Etude de la couronne martienne et de l'échappement pendant les années martiennes 28 et 29

Chaufray, J-Y.[1], F. Gonzalez-Galindo[2], M.A. Lopez-Valverde[2], F. Forget[3], E. Quémerais[1], J-L. Bertaux[1], F. Montmessin[1], M. Chaffin[4], N. Schneider[4], J.T. Clarke[5], F. Leblanc[1], R. Modolo[1], R. Yelle[6],

[1]LATMOS,CNRS, Guyancourt, France, [2]IAA, CSIC, Granada, Spain, [3]LMD, CNRS, Paris, France, [4]LASP, Boulder, CO, USA, [5]Boston University, Boston, MA, USA, [6]University of Arizona, Tucson, AZ, USA

1) Introduction

De grandes quantités d'eau liquide étaient présentes à la surface de Mars il y a 4 milliards d'années comme le montrent les réseaux de vallées (ancients lits de rivières) ou la présence d'argiles. Une partie de cette eau est présente sous forme de glaces à et sous la surface de Mars. Une autre partie a pu s'échapper dans le milieu interplanétaire. Les observation récentes montrent que la quantité d'hydrogène dans la haute atmosphère de Mars et donc le taux d'échappement d'hydrogène présente des variations saisonnières importantes avec une forte augmentation au solstice d'été. sud Ces variations ont un impact sur le plasma environnant Mars et pourraient être dues à l'injection de vapeur d'eau à haute altitude durant les tempêtes de poussières. Pour mieux caractériser l'échappement d'hydrogène, nous avons simulé l'hydrogène dans la haute atmosphère de Mars et comparé les résultats aux observations de l'instrument SPICAM à bord de la sonde Mars Express

2) Observations

SPICAM sur Mars Express a observé l'émission Lyman-alpha (121.6 nm) de Mars durant plusieurs années martiennes. Dans cette étude on s'est intéressé aux années 28 et 29 en utilisant les observations obtenues avec différentes configurations (Fig.1). Des exemples de profils verticaux de l'intensité de la raie Lyman-alpha sont représentés (Fig. 2)

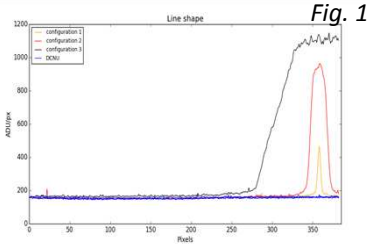

Fig. 1

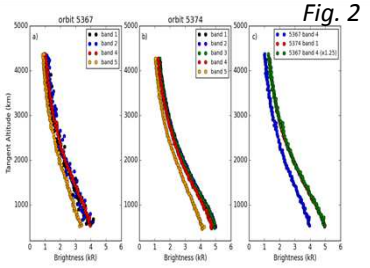

Fig. 2

3) Modèle

Pour chaque observation, nous avons simulé l'émission Lyman-alpha en utilisant différents modèles

1) Modèle de Circulation Générale 3D (GCM) : Ce modèle décrit *l'atmosphère de Mars depuis la surface jusque l'exobase* (et le flux d'échappement de Jeans) en utilisant les varaitions journalière de l'activité solaire mesurées pendant ces deux années.

L'atmosphère moyenne mensuelle a été utilisée pour dérire.

2) Un modèle cinétique pour calculer *la densité d'hydrogène au-dessus de l'exobase.*

3) Un modèle de transfert de rayonnement pour calculer *l'intensité de la raie Lyman-alpha de l'hydrogène martien.*

Nous avons aussi simulé la contribution Lyman-alpha du *fond interplanétaire* pour chaque observation.

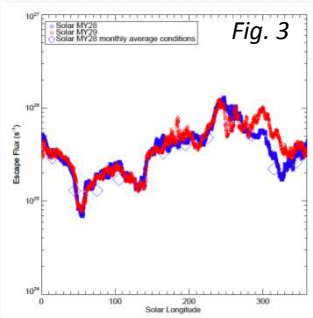

Fig. 3

4) Comparaison avec les observations

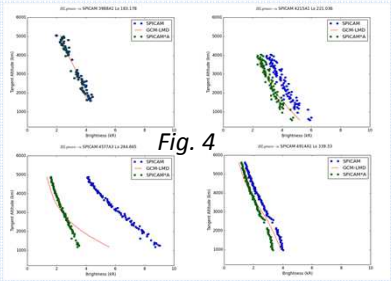

Fig. 4

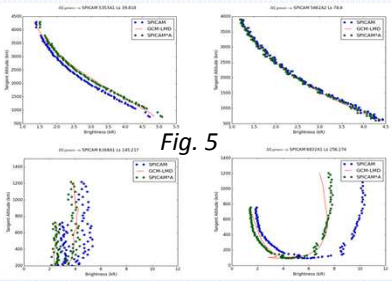

Fig. 5

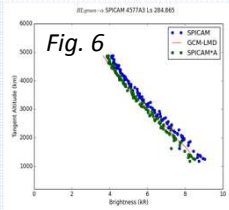

Fig. 6

Quelques exemples de comparaisons entre observations et simulations pour les années 28 (Fig. 4) et 29 (Fig. 5). L'intensité simulée vers le solstice d'été sud (Ls = 270°) est sous estimée pour les deux années, mais bien reproduite le reste de l'année.

Au solstice d'été sud une augmentation de la densité d'un facteur 6 donne un meilleur accord avec l'observation (Fig. 6)

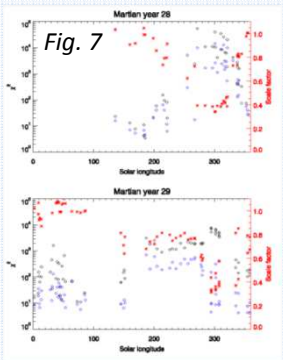

Fig. 7

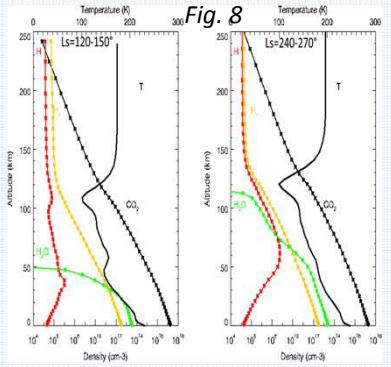

Fig. 8

La comparaison avec l'ensemble des observations analysées confirme la sous estimation de l'intensité simulée au solstice d'été. Ce désaccord pourrait être du à une sous estimation de la quantité de vapeur d'eau à haute altitude par exemple liée à une mauvaise description de la supersaturation de l'atmosphère de Mars dans ces simulations.

5) Echappement de l'hydrogène et Conclusions

Puisque le modèle reproduit assez bien les observations la plupart du temps sauf au voisinage du solstice d'été sud où la densité d'hydrogène semble sous estimée d'un facteur ~6 (pour l'année 28), on peut estimer les variations du taux d'échappemt entre 10^{25} to $6x10^{26}$ s^{-1} durant ces deux années martiennes. Extrapolées sur 4 milliards d'années ceci donne un échappement d'eau de 10m (GEL : Global Equivalent Layer) d'eau ce qui est inférieur à la quantité d'eau nécessaire pour former les réseaux de vallées (estimée à quelques centaines de mètres), et inférieure à la quantité d'eau détectée à ou sous la surface (~ 30m). Ceci suggère donc soit que l'échappement passé était plus efficace soit qu'une grande partie de l'eau est toujours à (ou sous) la surface et n'a pas encore été détectée.

Ce travail, soumis à Icarus, fait parti du projet Horizon 2020 « UPWARDS » et a partiellement été financé par le PNST and PNP.