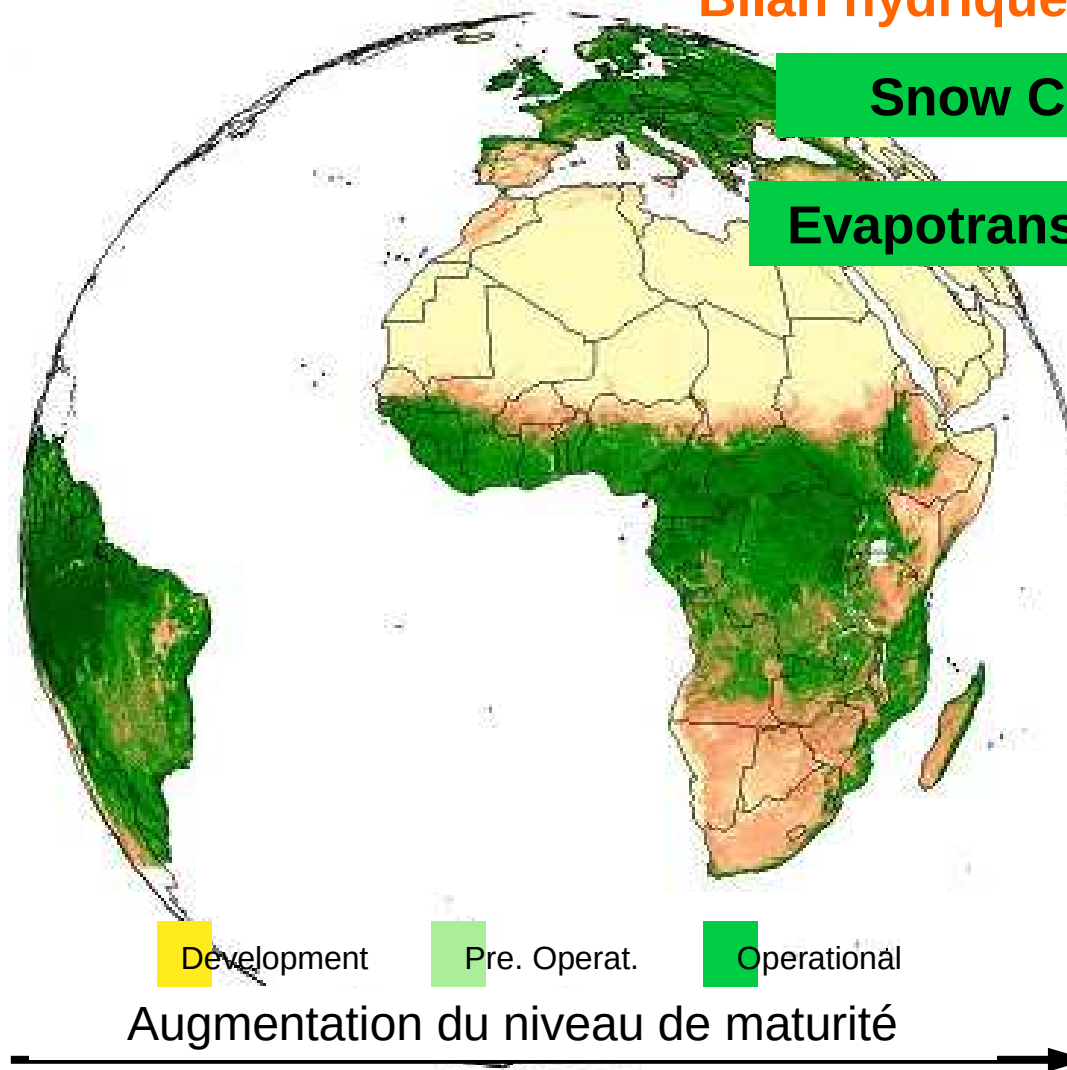
Paramètres du Bilan hydrique

Produits et méthodes:

Bilan hydrique de surface

Snow Cover

Evapotranspiration



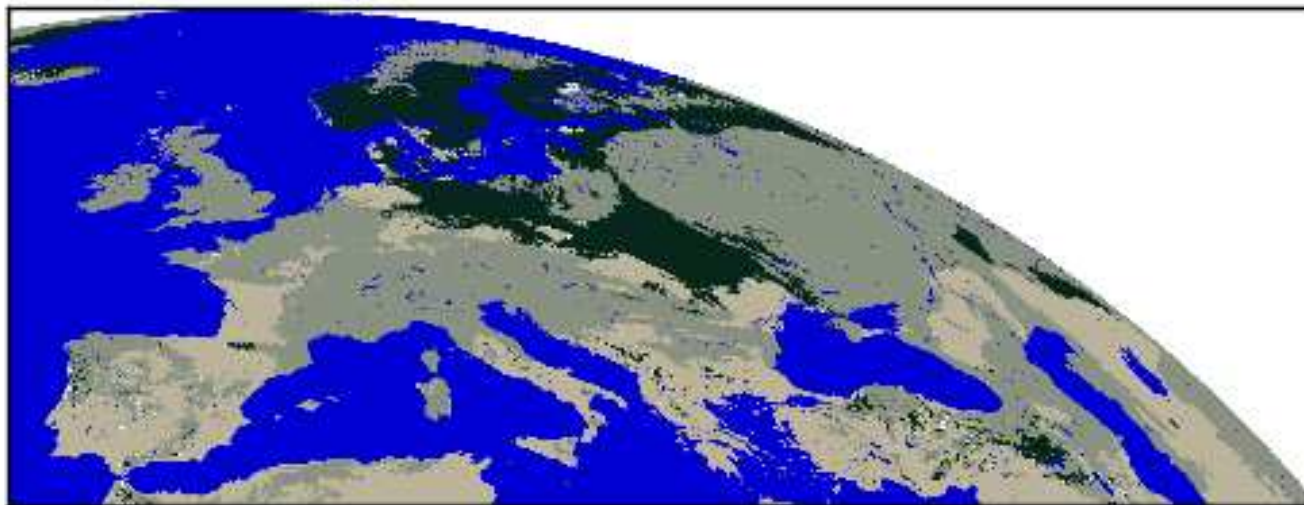
Paramètres du Bilan hydrique (SC)

Snow Cover



Différentes signatures de la neige, de la glace, et des nuages □□ sur les réflectances des canaux 0.6, 0.8 & 1.6 μm .

20130324



Une technique de seuillage est appliquée pour différencier les surfaces couvertes de neige ou de glace des pixels sans neige et des nuages

Paramètres du Bilan hydrique (SC)

Validation:

Le produit Snow Cover(SC) a été comparé au produit Snow Cover de NOAA/NESDIS (Europe; Jul07-Feb09):

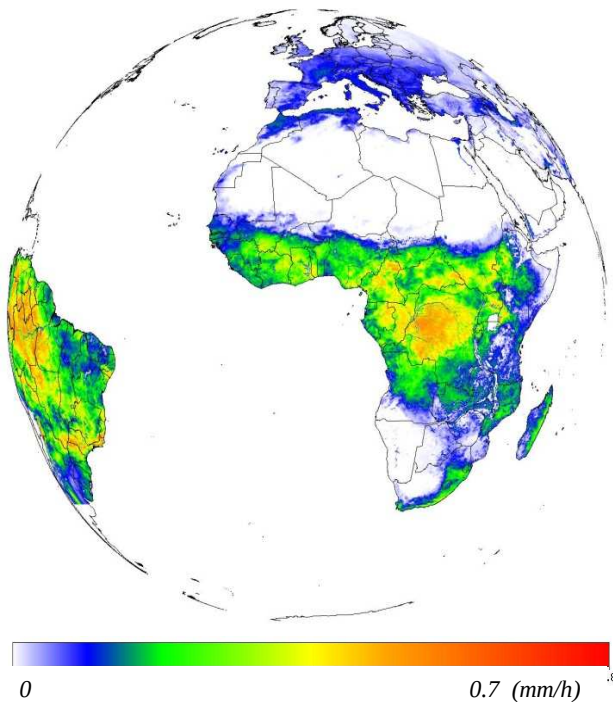
Proportion of Correct	0.977
Bias	0.863
Probability of Detection	0.747
False Alarm Rate	0.135

Paramètres du Bilan hydrique (ET)

ET = Evaporation + Transpiration

Evapotranspiration instantanée –MET– (mm/h)

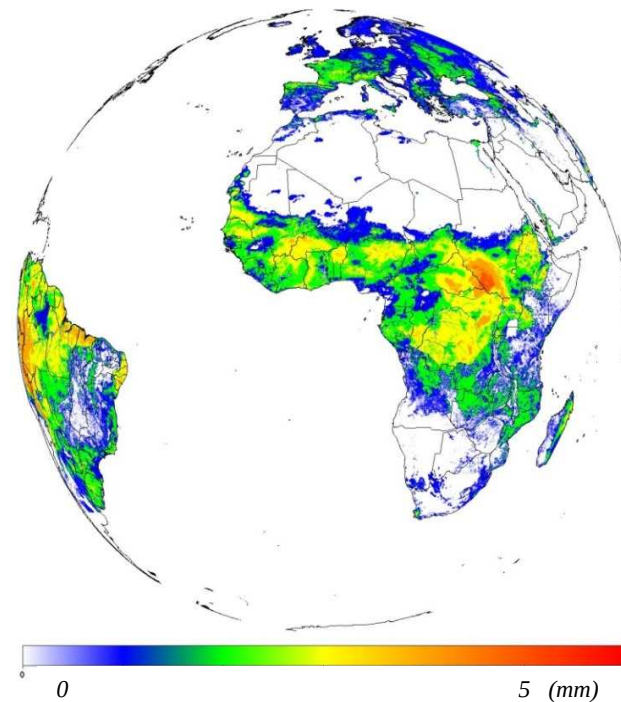
Une image toutes les 30 minutes
entre 00:30 et 24:00 UTC



Evapotranspiration journalière –DMET– (mm)

Une image par jour

$$DMET = \sum_{i=1}^{48} MET_i$$



Paramètres du Bilan hydrique (ET)

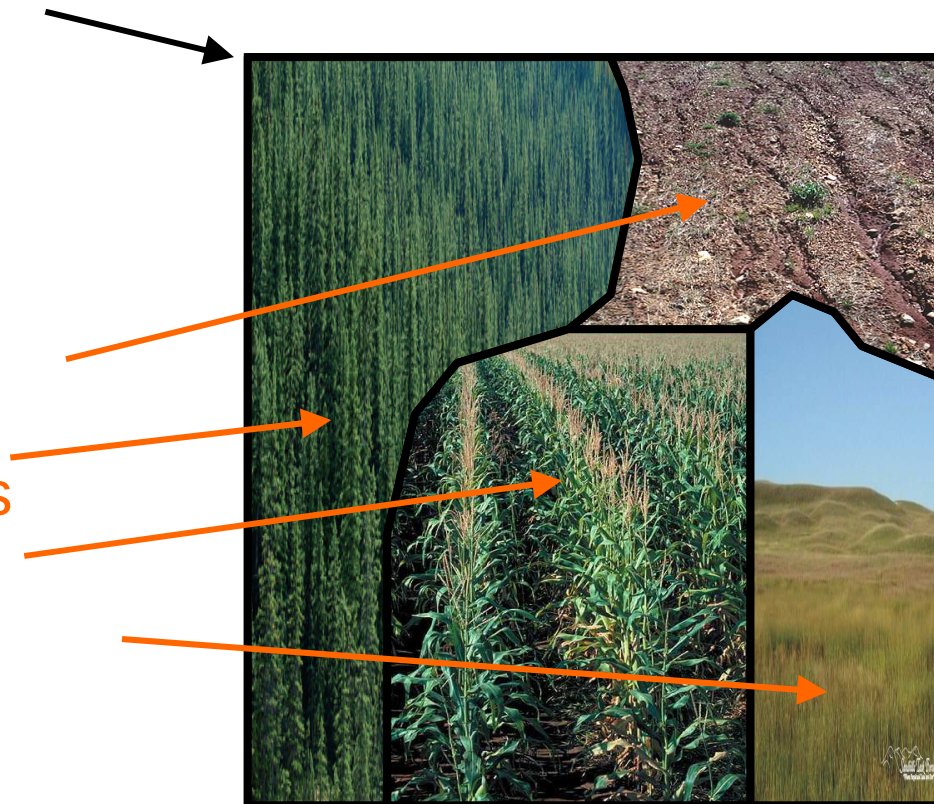
Méthodologie:

- Basé sur un modèle de Transfert Sol-Végétation-Atmosphère (SVAT)
- Le concept de 'tuile' est utilisé

Pixel MSG

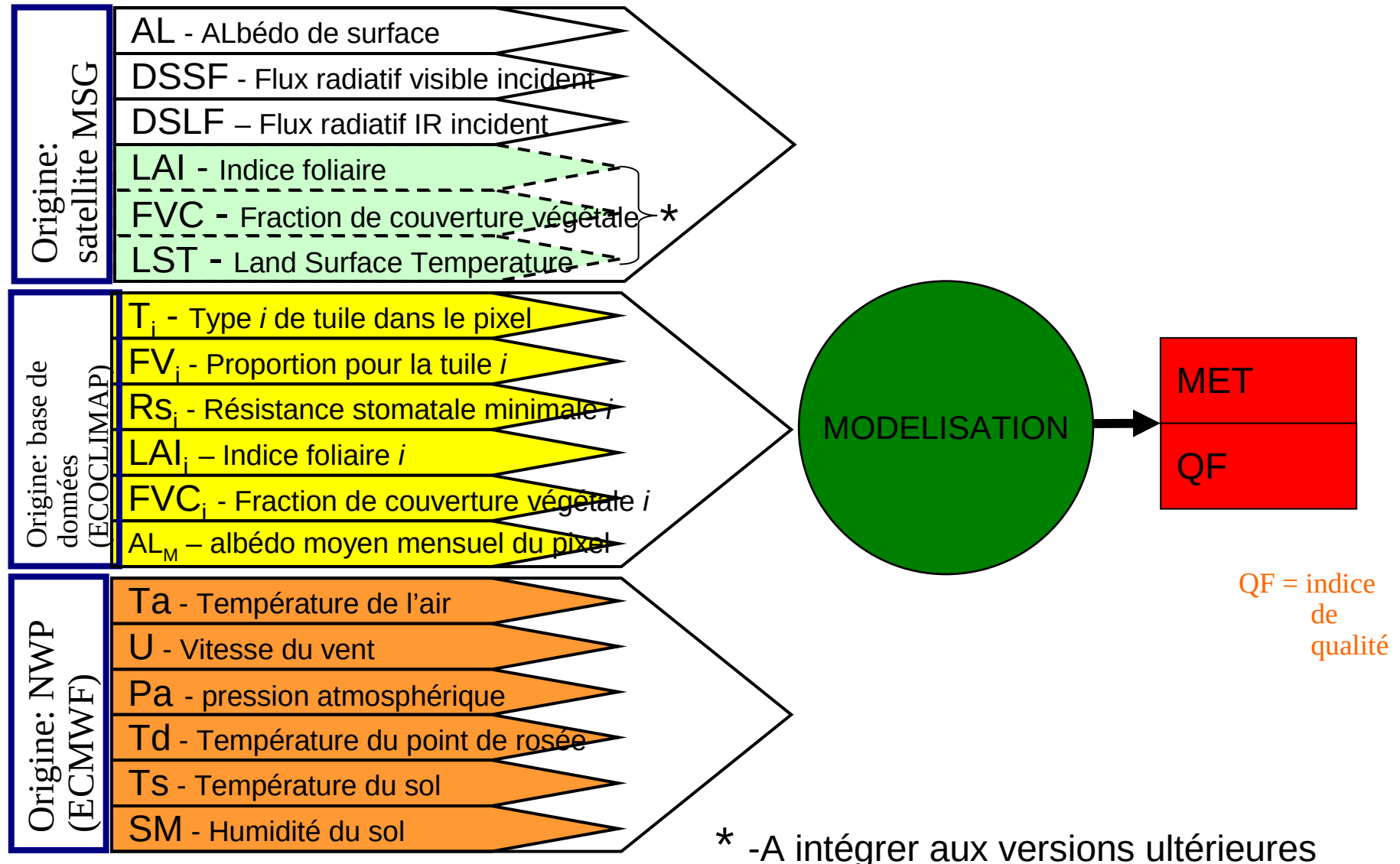
Tuiles:

- % sol nu
- % forêts
- % cultures
- % herbe
- ...



Paramètres du Bilan hydrique (ET)

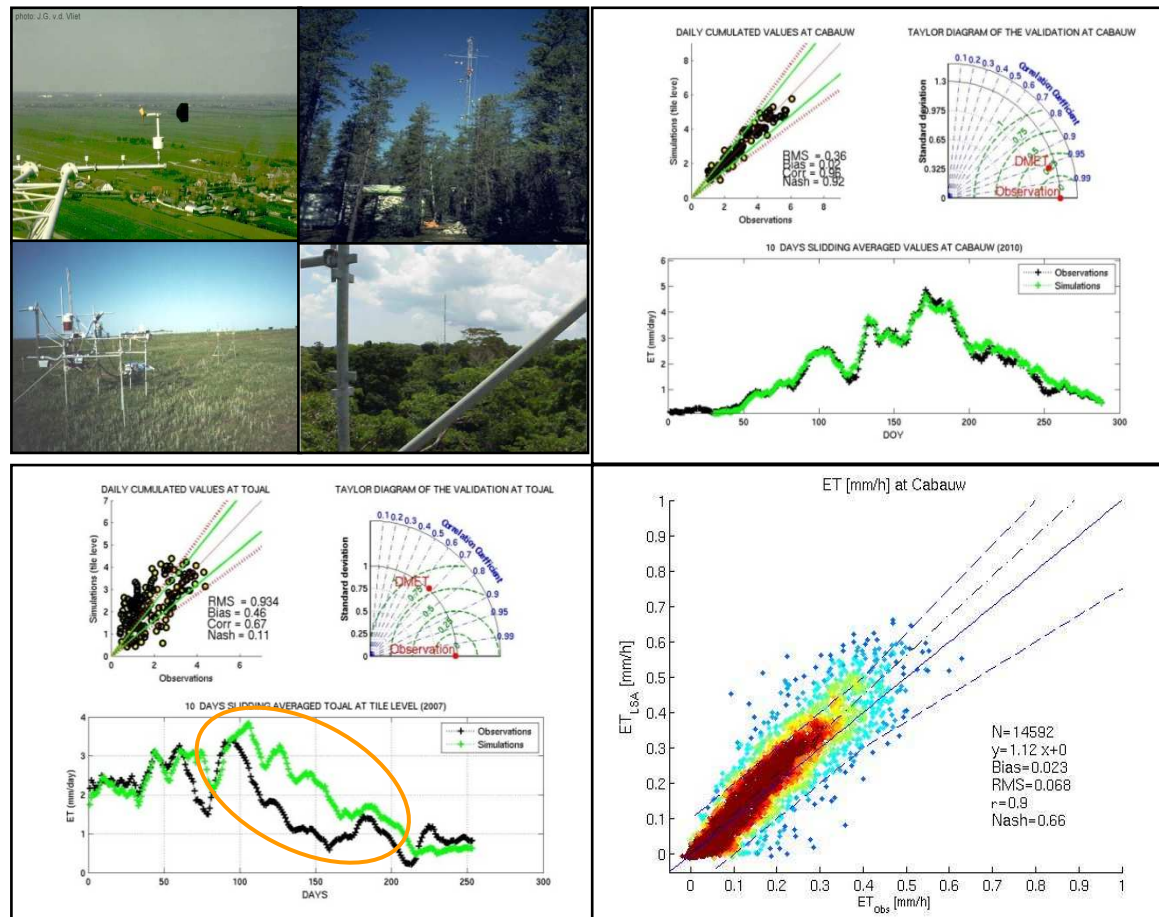
Méthodologie:



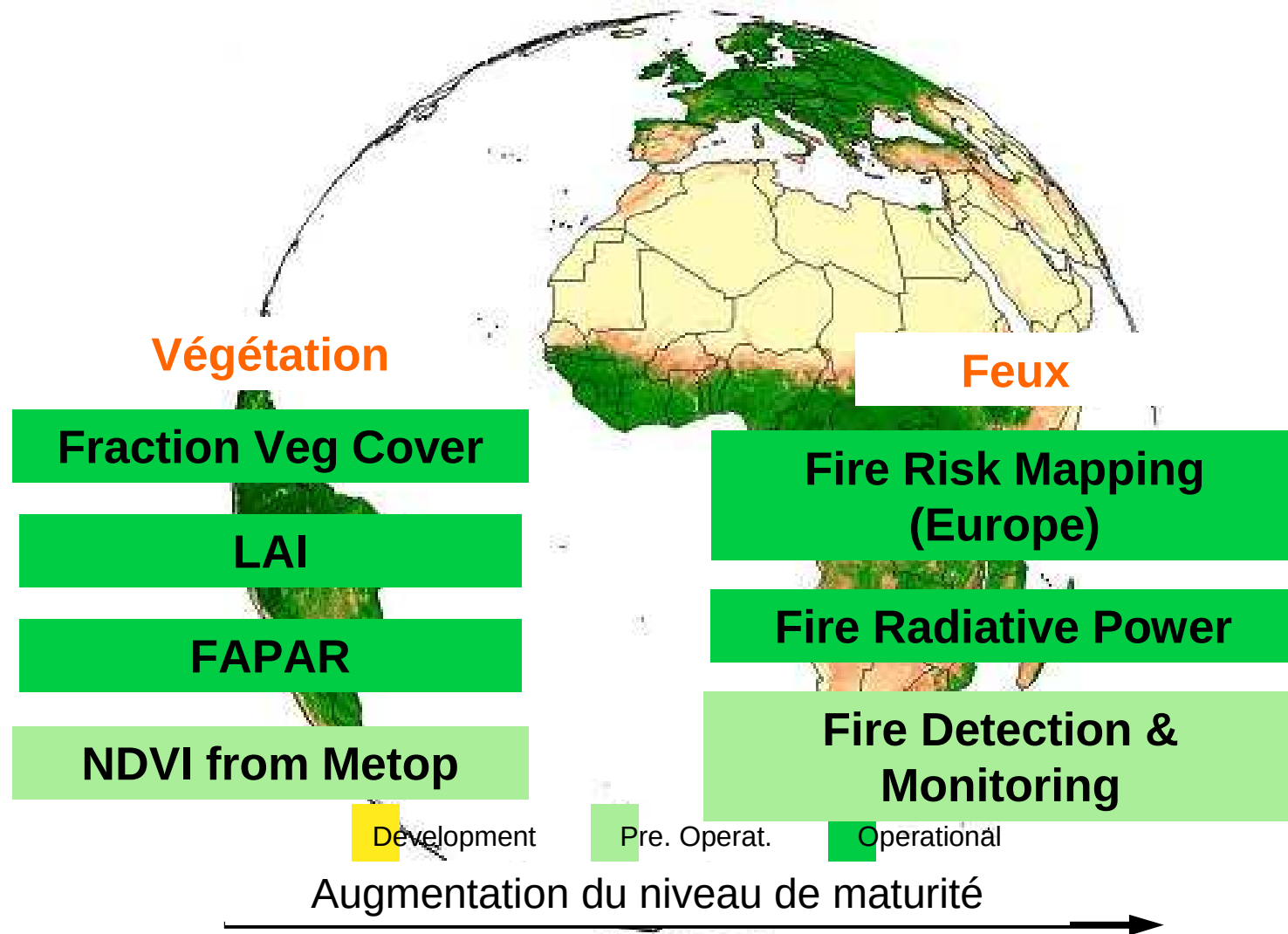
Paramètres du Bilan hydrique (ET)

Validation:

- Longues séries chronologiques
- Vaste échantillonnage de conditions bioclimatiques



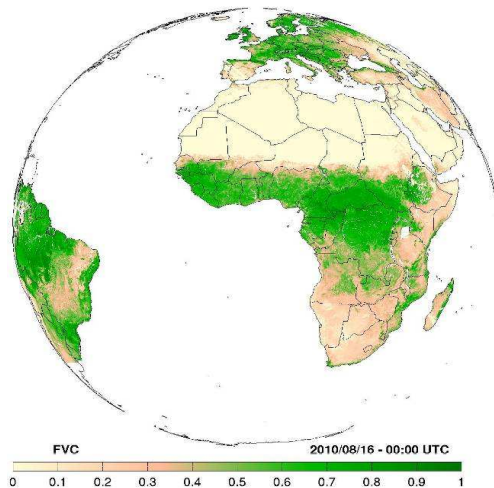
Végétation et Feux



Végétation et Feux

FVC

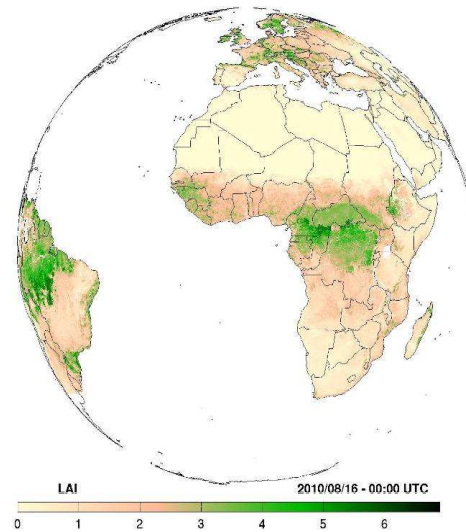
Fraction couverte par la végétation
(0.6 μ m, 0.8 μ m ,1.6 μ m)



Fraction de végétation
correspondant à la
fraction de la végétation
sur un fond plat

LAI

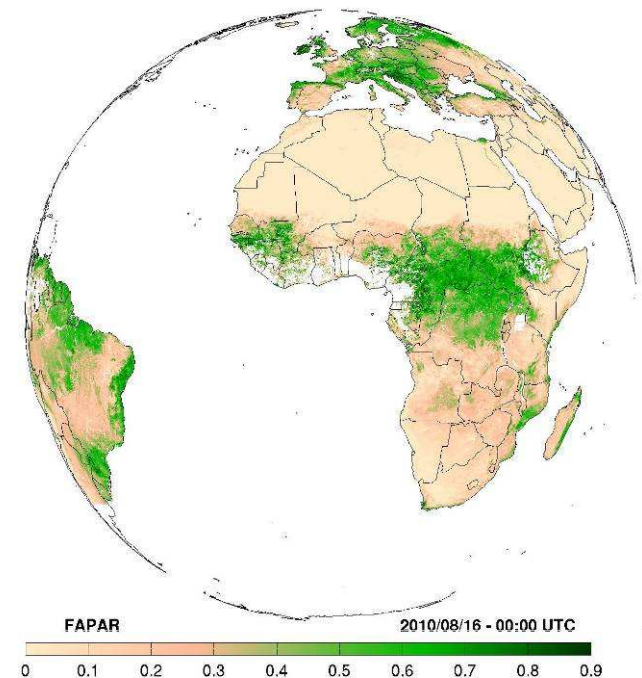
Indice foliaire
A partir du FVC



L'indice foliaire quantifie la
superficie des feuilles intégrée
sur toute la hauteur de la
végétation et normalisée par la
fraction d'occupation.

fAPAR

Fraction du rayonnement absorbé
actif pour la photosynthèse



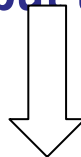
Indique la productivité (santé)
de la végétation.

Algorithmes

FVC est estimée en appliquant une méthode d'analyse de compositions spectrales (réflectances dans le canaux 0.6, 0.8 & 1.6 μm), qui tient compte de la variabilité spectrale de la végétation dans différents écosystèmes (e.g. Bateson et al. 2000; García-Haro et al 2005);

LAI est estimée à partir de FVC (Roujean and Lacaze (2002), en tenant compte des **nuages**, corrigée à partir d'angles de vue et les effets d'anisotropie

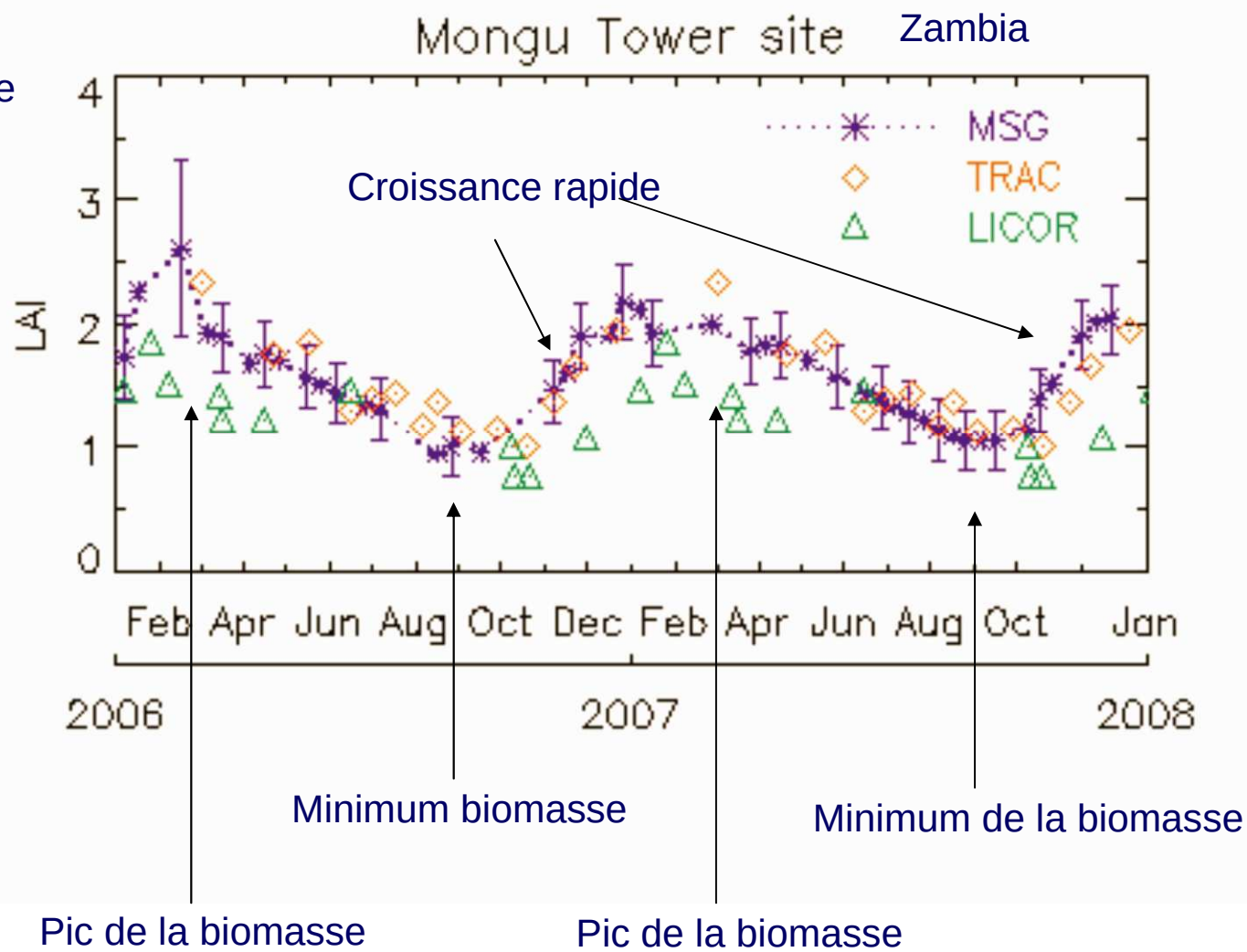
FAPAR est développé sur base de simulations des réflectances de surface dans des conditions angulaires et de géométrie optimales (Roujean and Bréon, 1995).
(VIS 0.6 μm , NIR 0.8 μm) using as input the parameters of a BRDF Function



Paramètres BRDF (contiennent des signatures spectrales directionnelles spécifiques des réflectances par la végétation).

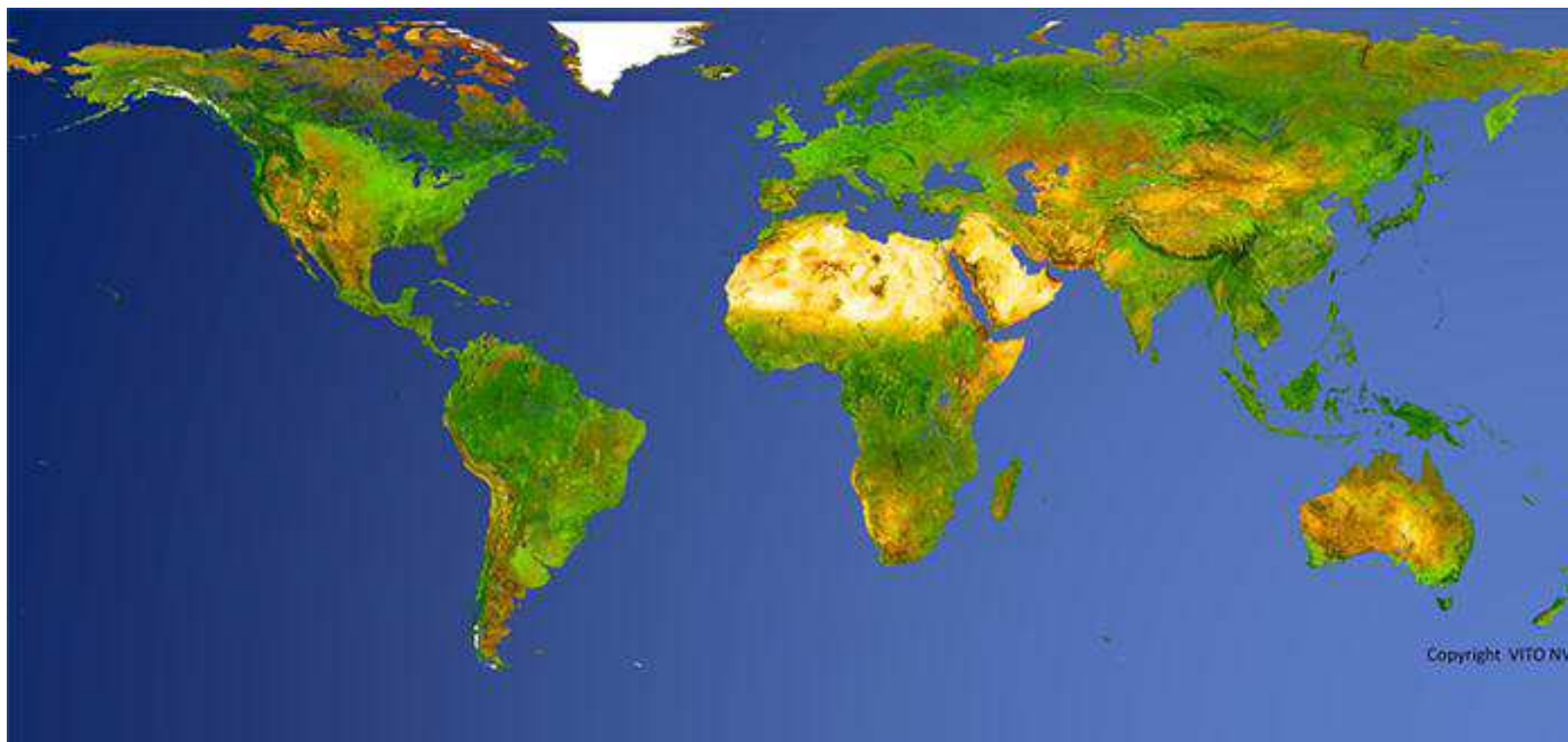
Validation

Exemple d'un exercice de validation sur la zone SAfrica:



NDVI dérivés de Metop

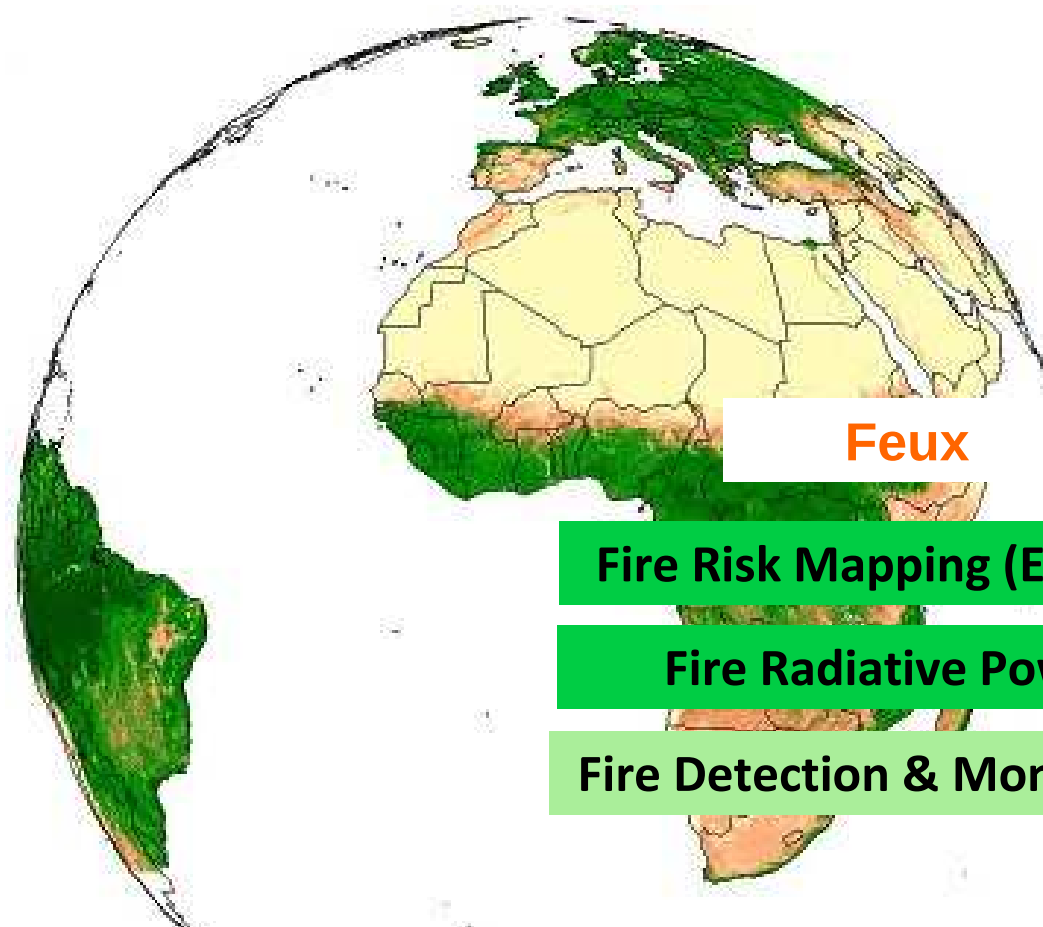
Images quasi-globales composées sur 10-jours (synthèse des meilleures observations disponibles enregistrées dans le courant de chaque décade par le système d'observation Metop-AVHRR)



<http://www.metops10.vito.be>

Produits développés dans le cadre du LSA SAF

no LSA
Network of
Application
Centres



Development

Pre. Operat.

Operational

Augmentation du niveau de maturité



Fire Radiative Power

FIRE RADIATIVE POWER (FRP) – La puissance radiative des feux est la quantité d'énergie thermique, émise par pas de temps pendant la combustion d'un couvert végétal



Fire Radiative Power

- L'intégration du FRP sur la durée totale de l'incendie donne la **biomasse totale consommée (M(Kg))**


$$\text{Emission of Trace Gas Species (g)} \quad = \quad M \text{ (kg)} \quad \times \quad \text{Species Emissions Factor (EF, g/kg)}$$

(ex. CO₂, CO, CH₄)

Fire Radiative Power

Le produit FRP permet de:

- ✓ **Détecter un feu sur couvert végétal**
- ✓ **Calculer l'énergie thermique par unité de temps du feu détecté**
- ✓ **Estimer l'émission de gaz en trace par les feux**

Fréquence temporelle & disponibilité

	Pas de temps	Fréquence production	Disponibilité
Produits Végétation	5 jours 30 jours	jour 10 jours	>2006
NDVI	10 jours	10 jours	>Mars 2013 (...)
FRP	1 jour/15 min.	1 jour/15 min.	>2008

Données fournies par le Land-SAF

ACCES

Les produits LSA SAF sont disponibles:

➤ ftp (<https://landsaf.meteo.pt/>)

✓ **Téléchargement** sur le site web du LSA SAF

✓ Les produits peuvent être envoyés sur un **server** spécifié par l'utilisateur

✓ Dans les 2 cas, l'utilisateur doit d'abord s'enregistrer sur la page internet

➤ EUMETCAST

Questions/Commentaires?

Merci !

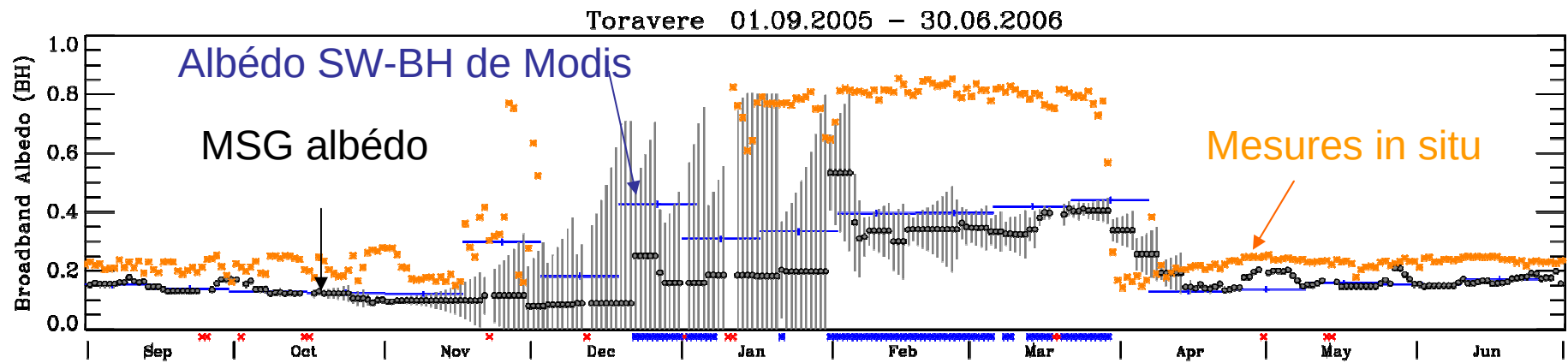
FORMAT DES FICHIERS

Software	But	Gratuit	Disponible sur
HDFVIEW	♦ Visualisation de la structure en arbre du fichier ♦ Visualisation des données	✓	http://www.hdfgroup.org/hdf-java-html/hdfview/
ILWIS Geonecast toolbox	♦ Visualisation des données ♦ GIS operations	✓	http://52north.org/
Python (langage de programmation)	♦ Visualisation des données ♦ GIS operations	✓	http://www.python.org/
Matlab (langage de programmation)	♦ Visualisation des données ♦ GIS operations	✗	http://www.mathworks.com/products/

Paramètres Radiatifs de surface (AL)

Validation:

Forêt boréale



Mélange arbre/arbuste

