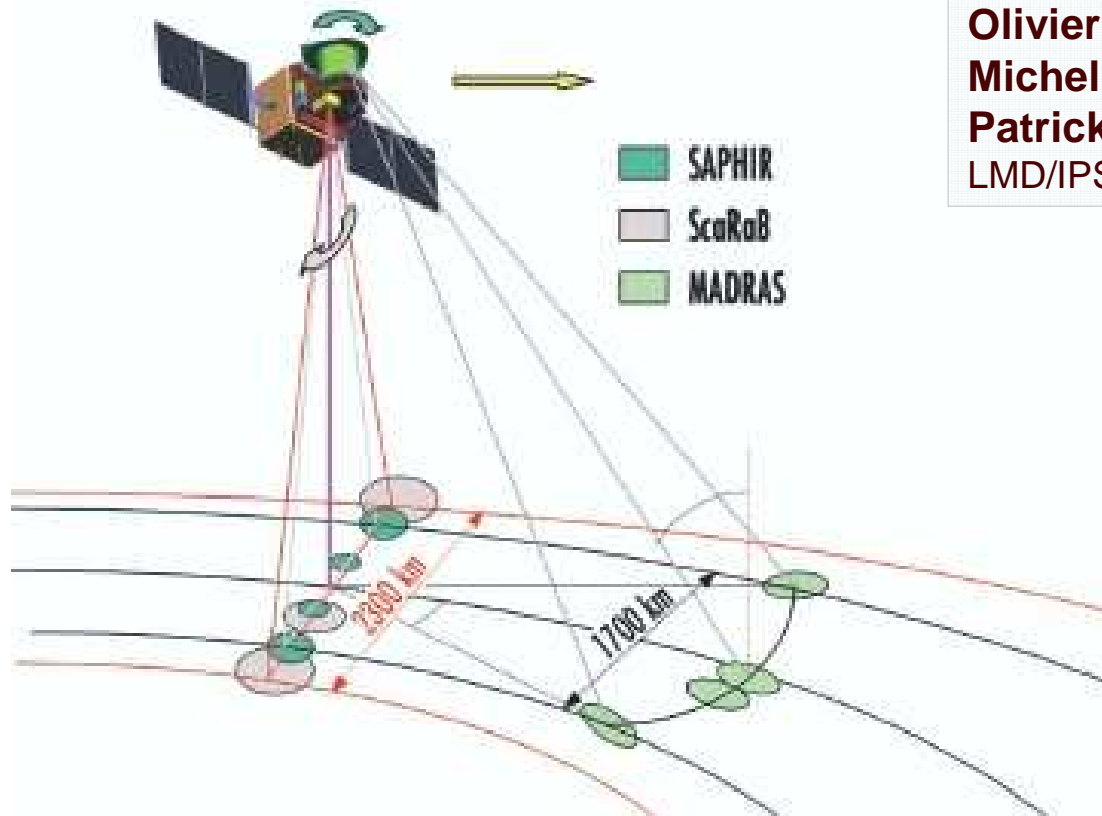


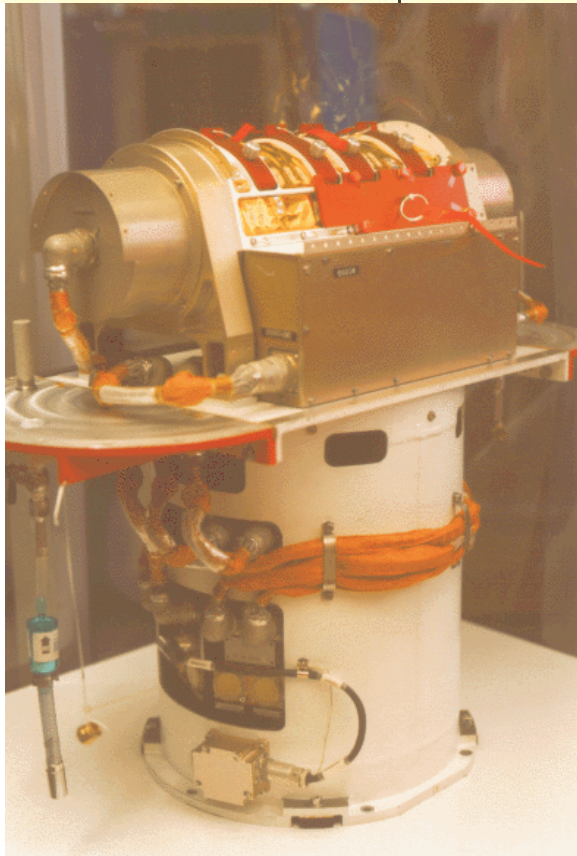
L'instrument ScaRaB embarqué sur Megha-Tropiques



Olivier Chomette,
Michel Viollier,
Patrick Raberanto
LMD/IPSL/CNRS

L'instrument ScaRaB (Scanner for Radiation Budget)

Numéro du canal	Nom du canal	Longueurs d'ondes	Filtre utilisé
1	Visible	0,5 à 0,7 μm	Visible
2	Solaire (ondes courtes)	0,2 à 4 μm	Roue à filtres
3	Total	0,2 à 200 μm	Roue à filtres
4	Infrarouge	10,5 à 12,5 μm	IR



**2 canaux principaux (bandes larges)
et 2 canaux auxiliaires**

But de ScaRaB :

**Déterminer le flux solaire réfléchi
et le flux infrarouge émis**

$$L_{\text{LW (jour)}} = L_{\text{TOTAL}} - A' \times L_{\text{SW}}$$

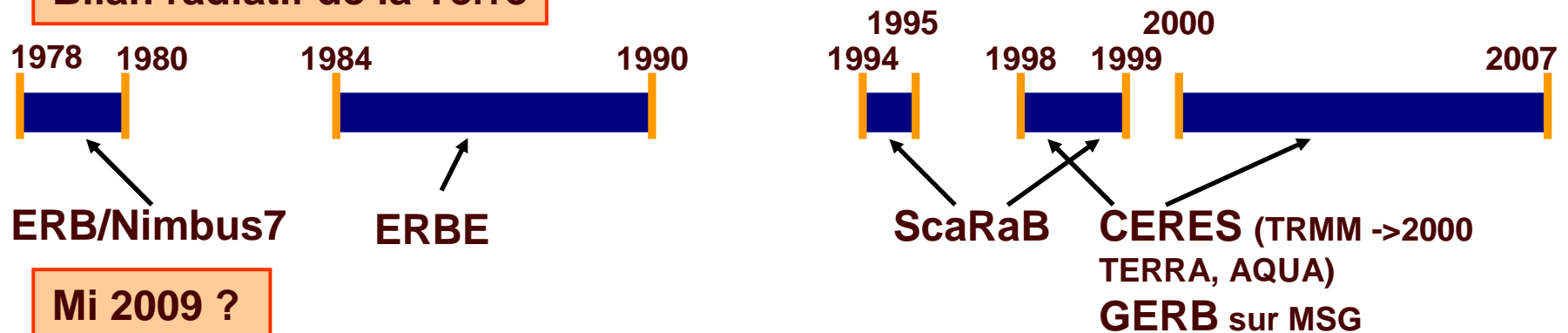
A' dépend de la réponse spectrale du canaux T et SW

L'instrument ScaRaB (Scanner for Radiation Budget)

3ème lancement de ScaRaB

Satellite	Données	Altitude
Meteor3-7	24/02/1994 - 06/03/1995 1an	1200 km
Resurs1	11/1998 - 03/1999 5 mois	815 km
Megha-Tropiques	04/2009	865 km

Bilan radiatif de la Terre



Mi 2009 ?

CERES sur AQUA (05/2002) et TERRA (12/1999) seront-ils toujours disponibles ?

L'instrument ScaRaB sur Megha-Tropiques

OBJECTIFS

- Poursuivre la série temporelle de haute qualité acquise depuis 20 ans avec ERBE, CERES & ScaRaB

Suivi de données climatiques avec une précision de **5 W.m⁻²** sur les **moyennes mensuelles régionales.**

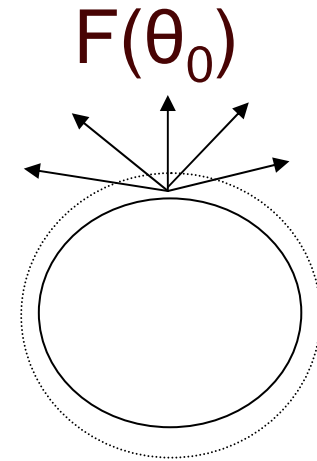
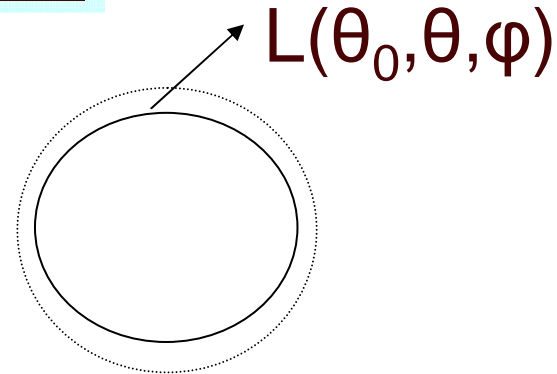
- Observer simultanément les flux radiatifs avec les éléments du cycle de l'eau déterminés par SAPHIR et MADRAS (vapeur d'eau, nuages, précipitations...)

Contribuer aux études sur les bilans d'eau et d'énergie dans les tropiques, à la description des systèmes convectifs, et plus généralement à la compréhension du climat avec une précision moyenne de **10 W.m⁻²** sur les **flux instantanés**

→ Importance de mesurer les radiances avec la meilleure précision possible (~1%)

Obtenir des flux à partir des radiances

Mesures ScaRaB → Radiances

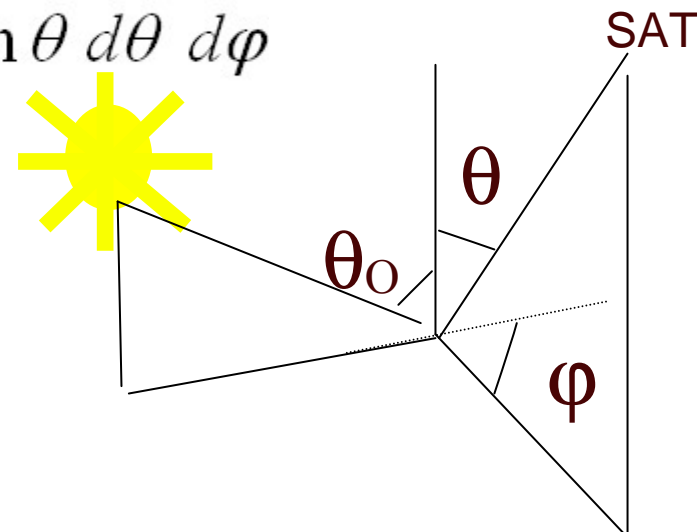


Objectif ScaRaB → Obtenir une estimation du **flux TOA**

$$F(\theta_0) = \int_{1/2 \text{ espace}} L \cos \theta d\Omega \quad \text{avec} \quad d\Omega = \sin \theta d\theta d\varphi$$

$$F(\theta_0) = \int_{\theta=0}^{\pi/2} \int_{\varphi=0}^{2\pi} L(\theta_0, \theta, \varphi) \cos \theta \sin \theta d\theta d\varphi$$

θ_0 = zenith solar angle
 θ = zenith view angle
 φ = azimuth relatif angle



Obtenir des flux à partir des radiances ADM (Angular Dependence Model)

Cas lambertien $\rightarrow F(\theta_0) = \pi L(\theta_0)$

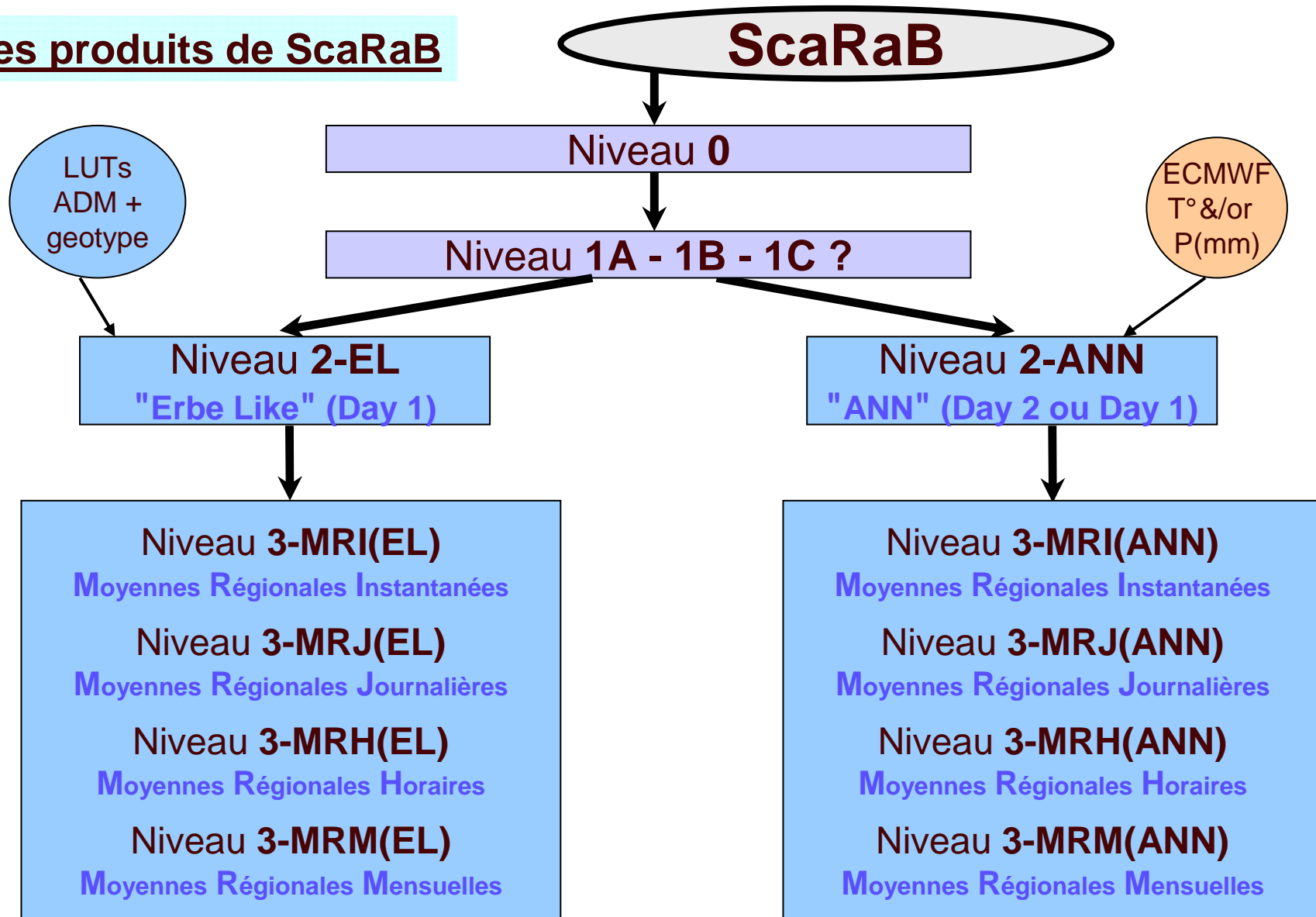
Flux $\rightarrow F(\theta_0, \theta, \varphi) = \frac{\pi L(\theta_0, \theta, \varphi)}{R_j(\theta_0, \theta, \varphi)}$

avec $R_j(\theta_0, \theta, \varphi) = \frac{\pi L_j(\theta_0, \theta, \varphi)}{\int_{\theta=0}^{\pi/2} \int_{\varphi=0}^{2\pi} L(\theta_0, \theta, \varphi) \cos \theta \sin \theta d\theta d\varphi}$

En pratique, R_j est déterminé de façon statistique et défini pour chaque type de scène j , et dans des bins d'angle

θ_0 = entre 0° et 90° (pas de 10°)
 θ = entre 0° et 90° (pas de 10°)
 φ = entre 0° et 180° (pas de 20°)

Les produits de ScaRaB



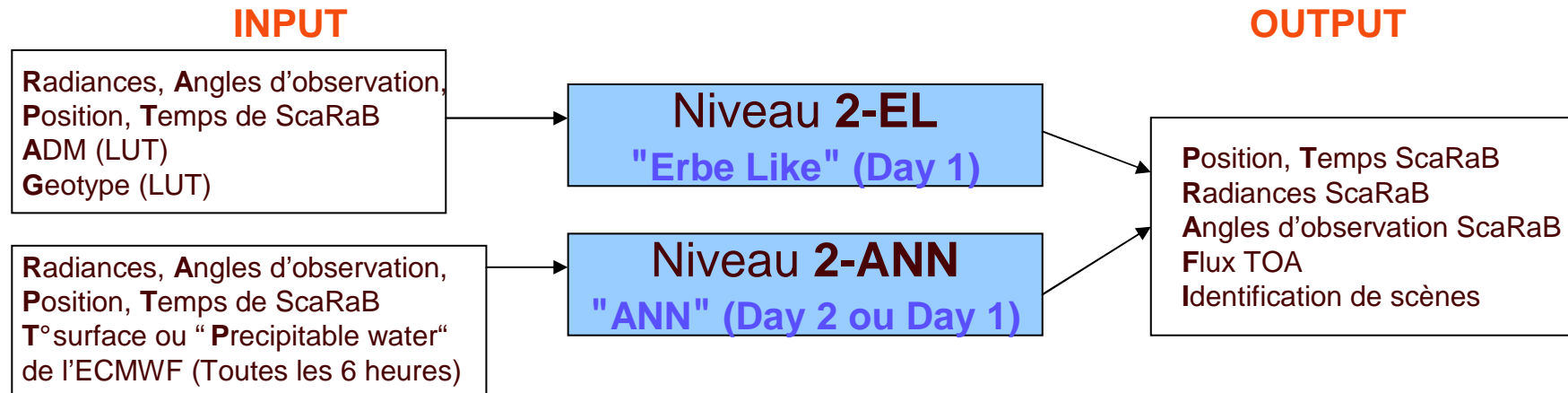
■ CNES/ISRO

■ LMD/ICARE

■ Données exogènes

Les produits de ScaRaB

2 produits de niveau 2 (donc 2 chaînes parallèles)



- Niveau **2-EL**
 - LMD = centre d'expertise chargé du développement de la chaîne.
 - ICARE = centre de production chargé des services opérationnels (production du niveau 2-EL après le lancement du satellite).
 - Chaîne opérationnelle le jour du lancement.
- Niveau **2-ANN**
 - Organisation identique au Niveau **2-EL**
 - Day 1 si la chaîne est opérationnelle le jour du lancement sinon day 2

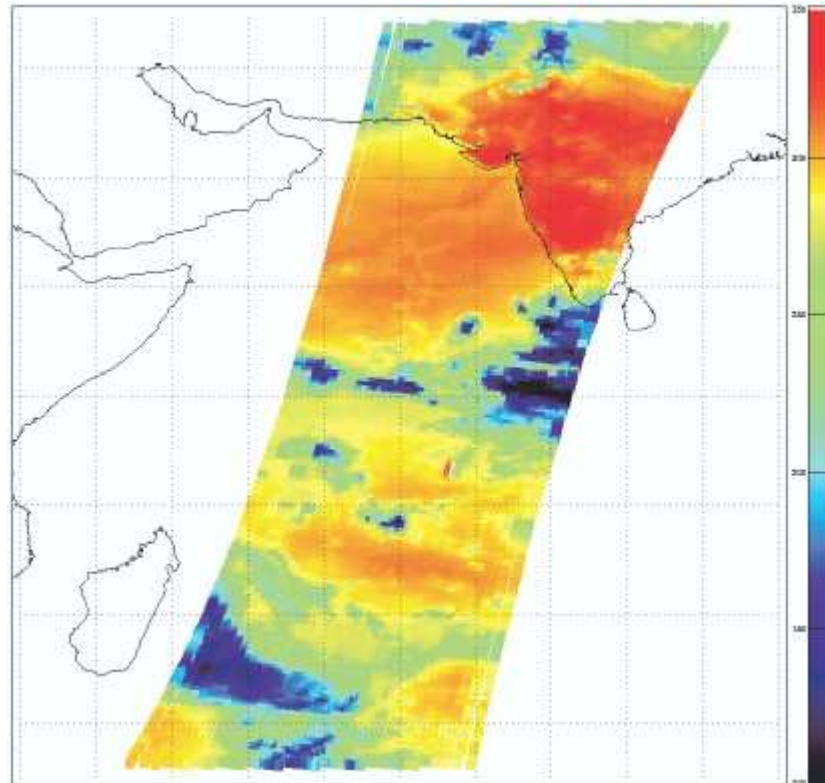
Les produits de ScaRaB

4x2 produits de niveau 3 (2 chaînes parallèles avec 4 produits chacune)



- Niveau 3 → LMD = centre d'expertise chargé du développement de la chaîne.
- ICARE = centre de production chargé des services opérationnels (production des niveaux 3 après le lancement du satellite).
- Grille de 2.5°x2.5° identique pour l'ensemble des niveaux 3.
- Au total 4 fichiers différents par chaîne (EL ou ANN) pour les 4 types de moyennes.

Le produit ERBE/like



Exemple de mesures ScaRaB/Resurs1, flux instantanés LW sur une orbite du 01/03/1999.
L'échelle va de 100 W.m-2 (nuages convectifs) à 350 W.m-2 (surface continentale indienne),

Le produit ANN

Améliorer la détermination des flux → améliorer les ADM

Travaux de N. Loeb (NASA) sur CERES (TRMM et TERRA) → ADM basés sur une identification de scène très fine (>200 types au lieu de 12) grâce à l'emploi d'un capteur multi-spectral (VIRS et MODIS)

CERES/SSF
SW Flux Accuracy

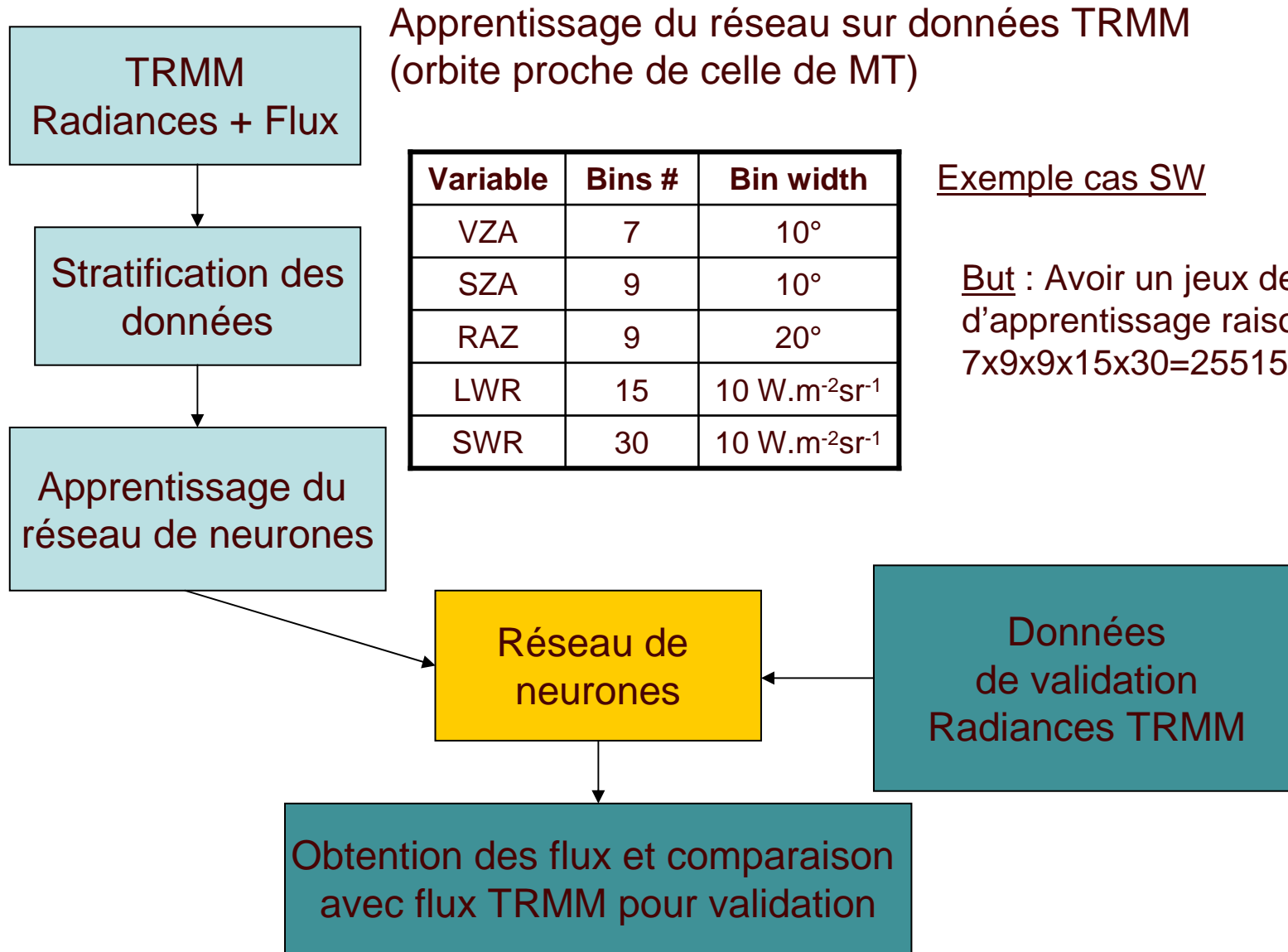
	Estimated regional (1°) SW error Wm ⁻²	From angular flux consistency and theoretical simulation of the ratio between flux consistency and flux error.
SSF accuracy	10.8	Table 2, Loeb, JAM, 2003
ERBE-like processing accuracy	24.4	Table 2, Loeb, JAM, 2003

ADM CERES sont considérés comme référence

MAIS sur MT pas d'imageur et difficile de co-registrer les pixels ScaRaB avec un imageur externe.

D'où l'idée de développer un ANN.

Le produit ANN



Conclusions/Perspectives

- Suivre les évolutions des produits de niveau 1 pour adapter la chaîne ERBE/Like (chaîne day 1).

- Eventuellement réécrire la chaîne ERBE/Like, niveau 2 et 3 en fortran90 avant l'implémentation à ICARE.

- Faire l'étude de la dégradation de résolution (de 10 km sur CERES/TRMM à 40 km sur ScaRaB/MT)

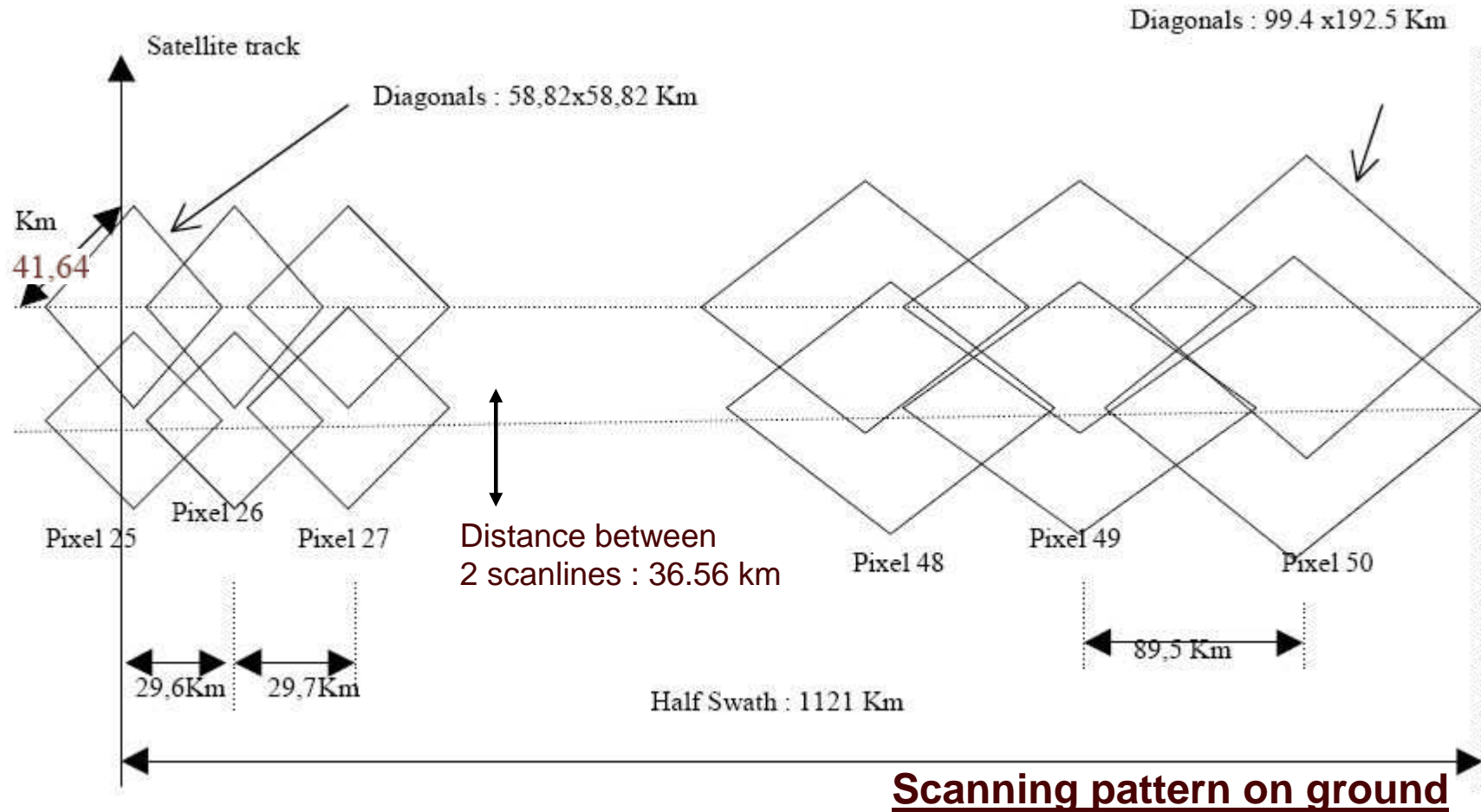
- Développer un réseau de neurone en collaboration avec la société NOVELTIS et selon les résultats obtenus, élaborer une chaîne de niveau2 (day 1 ou day 2 selon la date de disponibilité de la chaîne)

BACKUP SLIDES

Géométrie du pixel ScaRaB → Transparents 15,16 & 17

Le facteur d'anisotropie → Transparents 18 & 19

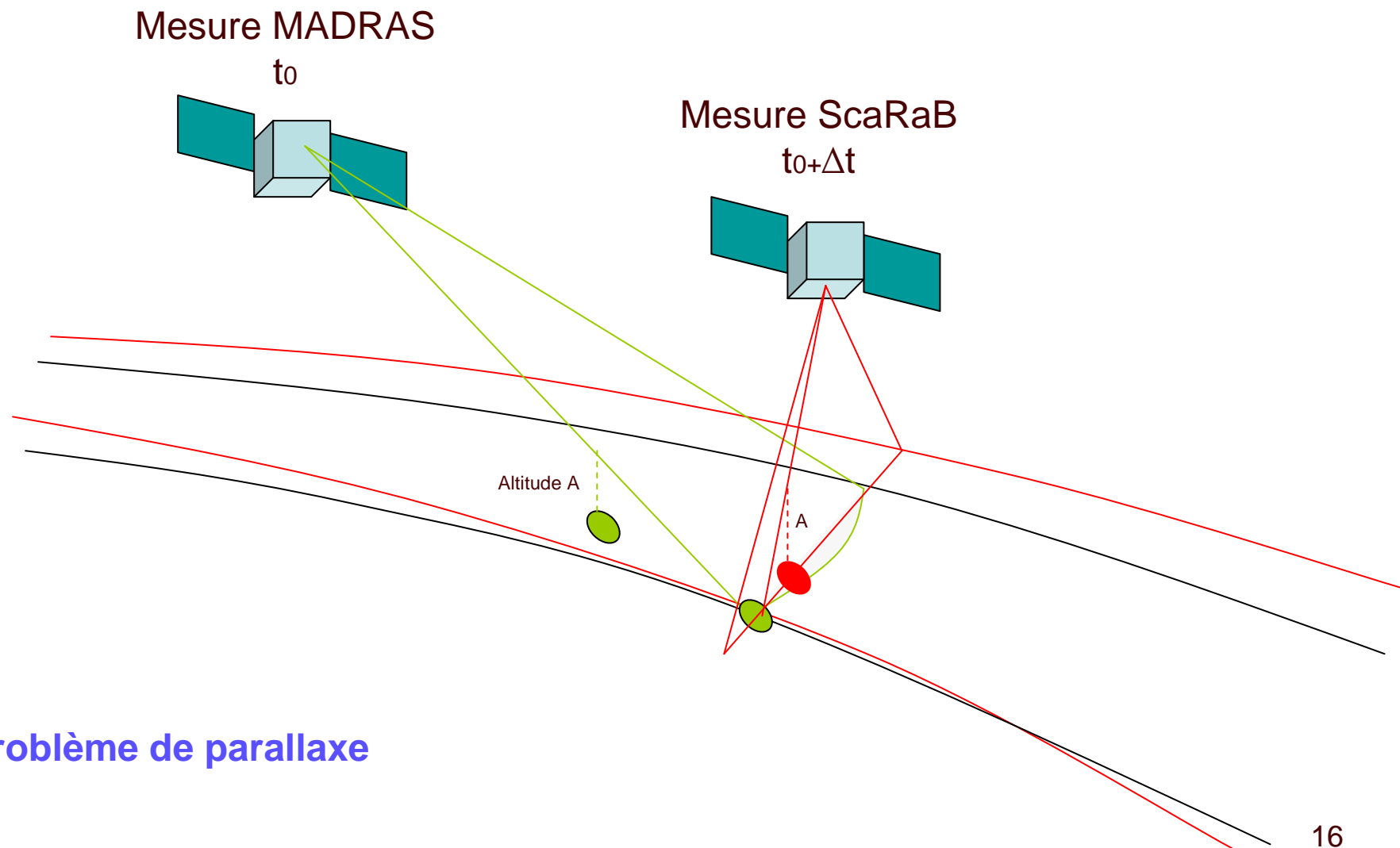
Demi fauchée ScaRaB (f=48.9° - 1108 km)



Pixels non jointif
 jointif sur Meteor (1200 km d'altitude)
 alors que sur MT, altitude=865km

Pixel 50 : Déformation dans la longueur = 3.27
 Déformation dans la largeur = 1.69
 Surface 9582 km² (x5.53)

Lev 1c commun ScaRaB

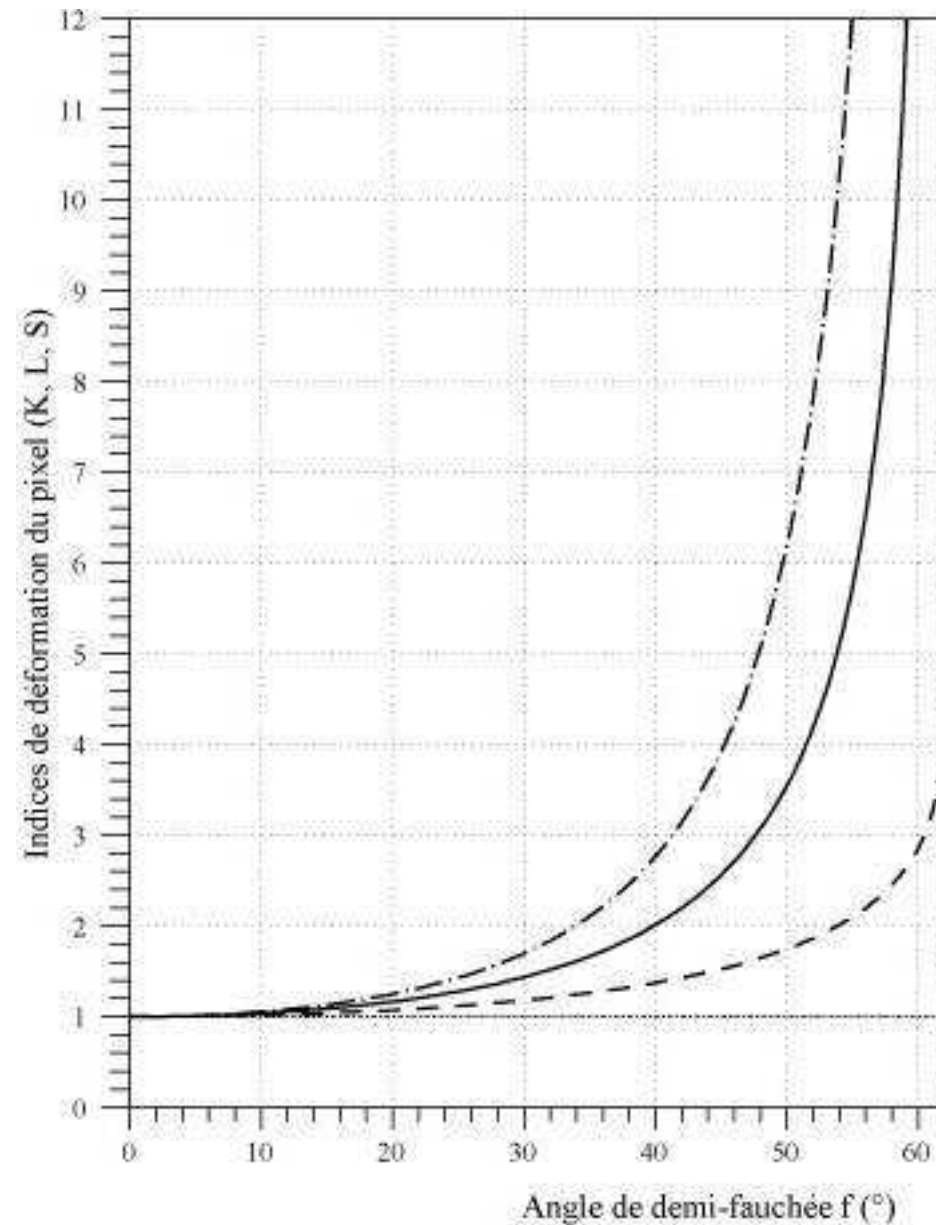


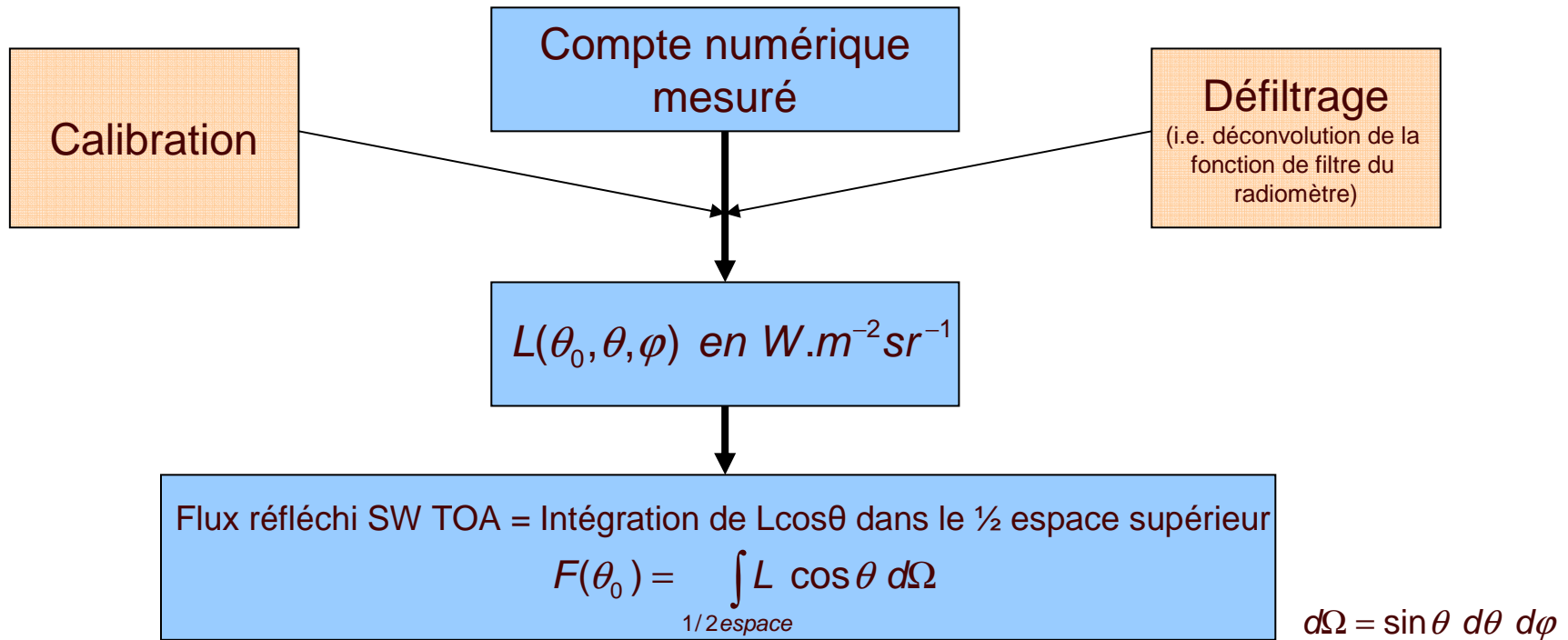
Problème de parallaxe

Indices de déformation
en fonction de l'angle
de demi-fauchée f

Indice K (déformation du pixel)
Indice L (déformation du pixel en largeur)
Indice S (déformation du pixel en surface)

K L S=K*L





$$F(\theta_0) = \int_{\varphi=0}^{2\pi} \int_{\theta=0}^{\pi/2} L(\theta_0, \theta, \varphi) \cos \theta \sin \theta d\theta d\varphi$$

Si la luminance était lambertienne : $F(\theta_0) = \pi L(\theta_0, \theta, \varphi)$

L'anisotropie est caractérisée par :

$$R(\theta_0, \theta, \varphi) = \frac{F_{\text{lambertien}}}{F_{\text{réel}}} = \frac{\pi L(\theta_0, \theta, \varphi)}{F(\theta_0)}$$

Avec la condition de normalisation :

$$\frac{1}{\pi} \int_{\varphi=0}^{2\pi} \int_{\theta=0}^{\pi/2} R(\theta_0, \theta, \varphi) \cos \theta \sin \theta d\theta d\varphi = 1$$

Le flux incident au sommet de l'atmosphère est : $F_{incident} = E \cos \theta_0$ E=cte solaire (dépend du jour de l'année)

L'albédo : $Albédo a(\theta_0) = \frac{Flux\ réfléchi}{Flux\ incident} = \frac{F(\theta_0)}{E \cos \theta_0} = \frac{\pi L(\theta_0, \theta, \varphi)}{E R(\theta_0, \theta, \varphi) \cos \theta_0}$

La réflectance bi-directionnelle : $\rho = a(\theta_0) R(\theta_0, \theta, \varphi) = \frac{\pi L(\theta_0, \theta, \varphi)}{E \cos \theta_0}$

Tout est connu

A θ_0 donné, on remplit des bins en θ et φ (sur plusieurs mois de données)

$$\int \int_{\theta \varphi} a(\theta_0) R(\theta_0, \theta, \varphi) d\theta d\varphi = \pi a(\theta_0) \text{ car R est normalisé.}$$

$a(\theta_0)$ connu \longrightarrow Détermination de R dans des bins de $\theta_0, \theta, \varphi \rightarrow$ donc détermination du FLUX