

Elements de contexte pour le futur

- MicroCarb → flux de surface de CO₂ – 2020, François-Marie BREON
- MERLIN → sources et puits de CH₄ – 2020, Philippe BOUSQUET
- LiVE → variabilité de la vapeur d'eau (CLA, UTLS), Cyrille FLAMANT

Quelques généralités sur la mission MicroCarb

MicroCarb est une mission du CNES pour un lancement prévu en 2020.

Actuellement en phase B. Le développement instrumental a été confié à Airbus.

Recherche de partenaires en cours pour absorber le cout de la mission

PI de la mission au LSCE. LMD et LATMOS sont aussi très impliqués.

Le traitement des données pourra faire appel au pôle atmosphère.

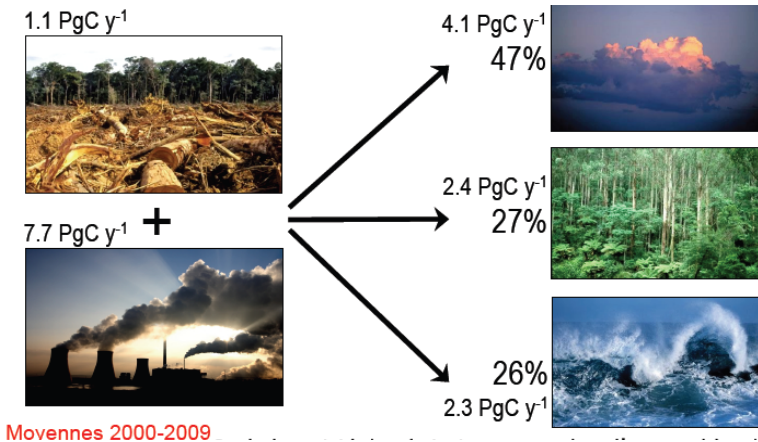
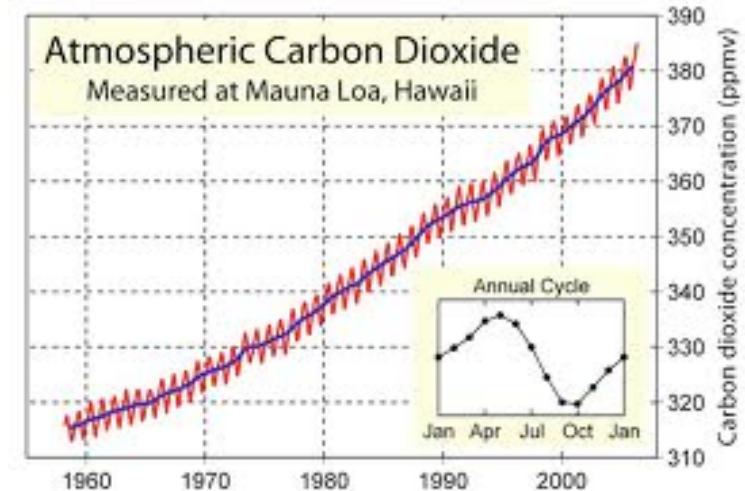
L'instrument sur MicroCarb mesure la lumière solaire réfléchie, après une double traversée atmosphérique. Mesure spectrale à très haute résolution pour identifier les raies d'absorption. La profondeur est reliée à la concentration atmosphérique.

Les mesures permettront d'estimer les échanges naturels de CO₂ et donc de mieux comprendre le cycle du Carbone.

- L'augmentation du CO₂ atmosphérique due aux émissions anthropiques est un contributeur majeur au réchauffement climatique
- La moitié du CO₂ anthropique se stocke dans l'atmosphère, l'autre moitié dans les océans et la végétation
- Grandes incertitudes des modèles de prévisions climatiques sur le comportement actuel et futur des océans et végétation

➔ **Objectif Microcarb: améliorer notre connaissance des flux de surface globaux de CO₂ pour comprendre ces mécanismes**

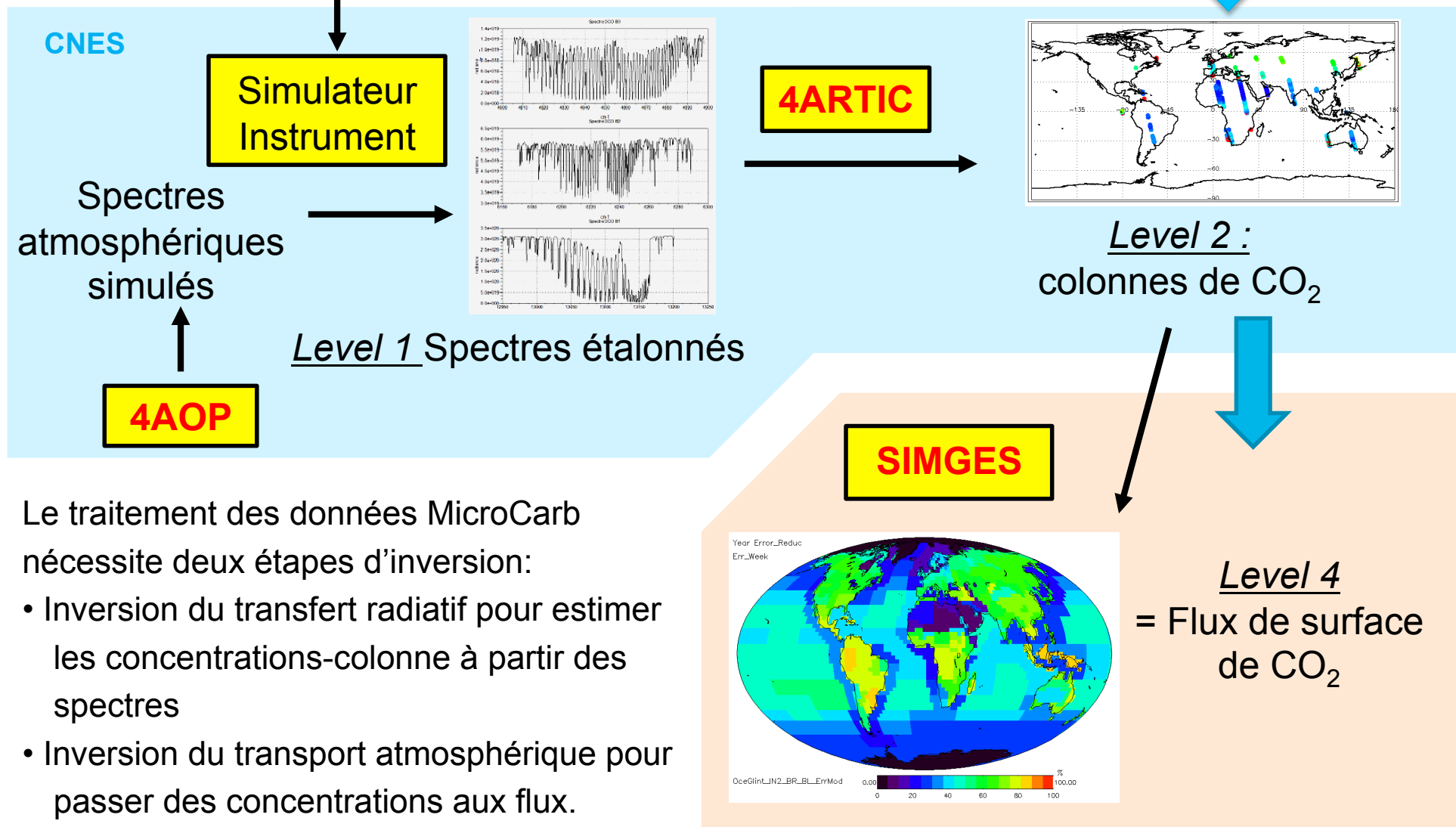
- Une mission spatiale est bien adaptée à une étude globale car les réseaux sol sont incomplets



L'objectif est plus ciblé sur une meilleure connaissance des flux naturels que des émissions anthropiques

De la mesure aux flux de surface

L'instrument mesure des spectres lumière solaire réfléchie





MERLIN

MEthane Remote sensing Lidar mission



Mission Goals:

- Provide global information on atmospheric methane (CH₄) concentration for all latitudes and all seasons, including high latitudes
- Deliver column-weighted dry-air mixing ratio of CH₄ with an accuracy better than 2% and with a spatial resolution better than 50 km along the satellite track (level 2 data)
- Deliver monthly-averaged maps of methane atmospheric columns (level 3 data)
- Allow to improve the knowledge on methane sources and sinks by assimilating MERLIN data into flux inversion frameworks (level 4 data)
- Provide a demonstrator mission of a LIDAR in Space to monitor greenhouse gases in the post COP21 context of climate change mitigation

Payload Concept:

- MERLIN is the first space-based Integrated Path Differential Absorption (IPDA) Light Detecting And Ranging (LIDAR) instrument.
- It determines the total methane column density between satellite and Earth surface or cloud top height from the differential absorptions at two laser wavelengths.
- It consists of a frequency stabilized high-power laser (20 Hz double pulse of 9 mJ pulse energy, wavelength around 1.645 μm) as transmitter, and a receiver section consisting of an off-axis telescope (ø 690 mm) and a sensitive signal chain (baseline: InGaAs APD detector).

Contributors:

- The MERLIN climate mission is a joint French-German cooperation, performed by the national space agencies, CNES and DLR Space Administration.
- France contributes by its MYRIADE Evolutions satellite platform and its satellite control centre. CNES is mission prime and operates the satellite. The data processing centre is developed and operated in France, with a German contribution for Level 1 processing development.
- Germany contributes by providing the IPDA LIDAR instrument, to be developed by German industry and German research institutes.
- Science activities are led by two Co-Principle-Investigators from the French *laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement* (joint research unit of CEA/CNRS/ Université de Versailles St Quentin) and the German Institute for Atmospheric Physics from DLR, with the additional support of several French and German Research Institutes.
- The satellite is developed by Airbus DS SAS (France) which provides the MYRIADE Evolutions platform and Airbus DS GmbH (Germany) builds the methane IPDA LIDAR instrument. The industries are under contracts by CNES and DLR Space Administration, respectively.
- The group mission of MERLIN is advised by an international Science Advisory Group (SAG)

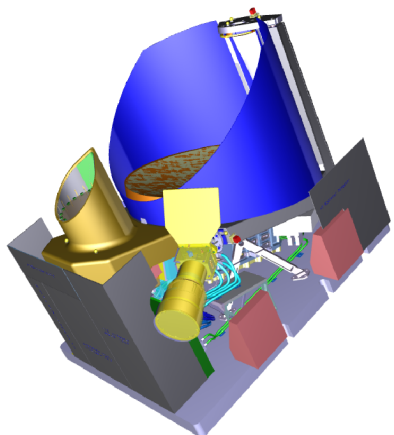
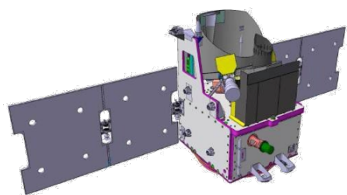


MERLIN

MEthane Remote sensing LIdar mission



© CNES/Illustration D. Ducros



Key points

MERLIN is a dedicated mission to the monitoring of methane (CH₄) weighted atmospheric columns.

It is a joint French-German cooperation on the development, the launch and the operation of a LIDAR from space.

The MERLIN mission aims to improve the understanding of the methane sources and sinks at all seasons and for all latitudes.

Observation Method

Differential absorption of gaseous methane at two laser wavelengths reflected from Earth surface or dense clouds.

Mission Duration

Launch 2020
Lifetime 3 years (+1 year)

Mission Orbit

Orbit type Quasi circular sun-synchronous (LTAN = 06:00 or 18:00)
Altitude ≈ 500 km
Inclination ≈ 97.4°
Repeat cycle 28 days
Attitude control 3-axis stabilised - Geocentric
Eclipse phase ≤ 20 min / orbit during winter

Satellite

Dimensions ≈ 1480 x 1220 x 1700 mm³ (solar array stowed)
Dimensions ≈ 1480 x 4580 x 1700 mm³ (solar array deployed)
Mass ≈ 400 kg
Power ≈ 480 W

Platform

Type MYRIADE Evolutions line
Provided by CNES
Contractor Airbus Defence & Space France
Mass ≈ 270 kg
Power ≈ 200 W
Deployable solar array and Battery

AOCS
Star tracker and Reaction wheels

Payload

Type: Integrated Path Differential Absorption (IPDA) LIDAR (Light Detecting And Ranging) for Methane column density measurements

Provided by DLR
Contractor Airbus Defence & Space Germany
Mass ≈ 120 kg
Power ≈ 150 W

Communication link

X-Band downlink ≈ 180 Mbps
S-Band downlink ≈ 1 Mbps
S-Band uplink ≈ 34 kps

Satellite Control Ground Segment

Spacecraft control, monitoring and orbit control exploitation performed by the CNES facilities located in Toulouse (France)

Training Operation and Maintenance Simulator

System numerical simulator developed by CNES with DLR contribution and operated by CNES in Toulouse (France)

Payload Ground Segment

Payload monitoring and control exploitation performed by the DLR facility located in Oberpfaffenhofen and Bochum

Payload data processing exploitation performed by the CNES facility located in Toulouse

Science Product Expertise

Scientific product quality validation exploitation by CNES and DLR

Launch base and vehicle

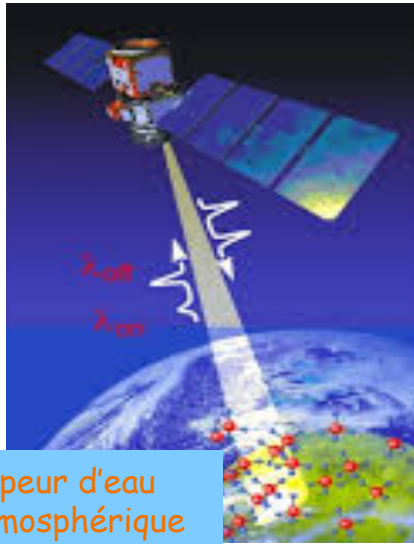
TBD taking into account the potential co-passenger opportunity

Industry contractor

Satellite developed by Airbus DS SAS (France)
Payload developed by Airbus DS GmbH (Germany)

LiVE (Lidar Vapeur d'Eau): un lidar IPDA spatial pour la mesure intégrée de H₂O et de l'isotope HDO

PI: C. Flamant (LATMOS)



Améliorer la caractérisation de la vapeur d'eau atmosphérique dans deux régions clés de l'atmosphère pour la météorologie et l'étude du climat sont peu accessibles à ces instruments : la tropopause (UTLS) et la couche limite atmosphérique (CLA).

- Développement d'un lidar DiAL IPDA H₂O autour de 1.5 μm,
- Colonnes partielles de composés gazeux atmosphérique (e.g. Merlin),
- Plusieurs paires de λ_{on} / λ_{off} pour sonder différente partie de l'atmosphère (profils & conditions atmosphériques variées)

La technique IPDA permet de réduire la taille de l'instrument et les ressources plateforme nécessaires (principe de Merlin): MYRIADES.

Cahier des charges fonctionnel défini en collaboration active

avec:

S. Bekki, D. Bruneau, J. Pelon (LATMOS), C. Crevoisier (LMD), L. Eymard (LOCEAN), J.-F. Mahfouf (Météo-France), A. Bentamy (IFREMER)

Contexte programmatique IASI/ IASI-NG
Vol en formation avec MetOp (M-Train)

Intérêt pour d'autre missions type MHS (Micro-wave Humidity Sensor) & ASCAT (diffusiomètre)

Attendues de la complémentarité actif/passif pour la restitution des profils de H₂O

- Amélioration de la capacité d'extraction du signal vapeur d'eau en présence des nuages opaques et précipitants, ou de nuages de glace
- Réduction des biais et incertitudes dans l'UTLS et la CLA

La mission LiVE aura quatre objectifs principaux :

- 1) caractérisation de la vapeur d'eau dans deux régions clés : UTLS et basses couches,
- 2) caractérisation des nuages et des aérosols à l'aide de la voie off afin d'assurer la continuité des observations de CALIPSO et EarthCare pour le suivi des nuages et des aérosols,
- 3) compréhension des liens entre formation nuageuse et vapeur d'eau : étude des phénomènes de sursaturation en glace et du processus de nucléation faisant intervenir à la fois la vapeur d'eau, les nuages et les aérosols,
- 4) monitoring de la vapeur d'eau dans la stratosphère en lien avec la chimie atmosphérique : la vapeur d'eau dans l'UTLS joue un rôle important pour le bilan radiatif, mais également sur sa capacité oxydante.

Recherche R&T à prévoir pour le dimensionnement (puissance, taille) de l'instrument pour différents scénarios (nombre de voies on, précision, résolution spatiale).

Instruction du dossier en cours avec le CNES

Échéances: 25 Juillet: Visite du CNES au LATMOS

12 Septembre: première version de l'URD (maturité de la mission: intérêt, R&T, etc...)