A LA DÉCOUVERTE DES LUNES MARTIENNES : LES ENJEUX SCIENTIFIQUES DE LA MISSION MMX DÉCRYPTÉS PAR UN CHERCHEUR

Le 19 octobre 2026, la sonde Martian Moon eXploration (MMX) de la JAXA a décollé en direction des lunes martiennes ! MMX effectuera un voyage aller-retour de cinq ans pour observer Phobos, Deimos et l'atmosphère de Mars. Entretien avec Thomas Gautier, directeur de recherche au LATMOS et impliqué dans le projet.

En quoi consiste la mission MMX ?

MMX (Martian Moon eXploration) est une mission de l'agence spatiale japonaise, la JAXA, qui a pour objectif d'étudier les lunes de Mars, Phobos et Deimos, et en particulier de répondre à la question de leur origine.
Pour cela, la sonde va observer les deux lunes, étudier Mars et se poser sur Phobos afin d'en rapporter des échantillons ! Ils reviendront sur Terre en 2031 et pourront être analysés avec des techniques de laboratoire extrêmement poussées.

En parallèle, la sonde restera en orbite autour de Mars pendant trois ans pour observer Phobos, Deimos et l'atmosphère martienne. Pour les deux lunes, nous étudierons leurs

compositions pour déterminer leur origine. Pour Mars, nous chercherons notamment à comprendre les interactions entre la poussière et l'eau dans cette atmosphère.
La grande nouveauté de cette mission, c'est son orbite équatoriale, contrairement aux orbites polaires utilisées jusqu'ici. Elle nous permettra d'observer en continu une même région de Mars pendant trois à quatre heures, puis d'y revenir quelques heures plus tard. On pourra ainsi étudier des phénomènes atmosphériques qui évoluent très rapidement, comme les tempêtes de poussières locales.

Que sait-on aujourd'hui de l'origine des deux lunes de Mars ?

Il existe deux grandes hypothèses. La première est celle d'une capture d'astéroïdes : Phobos et Deimos seraient des astéroïdes primitifs entrés dans le système solaire interne, puis capturés gravitationnellement par Mars.

Cette hypothèse correspond bien à leur apparence. Ce sont des corps de quelques dizaines de kilomètres, couverts de cratères et dont les surfaces ont été fortement remodelées. Leurs spectres, c'est-à-dire la lumière réfléchie par leur surface décomposée en différentes longueurs d'onde, ressemblent à ceux d'astéroïdes primitifs. Ce sont des spectres très rouges, où jusqu’à présent nous n’avons pas d’observations de bandes caractéristiques de minéraux. Certains émettent l'hypothèse que Phobos et Deimos pourraient même correspondre à d'anciennes comètes éteintes.

Le problème, c'est que Phobos et Deimos suivent des orbites autour de Mars extrêmement circulaires, avec très peu d'inclinaison. C'est très difficile à expliquer dans le scénario d'une capture. On connaît des processus capables de stabiliser ces orbites, mais ils auraient nécessité plus de quatre ou cinq milliards d'années pour agir, selon nos connaissances actuelles.
L'autre hypothèse est celle d'un impact géant sur Mars primitive, il y a plus de 3,5 milliards d'années. Celui-ci aurait créé un disque de poussière autour de la planète, qui se serait ensuite réaccrété pour former deux petits satellites.

Mais ce scénario n'explique pas les propriétés spectrales de Phobos et Deimos, ni pourquoi seuls deux petits satellites se seraient formés, plutôt qu'un gros comme notre Lune ou une multitude de petits satellites. Ces deux hypothèses sont donc difficiles à réconcilier aujourd'hui.

Des missions avaient-elles déjà été spécifiquement consacrées aux deux lunes ?

Trois missions ont été dédiées à l'observation de Phobos : Phobos 1 et 2, des missions soviétiques, puis Phobos-Grunt, une mission russe. Les trois ont été des échecs !
Dans les années 80, Phobos 1 a perdu le contact pendant son voyage vers Mars et n'a transmis aucune donnée. Avec Phobos 2 le contact a été perdu au bout d'environ huit mois. Nous avons obtenu quelques données, mais pas les observations rapprochées de Phobos qui étaient prévues.

En 2011 pour Phobos-Grunt, certains collègues avaient travaillé sur cette mission : un instrument avait notamment été en partie construit au Service d'aéronomie, devenu depuis le LATMOS. Malheureusement, le lancement a été un échec car la sonde n'a pas réussi à se placer sur une trajectoire l'emmenant vers Mars et a fini par retomber sur Terre.
On peut donc parler d'une sorte de malédiction de Phobos, que nous espérons bien briser avec MMX !

D'autres sondes dédiées à Mars ont également pu observer les deux lunes à distance. C'est notamment le cas de Mars Express ou de Mars Reconnaissance Orbiter (MRO), qui ont fourni de belles images de Phobos et quelques observations de Deimos.

Quels instruments permettront d'étudier la composition de Phobos et Deimos ?

MIRS (MMX Infrared Spectrometer) est un spectro-imageur infrarouge. Il réalisera des images de Phobos, Deimos et Mars dans différentes longueurs d'onde, entre 0,9 et 3,6 microns, afin de décomposer la lumière et d'étudier les propriétés des surfaces.



Il a été construit par un consortium mené par le LIRA, un laboratoire de l'Observatoire de Paris, avec plusieurs autres laboratoires français, dont le LATMOS. Nous avons travaillé sur la partie électronique du détecteur, en coopération avec le CNES, l'agence spatiale française qui coordonne le projet côté français.

Dans cette gamme de longueurs d'onde, nous pourrons notamment détecter des bandes caractéristiques de minéraux hydratés, comme les phyllosilicates. Leur présence indiquerait que le matériau provient d'un astéroïde très primitif, ce qui renforcerait l'hypothèse d'une capture. Nous pourrons également rechercher des composés organiques, constitués de carbone et d'hydrogène, qui pourraient témoigner de l'origine primitive de ces corps.

D'autres instruments permettront de mesurer la quantité d'eau présente sous la surface. Cela nous aidera à déterminer si Phobos est un corps très sec, dont la composition présente plutôt des signatures de basalte ou de matériaux ayant été fortement chauffés, comme lors d'un impact.

Un autre instrument, le MSA, étudiera notamment les interactions entre Mars et Phobos. Comment ?

Le LATMOS n'a pas participé à la construction du MSA, mais il va aider à son exploitation scientifique. C'est un spectromètre de masse dédié à l'étude des ions, des molécules chargées. Il sera notamment utilisé pour observer les ions qui s'échappent de l'atmosphère de Mars.

La planète possède encore une atmosphère aujourd'hui, mais celle-ci est beaucoup plus ténue que par le passé. Mars a perdu une grande partie de son atmosphère, et cette fuite se poursuit encore. Les ions qui s'en échappent viennent également impacter la surface de Phobos.
Nous allons donc caractériser le flux de particules énergétiques provenant de Mars et étudier son influence sur la surface de Phobos. La lune est en rotation synchrone avec Mars, comme notre Lune avec la Terre : elle présente toujours la même face à la planète. Une partie de sa surface reçoit donc en permanence ce flux de particules, tandis que l'autre n'y est jamais exposée.

Si nous observons des différences entre ces deux hémisphères, cela pourrait nous donner des indices sur l'influence de l'échappement de l'atmosphère martienne sur Phobos.
Le LATMOS participera aussi à la coordination des observations de Mars réalisées avec MIRS, grâce à notre longue expertise de l'atmosphère martienne. Nous chercherons notamment à étudier les interactions entre la poussière et la vapeur d'eau. Comme nous pourrons observer une même région toutes les 15 à 30 minutes, nous pourrons suivre le développement d'une tempête de poussière et mieux comprendre ces interactions.

Quand pourrez-vous commencer à exploiter les premières données de la mission ?

Les premières observations scientifiques du système martien sont attendues vers la fin de l'été ou le début de l'automne 2027, au moment de la mise en orbite de la sonde. Les données seront ensuite transmises progressivement, tandis que les échantillons de Phobos devraient revenir sur Terre en 2031.

INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

> Le Laboratoire atmosphères, milieux, observations spatiales (LATMOS)
> Thomas Gautier est directeur de recherche au LATMOS
> OVSQ
Le LATMOS est rattaché à l'Observatoire de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines et à l'Institut Pierre Simon Laplace (IPSL).