



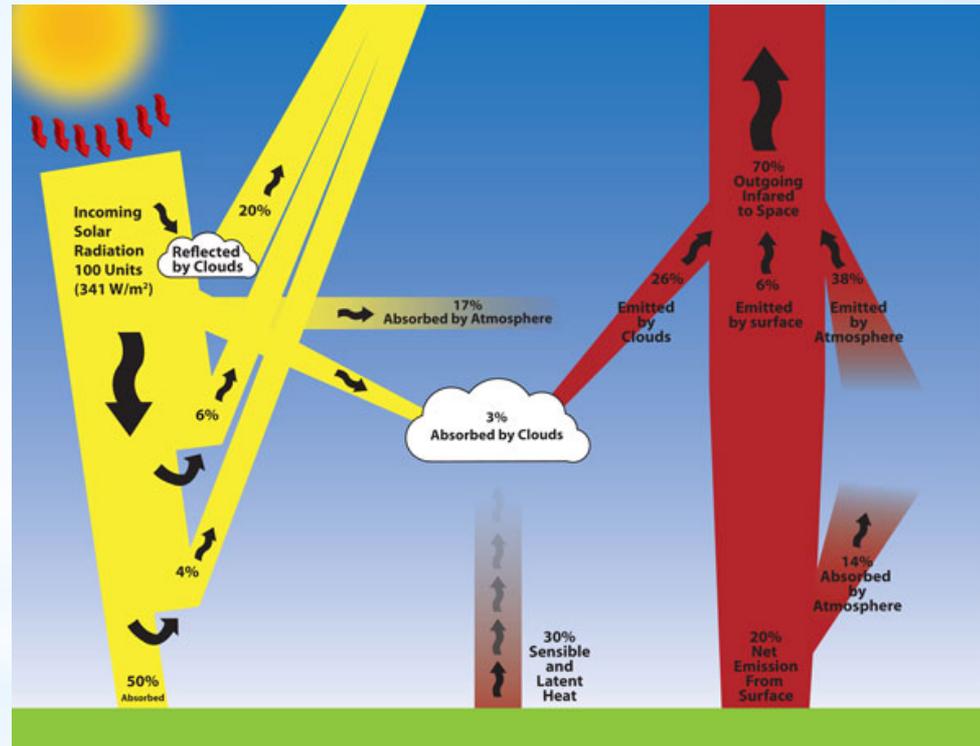
# Atelier Trattoria 2015

Transfert Radiatif dans l'ATmosphère Terrestre  
pour les Observations spatIAles

Adrien Deschamps, CNES

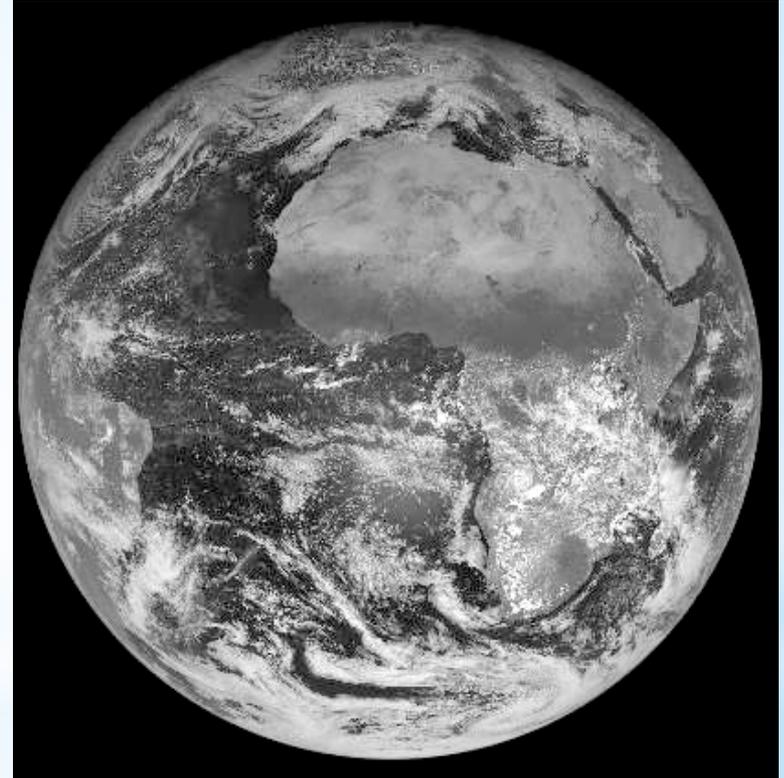
# Le transfert radiatif atmosphérique : une connaissance indispensable pour l'observation de la Terre depuis l'Espace

La modélisation du rayonnement dans l'atmosphère est au cœur des activités « Physique de la Mesure » du CNES



# Une large utilisation des codes de transfert radiatif dans l'exploitation des données spatiales

- Etude de l'atmosphère et du climat
- Développement de méthodes de corrections atmosphériques pour l'étude des surfaces continentales, océanographie)
- Simulation de flux pour la conception et le dimensionnement de futurs capteurs spatiaux



# De nombreuses missions d'observations de la Terre



60 satellites, embarquant plus de 100 instruments !

# Le Transfert radiatif : un enjeu stratégique

- Un grand nombre de missions spatiales nécessitent des études de transfert radiatif pour leur développement:
  - Instruments actif ou passifs
  - Imageurs ou sondeurs, radar ou lidar
- Les besoins sont divers, et un seul outil ne peut répondre aux différents besoins de simulation
- -> nécessité d'identifier les outils existant, leurs différences et leur domaine d'utilisation

# Une large utilisation ... donc une large communauté d'utilisateurs et une grande diversité d'outils

- Codes de recherche ou utilisés dans des contextes opérationnels  
IHM ? Parallélisables ? Optimisés (temps de calcul) ? Portable ?
- Codes couvrant différents domaines spectraux (UV-VIS, proche IR, IR thermique, micro-ondes)
- Codes propriétaires ou libres, français ou de différentes nationalités
- Codes s'appuyant sur des modèles physiques différents, des bases de données exogènes diverses...

# Pourquoi un atelier Trattoria ?

## ○ Objectifs de l'atelier :

- Dresser un panorama des codes utilisés dans les communautés françaises
- Evaluer les besoins d'évolutions futures
- Inciter à une plus grande convergence dans l'utilisation de ces codes
- Faire connaître à la communauté les logiciels développés et les bases de données associées

# Pourquoi un atelier Trattoria ?

- Première édition en 2008, sous l'impulsion de la Direction des Programmes du CNES
- 69 participants
- 6 tables rondes : domaine solaire, domaine infrarouge, micro-ondes, logiciels ultra-rapides, codes 3D , données d'entrée
- Quelques recommandations pour guider de futures études

# Pourquoi un atelier Trattoria ?

- Les recommandations principales de 2008 :
  - inter-comparer les codes
  - comparer les codes à des données réelles pour validation
  - caractériser les différentes erreurs
  - progresser sur la modélisation de la spectroscopie
  - mieux modéliser les surfaces (BRDF, émissivité)
  - systématiser l'écriture de documentation détaillée

Nécessité d'organiser une seconde édition pour faire le point sur le chemin parcouru depuis...

# Les besoins du CNES en transfert radiatif

## ○ Objectif de Trattoria 2015

En plus de ceux de 2008 :

- tenir compte des évolutions des codes / BDD depuis ces 7 dernières années
- mettre à jour les besoins exprimés par la communauté
- faire connaître les différents codes accessibles à la communauté et faciliter leur distribution

## ○ Les recommandations issues de l'atelier seront transmises pour information au PNTS, au TOSCA et au Comité de Pilotage des R&T du CNES

# Les besoins du CNES en transfert radiatif (1/2)

- Besoins « scientifiques » : voir la présentation de C. Pierangelo (connaissances spectroscopiques, modélisation de la polarisation ...)
- Se doter d'outils dédiés à la simulation d' « orbites de test », pour différents types de capteurs
  - interfaçage automatique avec des données exogènes (météo, surface...)
  - Amélioration des performances : adapter les codes aux moyens informatiques récents (GPU etc...) et faciliter la parallélisation
- Progresser dans l'utilisation « opérationnelle » de codes de TR (simples à utiliser pour des non experts, rapides, stables, interfaces agréables, format standard des E/S)

## Les besoins du CNES en transfert radiatif (2/2)

- Etendre les domaines de longueur d'ondes couverts par les codes
- Continuer les études d'inter-comparaison des codes (réfléchir à l'homogénéisation des entrées/sorties ...)
- **Diffuser plus largement les codes** en s'appuyant sur les pôles thématiques et en assurer la maintenance
- concentrer les efforts de développements futurs sur une liste réduite de codes français

# Le programme de Trattoria 2015 :

Lundi 23	Mardi 24	Mercredi 25
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Instruments actifs (radar/lidar)</li> <li>- Correction atmosphérique (terres émergées et immergées)</li> </ul>	<p>Tales rondes - 2<sup>ème</sup> session</p> <p>D : les codes rapides E : Modèles de bandes vs modèles de raies F : les particules atmosphériques</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Applications au développement des missions spatiales</li> <li>- Utilisation pour la météorologie opérationnelle</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ouverture - Présentation introductive et programmatique</li> <li>- Présentation générale sur les codes de TR</li> <li>- Spectroscopie atmosphérique et absorption gazeuse</li> </ul>	<p>Tables rondes - 1<sup>ère</sup> session</p> <p>A : La spectroscopie atmosphérique B : Intégration des codes dans des chaînes opérationnelles C : Les codes 3D</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Présentation PNTS</li> <li>- Présentation pôle atmosphère</li> <li>- Restitution et recommandations des tables rondes</li> <li>- Bilan et clôture de l'atelier</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- La diffusion des particules</li> <li>- Transfert radiatif aux interfaces</li> </ul>		
Posters	Posters	
Icebreaker : Cocktail dinatoire	Repas Couvent des Minimes	



# Actualités du programme Observation

**Carole Deniel, CNES**



# Missions CNES en opération

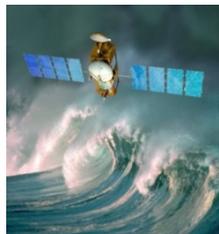
- ◆ **SPOT-5** (2002 - 2015) (optical imagery) :
  - ◆ Fin de mission commerciale : 31 mars 2015
  - ◆ Take 5 : 8 avril au 8 septembre
  - ◆ Désorbitation en octobre 2015
- ◆ **Calipso** (2006), (clouds and aerosols, part of A-Train)-> **REDEM 2015**
- ◆ **IASI** on board Metop-A (2006) and on board Metop-B (2012) -> **REDEM 2015**
- ◆ **Jason-2** (2008) with NASA, NOAA, Eumetsat (altimetry)
- ◆ **SMOS** (2009 - ) with ESA/CDTI (soil moisture and ocean salinity)
- ◆ **Megha-Tropiques** (2011 - ) with ISRO (water cycle in tropical regions)
- ◆ **Pléiades 1-A and 1-B** (2011 - , 2012 - ) (High resolution optical imagery), Dual mission
- ◆ **Altika** on board SARAL (2013 - ) with ISRO (altimetry in Ka band)
- ◆ **Swarm** (2013- ) (magnetic field) with ESA
  - » Cnes contribution : the Scalar Magnetometer developed by LETI
  - » **Magnétomètre en panne sur satellite C**



2006



2006



2008



2009



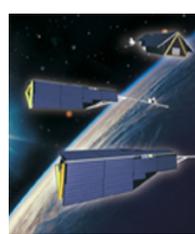
2011



2011-12



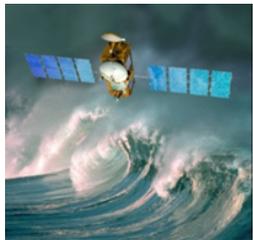
2013



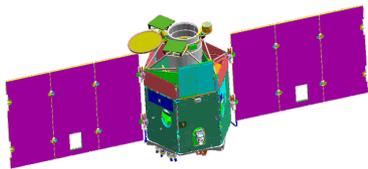
2013

# Missions CNES en développement

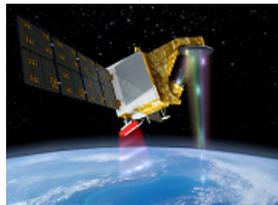
- ◆ **Jason 3 (CD, 2015) with Eumetsat, NOAA, NASA**
  - » **Launch by Falcon 9 : July 23-August 3**
- ◆ **Vénus (CD, 2016) with ISA (multispectral imagery 2 days local revisit)**
  - » Camera delivered in November 2014
- ◆ **CFOSAT (CD, 2018) with CNSA (sea wave spectrum)**
- ◆ **IASI NG (BCD, Instrument delivery 2019) with Eumetsat on Metop SG**
  - » Preliminary Design Review in March 2015
  - » Decision Eumetsat : April 2015
- ◆ **Merlin (B, 2019) with DLR (microsatellite - Lidar for atmospheric CH4 measurement)**
  - » Preliminary Design Review : October 2015
  - » End of B phase : December 2015
- ◆ **SWOT (B, 2020) with NASA**
  - » Satellite contract signed the 6th of January 2015, Kick off of RFU B2 Phase 15th of January 2015
  - » RFU (CNES) and KARIN(NASA) Preliminary Design Review : October/November 2015
  - » Mission Preliminary Design Review (NASA): January 2016
  - » Phase C/D decision : April 2016 (CA du CNES)



2015



2016



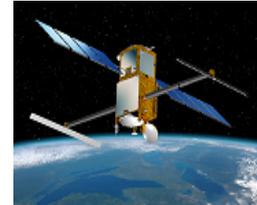
2018



2019

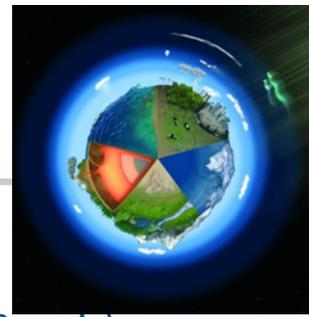


2019



2020

# ESA Earth Observation Program



## Earth Explorer /EOEP

- ◆ Smos (Exploitation Nov 2009), nominal
- ◆ CryoSat 2 (Exploitation April 2010), nominal
- ◆ Swarm (Exploitation Nov. 2013)
- ◆ ADM-Aeolus (CD Phase, 2017)
- ◆ Earthcare (CD Phase : 2018)
- ◆ EE7: Biomass (B2CD Phase 2021)
  - » C/D phase décidée au PB-EO de Février
- ◆ EE8 : Phase A/B1 Flex et Carbonsat
  - » selection end of 2015

## CCI

- Passage en phase 2

Document de stratégie en observation de la Terre à l'ESA :  
draft au précédent PB-EO, à rediscuter en bilatérale et au  
prochain PB-EO

## GMES/Copernicus

- ◆ Sentinelle 1(A = 3/04/2014, B+18 mois)
- ◆ Sentinelle 2 (A =06/15 TBC, B+12mois)
- ◆ Sentinelle 3 (A = 10/15, B+18mois)
- ◆ Sentinelle 4 on MTG S
- ◆ Précurseur S5 (2016)
- ◆ Jason CS (2020) : entièrement souscrit (GSC3)
- ◆ Sentinelle 5 on Metop SG Sat A : idem

## Meteosat Third Generation

- ◆ MTG Imaging mission : 2019
- ◆ MTG Sounding mission : 2020

## Metop Second Generation

- ◆ Sat A1: June 2021
- ◆ Sat B1 : Dec 2022

# ESA : programme enveloppe

## Earth Explorer 7

- Février 2015 : Biomass confirmée

## Earth Explorer 8

- User Consultation Meeting : 15-16 septembre 2015
- Selection : PB EO de novembre 2015

## Earth Explorer 9

2 Options proposées : décision finale en septembre 2015

- 1) EE9 option 1 : mission modeste (cac 150M€ à confirmer), appel fin 2015, risque faible, héritage important (Technical Readiness Level élevé), lancement 2021/2022
- 2) EE9 option 2
  - grosse mission ( 300M€ cac) appel en 2017, mission scientifique innovante (jamais faite avant) lancement en 2027
  - et éventuellement si souscription EE suffisantes petite mission (<100M€) : appel fin 2015 lancement 2020/21