

En Europe...

## Le projet Strapolété pour l'étude de la stratosphère polaire en été

S'inscrivant dans la continuité de l'effort scientifique exceptionnel de l'Année polaire internationale (2007-2008), le projet Strapolété a démarré en janvier 2009. Ses objectifs sont de sonder la stratosphère arctique en période estivale, d'étudier sa dynamique ainsi que sa composition et d'évaluer la capacité des modèles de transport-chimie à simuler les mécanismes qui sont en jeu.

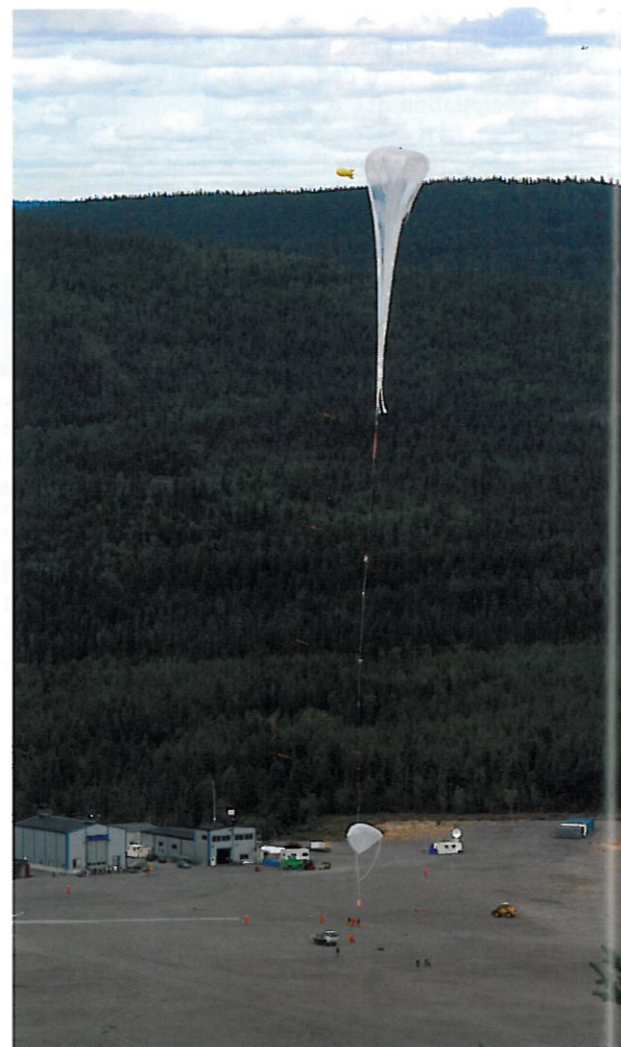
Financé par l'Agence nationale pour la recherche (ANR), l'Institut polaire Paul-Émile Victor (Ipev) et le Centre national d'études spatiales (Cnes), ce projet, d'une durée de trois ans, est coordonné par le Laboratoire de physique et chimie de l'environnement et de l'espace (LPC2E) de l'Observatoire des sciences de l'univers de la région Centre (Osuc). Il regroupe aussi des

équipes du Latmos-Paris, LOA-Lille, LPMAA-Paris (voir encadré), du Norwegian Institute for Air Research (NILU) et de l'université d'Heidelberg.

L'évolution du bilan radiatif de la stratosphère, la couche au-dessus de 10 km d'altitude, n'est à ce jour pas prise en compte dans les modèles participant aux projections de changement climatique de l'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, rapport de 2007). Le bilan radiatif de la stratosphère est contrôlé par les contenus en ozone, en gaz à effet de serre associés à la chimie de l'ozone et en aérosols. Il dépend de la latitude et de la saison.

Les perturbations de ce bilan, engendrées par les activités humaines, ont d'ores et déjà modifié le régime des vents et les températures de surface en région antarctique (de F. Foster et Tourpali, 2001). Cependant, on connaît très mal les mécanismes par lesquels les modifications de bilan radiatif dans la stratosphère interfèrent avec les couches troposphériques. « *Quê deviennent les composants chimiques et aérosols et quels liens y a-t-il avec la dynamique ?* » telle est, en janvier 2008, la question posée à la communauté scientifique internationale dans la lettre SPARC (Stratospheric Processes And their Role in Climate) n° 30.

Plusieurs raisons font que la stratosphère polaire d'été est très peu documentée. Les premières sont historiques, la communauté s'étant focalisée sur l'hiver polaire et les mécanismes de formation du trou d'ozone ; mais il y a également des raisons d'ordre technique, l'instrumentation utilisée par les satellites et les ballons procédant par occultation solaire ne permet pas d'effectuer des



Instrument microRadibal au-dessus de l'aire de lancement quelques secondes après le lancement. (© LPC2E)

mesures au-delà de 50° N en été. La première phase du projet Strapolété a été d'organiser une campagne de mesures sous ballons stratosphériques. Elle a eu lieu au cours de l'été arctique, en août 2009.

Une flotte de sept instruments utilisant des techniques de mesures différentes et complémentaires a été déployée pour échantillonner, à échelle fine et de la haute troposphère jusqu'à la moyenne stratosphère, beaucoup d'espèces chimiques réactives, de traceurs ainsi que

### Sigles des organismes

**Latmos** : Laboratoire atmosphères, milieux, observations spatiales.

**LOA** : Laboratoire d'optique atmosphérique.

**LPMAA** : Laboratoire de physique moléculaire pour l'atmosphère et l'astrophysique.

Instruments	Laboratoires	Techniques de mesure	Mesures effectuées	Gamme d'altitudes des mesures et résolution verticale	Masse de l'instrument
Spirale	LPC2E	In situ Absorption directe (moyen IR)	O <sub>3</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, HCl, CO, HNO <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub> , OCS	9 km-30 km 5m	500 kg
Swir	LPMAA	Mesures à distance IR, visée nadir et limbe	CO, CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub> , OCS	Colonnes partielles	500 kg
LPMA	LPMAA	Mesures à distance IR, occultation solaire	O <sub>3</sub> , HNO <sub>3</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, HCl	15 km-30 km 1 km	500 kg
Doas	Université Heidelberg	Mesures à distance UV, occultation solaire	BrO	15 km-30 km 1 km	Sur nacelle LPMA
Salomon-N2	LPC2E	Mesures à distance UV-visible, pointage solaire	O <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub> , BrO, Extinction des aérosols	15 km-30 km 1 km	180 kg
Stac	LPC2E	In situ Compteur d'aérosols	Distribution dimensionnelle des aérosols	10 km-30 km 10 m	Sur toutes les nacelles
MicroRadibal	LOA	Mesures à distance Photopolarimètre, aérosols	Distribution dimensionnelle des aérosols (liquide, solide)	15 km-30 km 1 km	80 kg

Les instruments mis en œuvre et leurs principales caractéristiques.

les aérosols. Le tableau ci-dessus résume l'ensemble des instruments mis en œuvre et leurs principales caractéristiques.

La campagne s'est déroulée sur la base d'Esrange (N 67° 53', E 21° 05') au nord de la Suède. Jusqu'à trente ingénieurs, techniciens, chercheurs, enseignants-chercheurs comprenant des mécaniciens, électroniciens, opticiens et thermiciens se sont retrouvés sur place pour assurer l'intégration des instruments, leur étalonnage avant le vol et leur récupération-démontage (au total plus de 730 jours de missions sur site). Pour la mise en œuvre des aérostats, le Cnes avait envoyé une équipe de dix-sept personnes composée d'un chef de mission, d'un responsable opérationnel, de deux météorologues pour prévoir les trajectoires des vols, de neuf spécialistes des lancements et de quatre personnes en charge des télémesures-télécommunications en vol. Les ballons, à même d'emporter les instruments jusqu'à 35 kilomètres d'altitude, avaient des volumes allant de 35 000 m<sup>3</sup> à 150 000 m<sup>3</sup>.

Le premier vol a eu lieu le 3 août 2009 et le dernier le 7 septembre 2009. Les vols se sont déroulés dans des conditions géophysiques pertinentes pour le projet et les instruments ont bien fonctionné.

Les données recueillies vont permettre de discriminer l'origine des masses d'air sondées, qu'elles soient issues des régions tropicales, des moyennes latitudes ou associées aux feux de forêts boréales troposphériques. Les premiers

résultats présentés à la réunion annuelle du projet, les 20 et 21 janvier 2010, demanderont plus de deux ans de travail d'analyse et d'exploration scientifique pour produire des résultats exploitables et validés. L'ensemble des mesures in situ sous ballon sera complété par les mesures issues des satellites qui ont une large couverture spatiale sur cette région, comme Mipas, MLS et Gomos. Toutes les mesures seront mises à disposition de la communauté scientifique via la banque de données Ether (Cnes/Insu-CNRS).



Préparation au sol de l'instrument Salomon-N2. (© LPC2E)

Pour étudier les processus dynamiques et chimiques (modèle de trajectoire, d'advection de contours de vorticités potentielle, chimie-transport à l'échelle globale, photochimie de l'ozone) et souligner les mécanismes qui gouvernent la distribution des traceurs, des aérosols et du brome (particulièrement réactif vis-à-vis de la destruction d'ozone), l'analyse des données sera effectuée à l'aide des modèles les plus récents.

### Sigles et descriptions des instruments

**Doas** (Differential Optical Absorption Spectroscopy) : spectromètre UV-visible.

**LPMA** (Limb Profile Monitor of the Atmosphere) : spectromètre par transformée de Fourier dans l'infrarouge fonctionnant par visée au limbe lors d'occultation solaire.

**MicroRadibal** (radiomètre infrarouge sous ballon) : mesures de radiance et de polarisation de la lumière diffusée par le Soleil.

**Salomon-N2** (Spectroscopie d'absorption lunaire pour l'observation des minoritaires et NOx - Nacelle 2) : spectromètre UV-visible pour la mesure de l'absorption des molécules atmosphériques par visée solaire et occultation.

**Spirale** (Spectromètre infrarouge par absorption de lasers embarqués) : spectromètre pour la mesure par absorption directe à haute résolution de six faisceaux moyen infrarouge dans une cellule d'Herriott à réflexions multiples (~ 400 m de parcours optique) déployée en vol sous la nacelle.

**Stac** (Stratospheric and Tropospheric Aerosols Counter) : compteur optique de particules.

**Swir** (Short Wave Infra Red) : spectromètre pour la mesure de l'émission thermique infrarouge de courte longueur d'onde par visée au nadir.

Pour en savoir plus : <http://strapolete.cnrs-orleans.fr/>

**Dr. Nathalie Huret**

Professeure des universités LPC2E/CNRS et université d'Orléans, coordinatrice du projet. [nathalie.huret@cnrs-orleans.fr](mailto:nathalie.huret@cnrs-orleans.fr)

# StraPolété

