

La France à bord de la mission Dragonfly de la NASA - Destination Titan, lune de Saturne



En ce début d'année 2022, le CNES et la NASA ont signé un accord de coopération portant sur Dragonfly (« libellule » en français), la 4ème mission du programme américain New Frontiers qui regroupe plusieurs missions spatiales en charge de l'exploration du système solaire. Le lancement est programmé en 2027 pour un atterrissage et le début des opérations dès 2034. Le cœur de la mission est constitué d'un drone volant de plusieurs centaines de kilogrammes qui permettra d'étudier à minima une douzaine de sites géologiques différents à la surface de Titan, le plus gros satellite naturel de Saturne. La durée nominale de la mission est fixée à deux ans et demi. La contribution française principale, pilotée par le Laboratoire atmosphères, milieux et observations spatiales (LATMOS, CNRS/Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines - Paris Saclay/Sorbonne Université) (1), porte sur la conception et la construction du système DraMS-GC, un chromatographe en phase gazeuse qui fait partie de DraMS (Dragonfly Mass Spectrometer), un ensemble instrumental permettant une analyse chimique soit par désorption laser, soit par chromatographie en phase gazeuse, couplés à un spectromètre de masse. Ces deux modes d'analyse permettront de rechercher et d'identifier une large palette de composés organiques et de potentielles biosignatures (traces de vie) dans des échantillons d'atmosphère et de surface. Une implication scientifique française (2) dans l'équipe de l'instrument DraGMet, station météorologique et géophysique, est également prévue.

De 2004 à 2017, la mission spatiale Cassini-Huygens qui a exploré le système saturnien a permis de faire passer Titan du statut de lune mystérieuse à celui d'un endroit familier et de grand intérêt dont les paysages et la chimie rappellent ceux de notre Terre. Son atmosphère et sa chimie du carbone et de l'azote à l'origine de molécules organiques complexes et diversifiées font de Titan un véritable laboratoire à ciel ouvert à une échelle planétaire. Mais cette chimie qui pourrait produire des espèces chimiques clé pour les organismes vivants garde encore aujourd'hui une grande part de mystères.

La mission Dragonfly est dédiée entre autres à lever ce voile. A cette fin, le drone atterrira de manière autonome dans le champ de dunes de Shangri-La, près du cratère d'impact Selk et explorera cette région particulièrement propice au développement d'une chimie d'intérêt pour la vie.

Les objectifs scientifiques de la mission Dragonfly seront principalement remplis par des mesures de surface, mais certaines mesures programmatiques et scientifiques en vol seront également effectuées.

Mesures de surface :

- Identifier les composés chimiques de surface et déterminer le niveau de complexité que la chimie a pu atteindre dans un environnement qui comporte les conditions clés pour le développement de la vie ;
- Mesurer la composition élémentaire de la surface ;
- Surveiller les conditions atmosphériques et de surface ;
- Caractériser la géologie de l'astre ;
- Réaliser des études sismiques pour détecter l'activité et la structure de la sous-surface.

Mesures en vol :

- Contribuer à caractériser les profils atmosphériques, proches de la surface ;
- Fournir un contexte pour les mesures de surface et le repérage des sites d'intérêt.

La charge utile de Dragonfly comprend, en plus des instruments DraGMet et DraMS, un spectromètre gamma et neutrons DraGNS ainsi qu'une série de caméras pour la science et la navigation, DragonCam.

La fourniture hardware française est constituée de modules de l'instrument DraMS : le sous-système DraMS-GC, deux réservoirs d'hélium et des cellules de réactifs chimiques.

Le module DraMS-GC est composé de deux pièges à injection ainsi que de deux colonnes chromatographiques capillaires. Les pièges permettent de concentrer les molécules relâchées par les échantillons chauffés dans le four à pyrolyse. Les colonnes sont capables de séparer ces molécules volatiles une fois relâchées des pièges, pour pouvoir les identifier individuellement dans le spectromètre de masse. Les deux colonnes proposées sont complémentaires sur leurs capacités de séparation des composés d'intérêt, tout en gardant un certain recouvrement afin d'assurer la redondance.

Le LATMOS est le laboratoire ayant la maîtrise d'œuvre de la fourniture française sur DraMS, alors que le centre GSFC (Goddard Space Flight Center) de la NASA est maître d'œuvre de l'instrument DraMS. Le centre Applied Physics Laboratory (APL) du Johns Hopkins University (JHU), a la responsabilité de la mission Dragonfly.

Le CNES assure la fonction de maître d'ouvrage sur ce projet. Il est responsable de la fourniture de certains composants clés (par exemple un ensemble de 16 micro vanes fabriquées par Air Liquide Advanced technologies) et fait intervenir sur le projet un nombre important d'experts.

DraGMet est une station géophysique et météorologique à laquelle des chercheurs et chercheuses français contribuent par leur expertise scientifique.

(1) Sont également impliqués le Laboratoire d'études spatiales et d'instrumentation en astrophysique (LESIA, CNRS/Observatoire de Paris-PSL/SU/Université de Paris), le Laboratoire interuniversitaire des systèmes atmosphériques (LISA, CNRS/Université Paris-Est Créteil/Université de Paris) et le Laboratoire génie des procédés et matériaux (LGPM, CentraleSupélec).

(2) LATMOS et Institut physique du globe de Paris (IPGP).