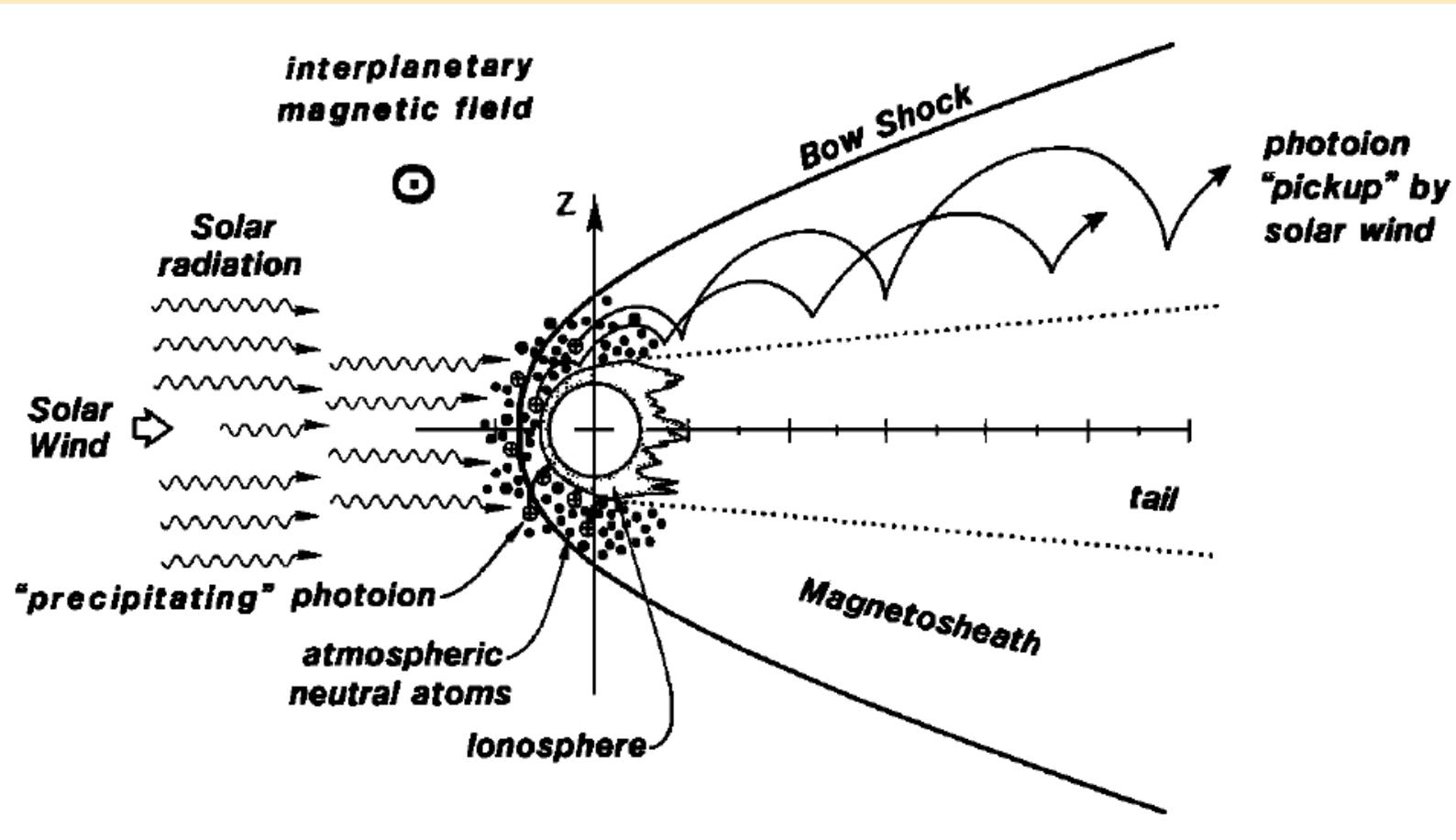


Le criblage de l'atmosphère martienne

F. Leblanc, R. Modolo, et J.Y. Chaufray

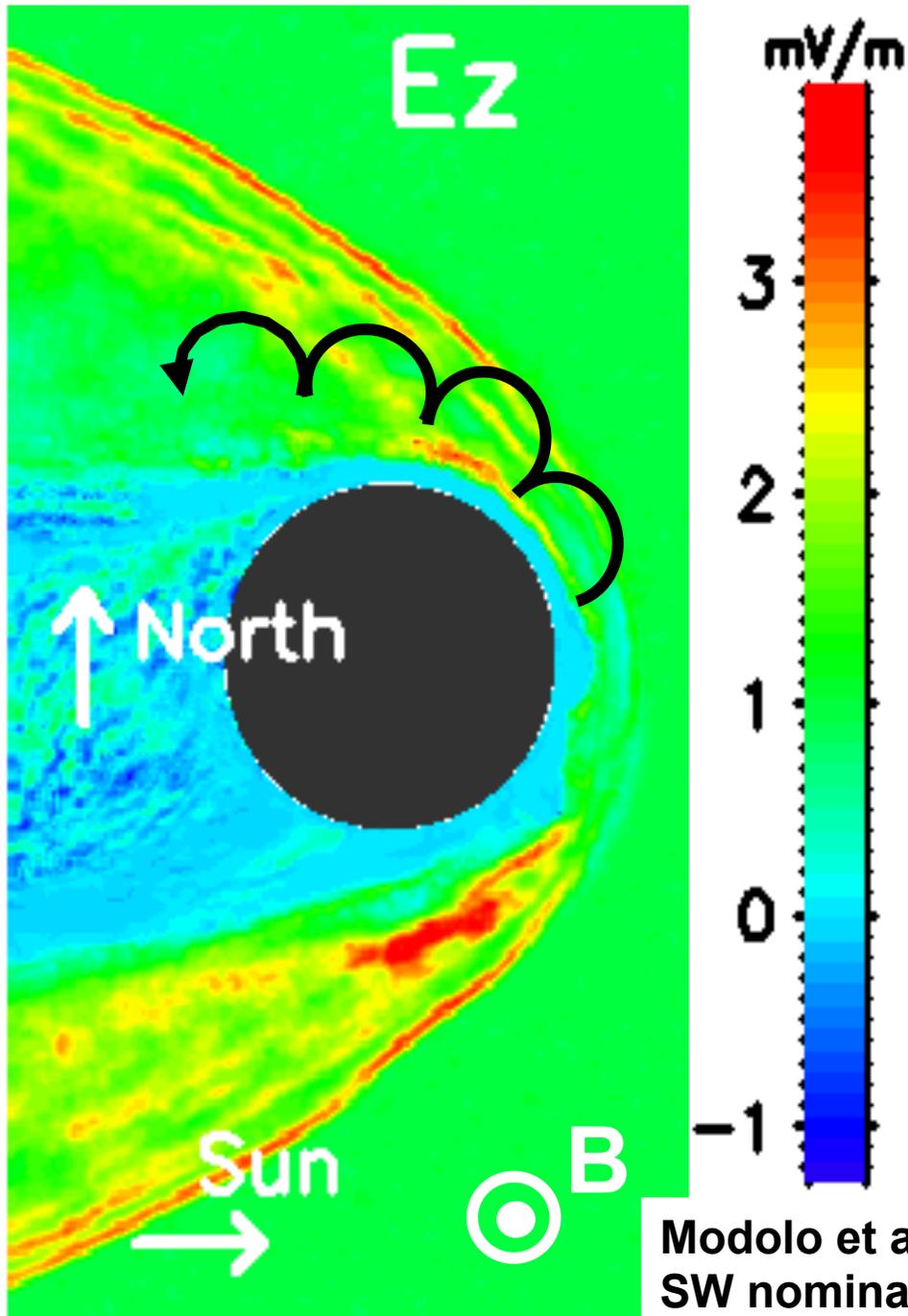
LATMOS/IPSL, France

Criblage/Sputtering: Introduction



Luhmann & Kozyra (1991)

Les ions vent solaire et planétaires piégés peuvent précipiter dans l'atmosphère et induire l'échappement des ions lourds atmosphériques (O, C, CO₂...)



Les ions planétaires

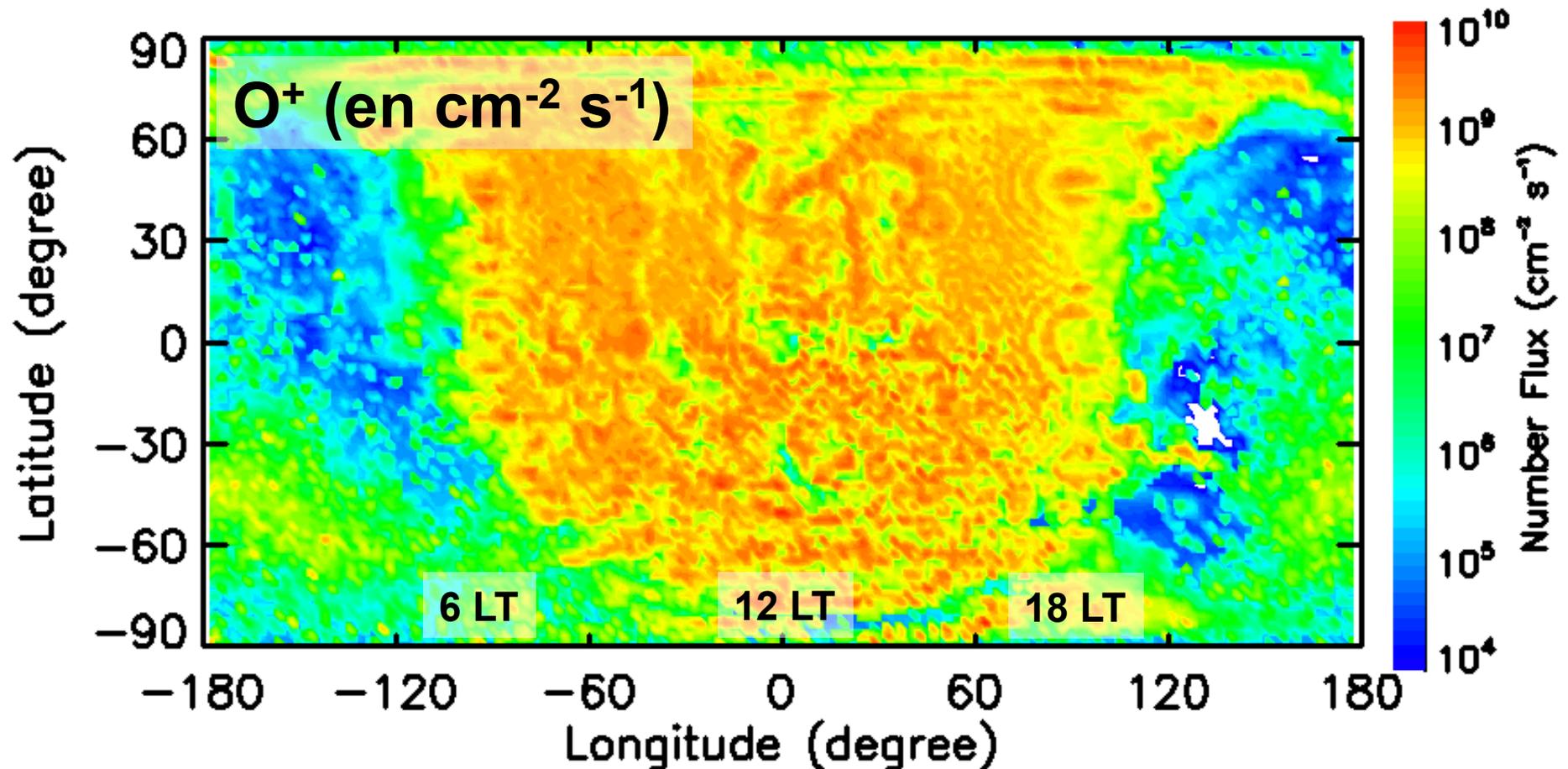
Sont accélérés par

$$-qV_{sw} \times B_{sw}$$

Modolo et al. (2014)

SW nominal, Ls=90°, Solar Mean, Crustal LT = 12h00

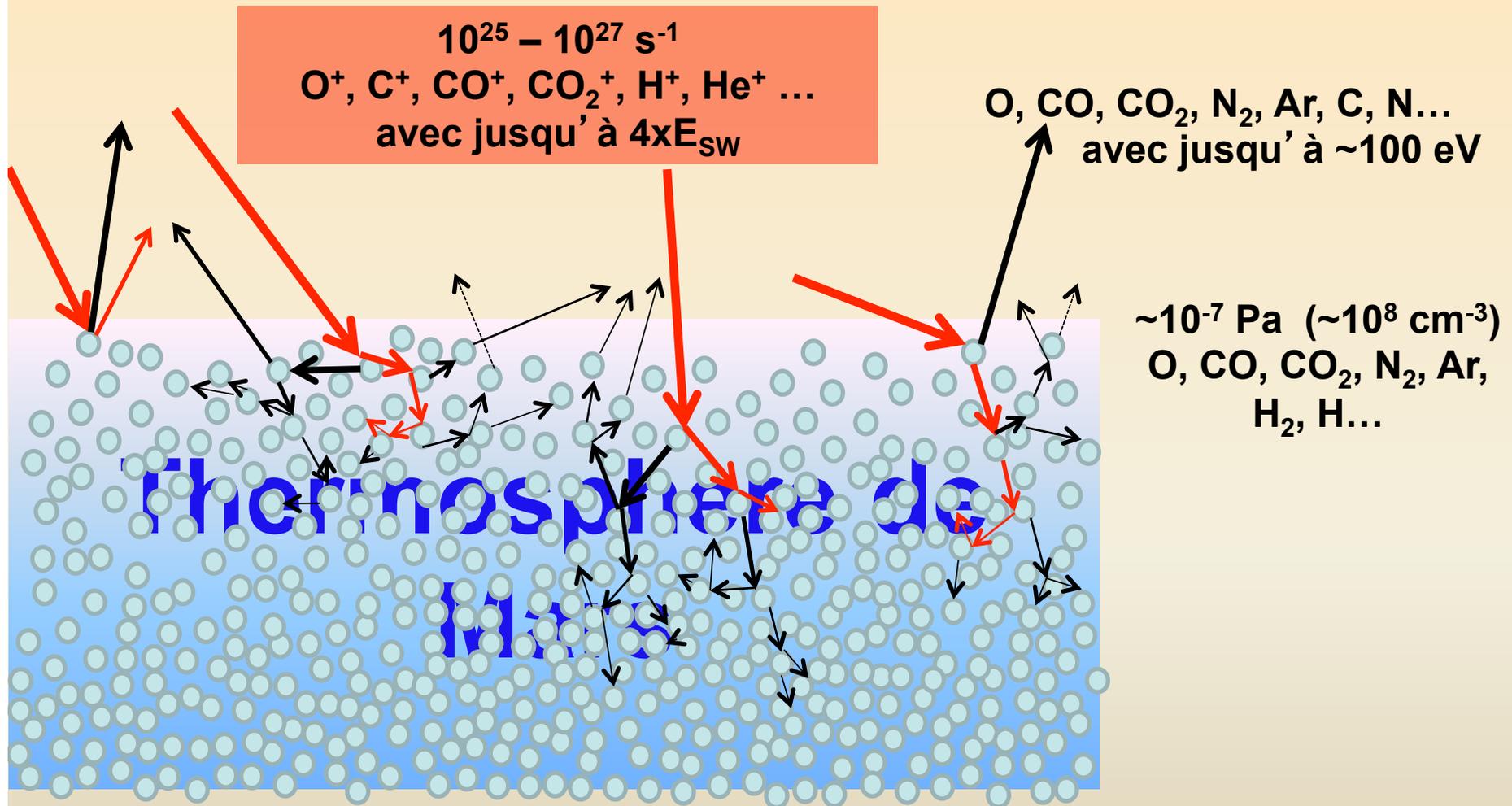
Peuvent précipiter dans l'atmosphère



Lillis et al. (2014)

SW Nominal, $L_s=90^\circ$, Solar Mean, Crustal LT = 12h00

Et cribler l'atmosphère



Quelques échelles de hauteur plus bas

Le criblage

Peut produire une exosphérique non-thermique

Peut chauffer l'atmosphère

Peut éroder l'atmosphère (ou la peupler)

Peut fractionner en masse l'atmosphère

Peut induire une érosion significative au cours de l'histoire martienne

Pour pouvoir décrire le criblage, il faut pouvoir décrire:

- La magnétosphère → Modèle hybride LatHys
 - Pour prendre en compte les variabilités induites par le vent solaire et le flux solaire

- L'atmosphère martienne de sa surface à son exobase → Modèle LMD-GCM
 - Pour prendre en compte les variabilités saisonnières et du cycle solaire

- L'exosphère → Modèle EGM
 - Pour prendre en compte l'impact potentiel de l'atmosphère sur la magnétosphère
 - Pour décrire la variabilité du flux impactant

- Coupler l'ensemble de ces modèles

**ATMOSPHERE:
MGCM**

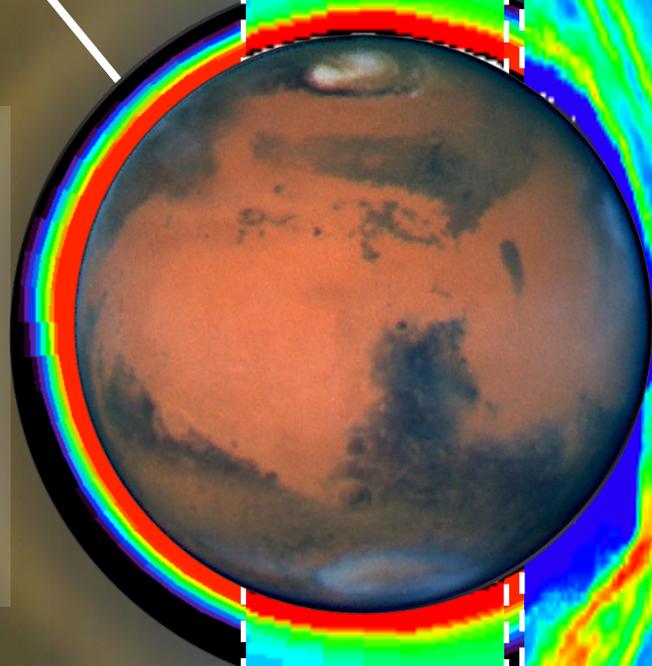
**MAGNETOSPHERE:
LatHyS**

O (cm⁻³)

EROSION



EVOLUTION

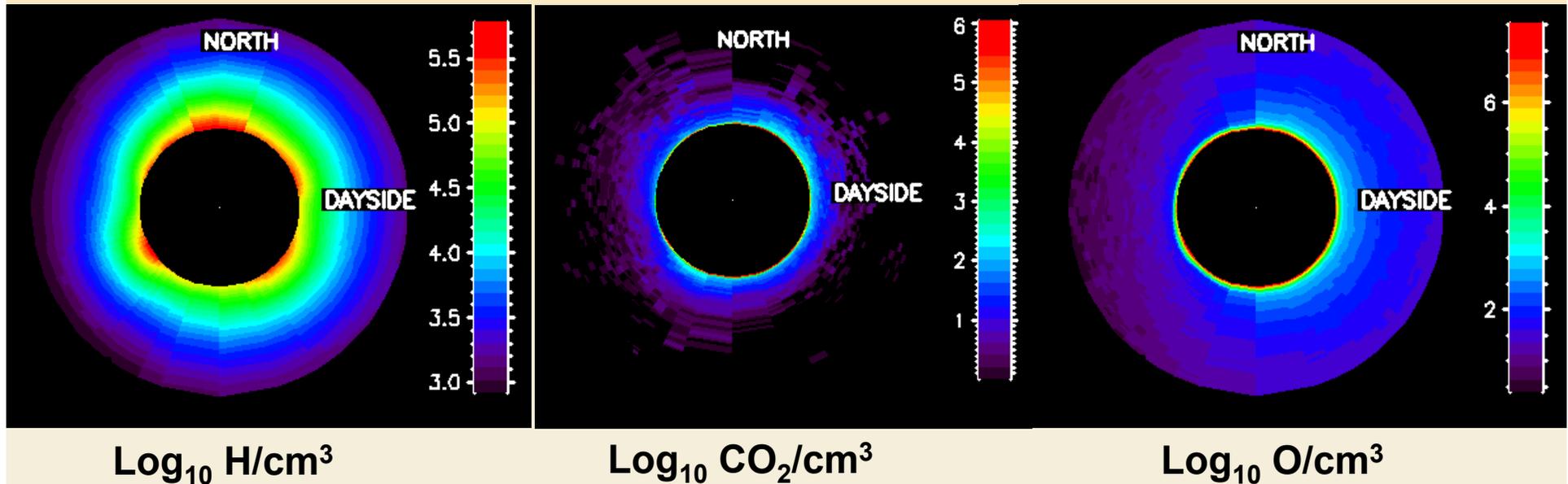


HELIOSARES

EXOSPHERE: MEGM



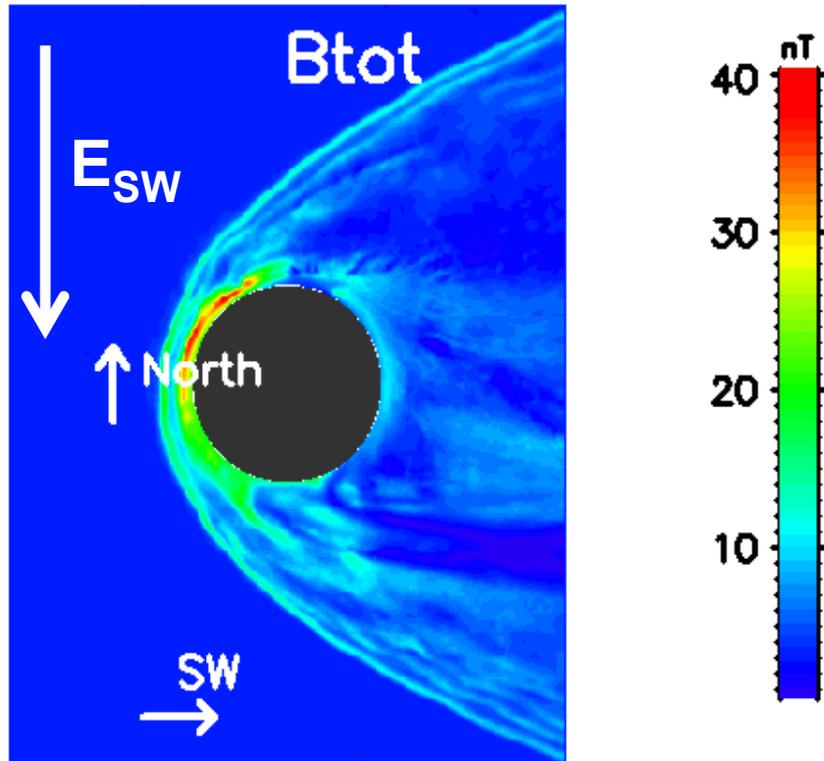
Variations saisonnières: de l'atmosphère au flux impactant
Ls=0°, flux Solaire Minimum, Vent Solaire (400 km/s, 4 cm⁻³, 3 nT, IMF angle 57°), pas de champs crustaux



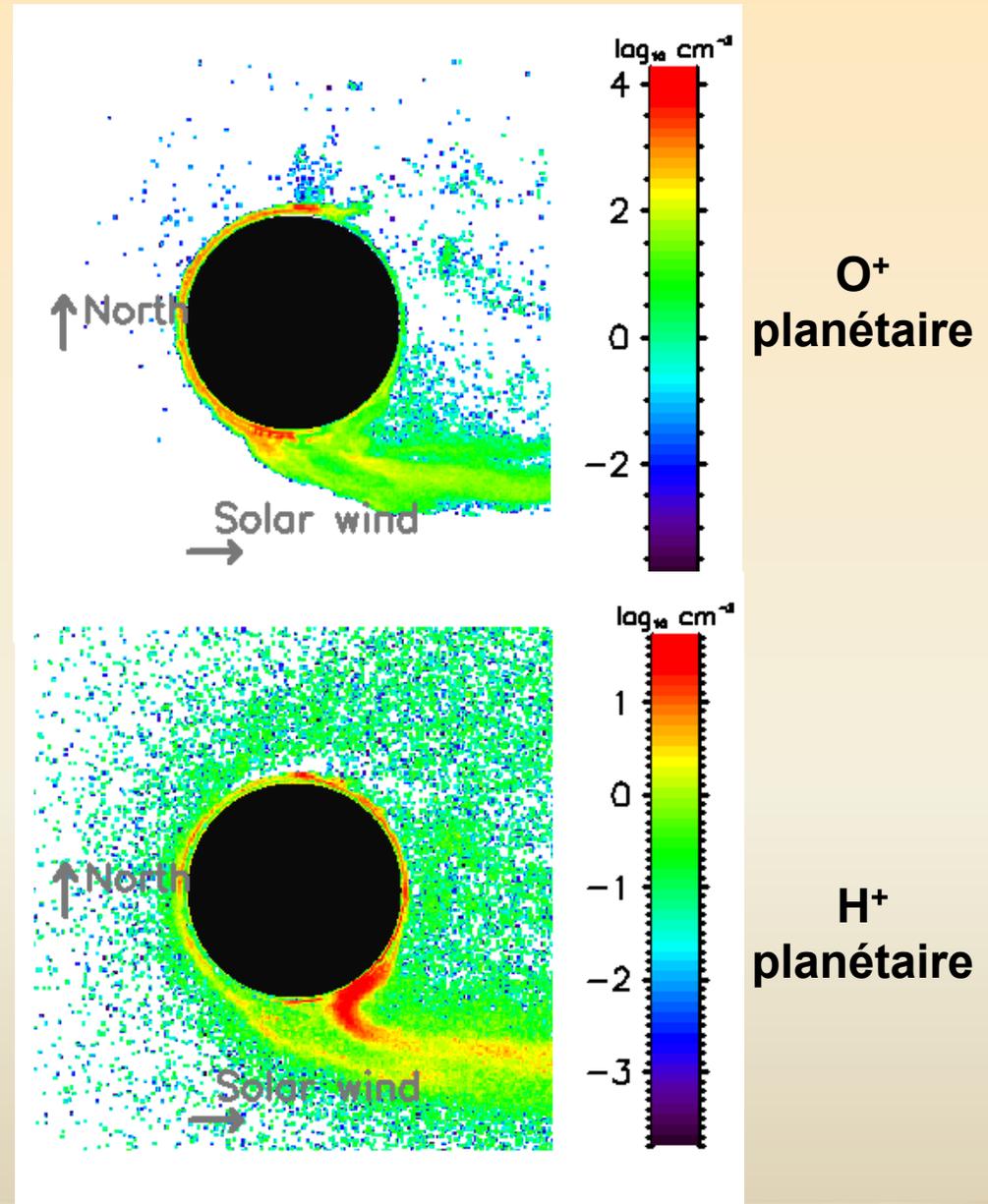
Exosphère + Atmosphère simulées:

- atmosphère: circulation ion/neutre découplée
- exosphère: composantes thermiques + photo-chimie

Magnétosphère induite par l'interaction avec le vent solaire



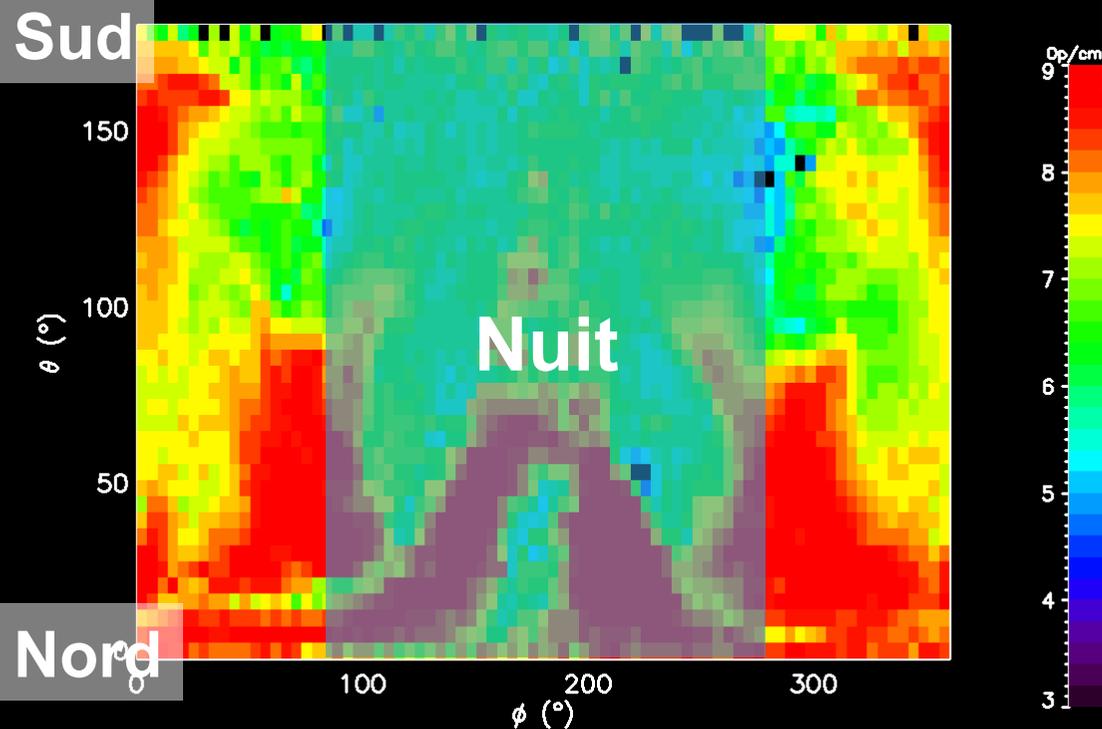
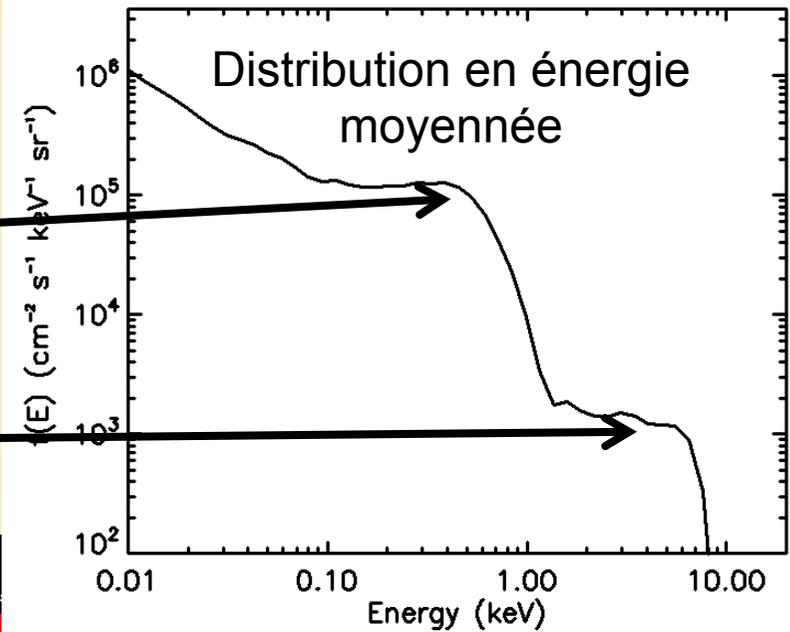
65 km résolution
128 CPUs
~1 semaine



Flux Impactant: le cas des ions O^+

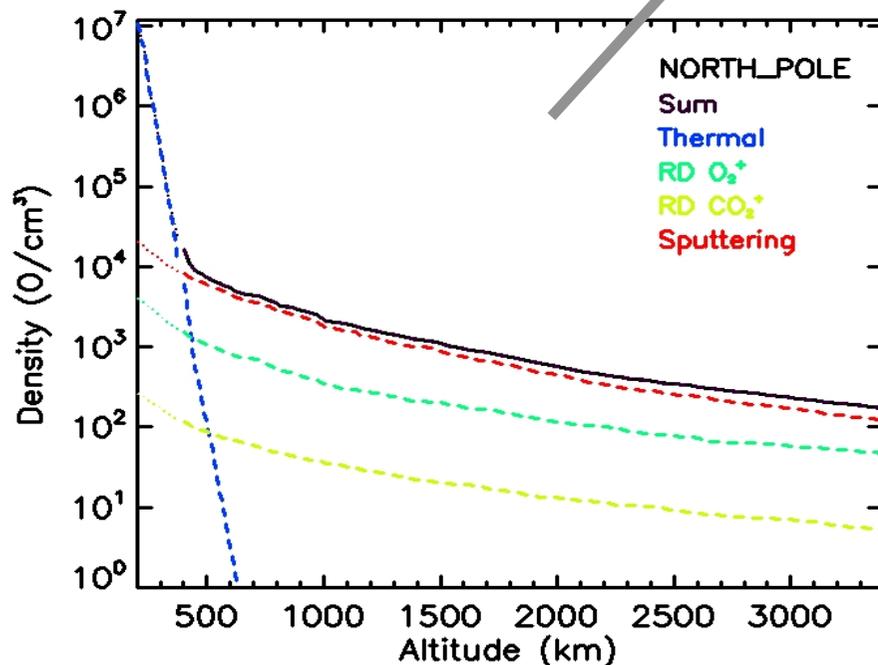
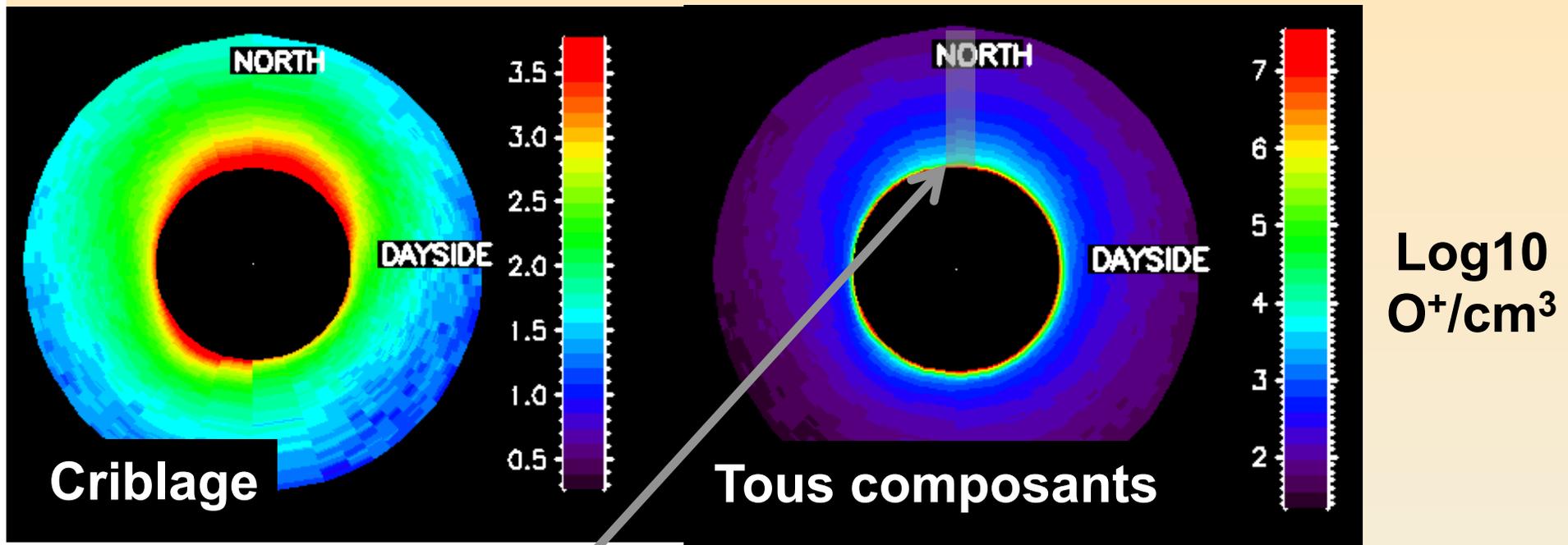
Composante basse énergie dans l'hémisphère Nord

Composante énergétique dans l'hémisphère Sud



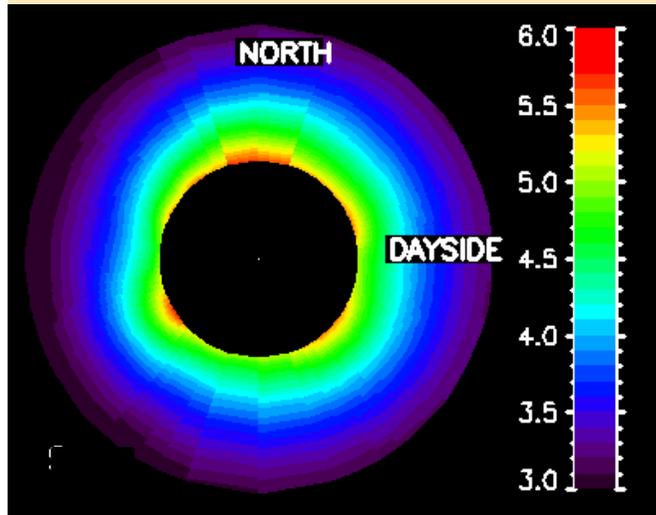
Distribution du flux impactant à 300 km d'altitude

La composante exosphérique induite par le criblage

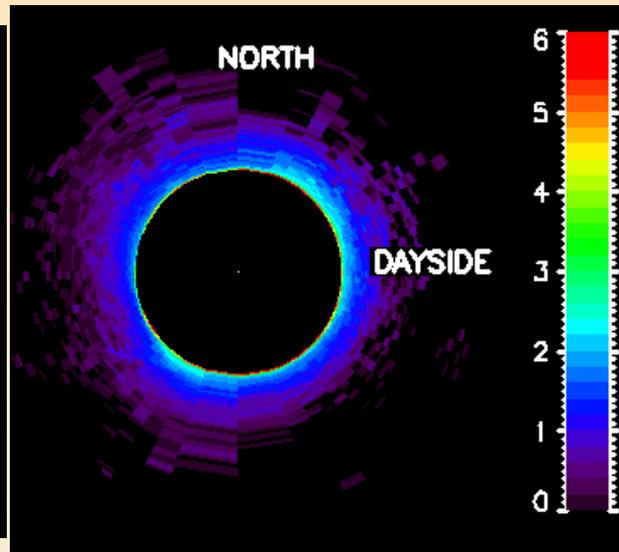


Même en activité solaire minimum,
la composante induite par le
criblage peut dominer l'exosphère
au dessus de 400 km en altitude
dans certaines régions:
→ Objectifs de MAVEN

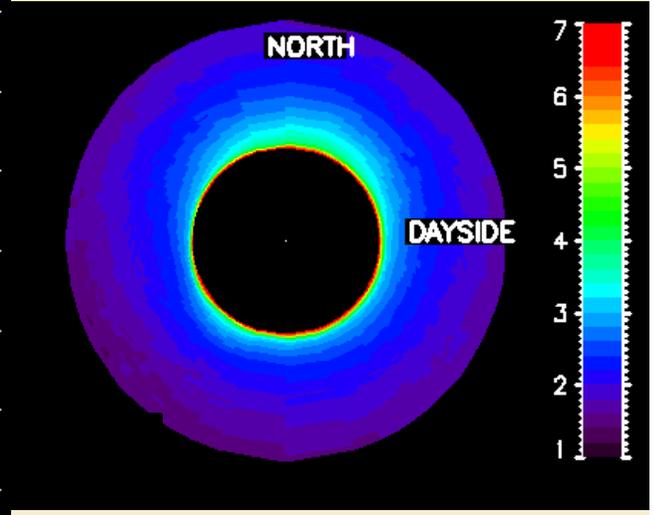
LS=0°, Fin de l' Hiver dans l' hémisphère Nord (1.47 AU)



$\text{Log}_{10} \text{H}/\text{cm}^3$

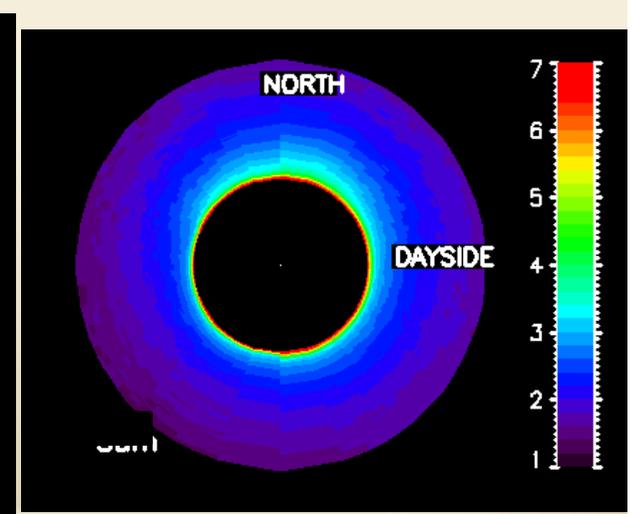
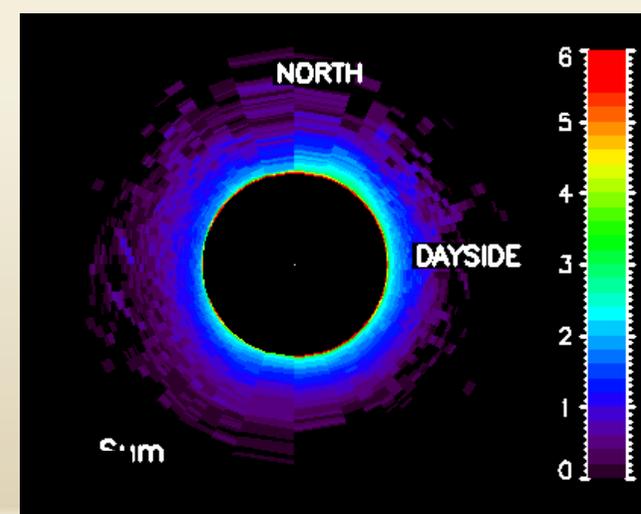
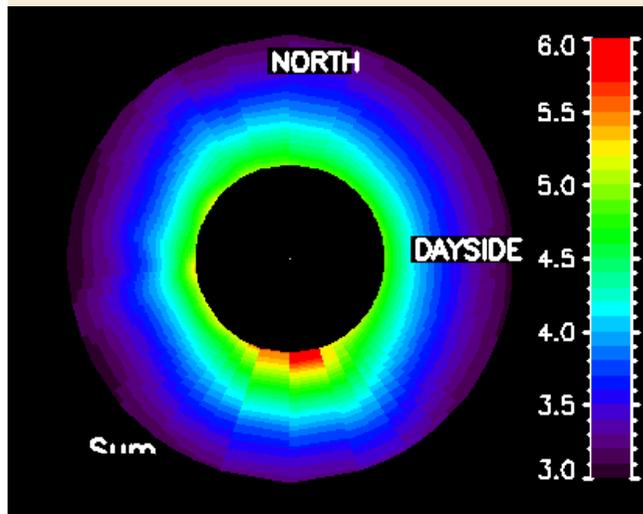


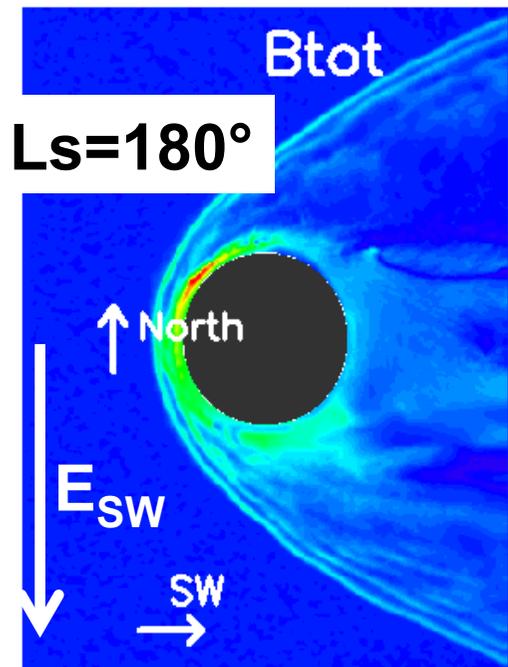
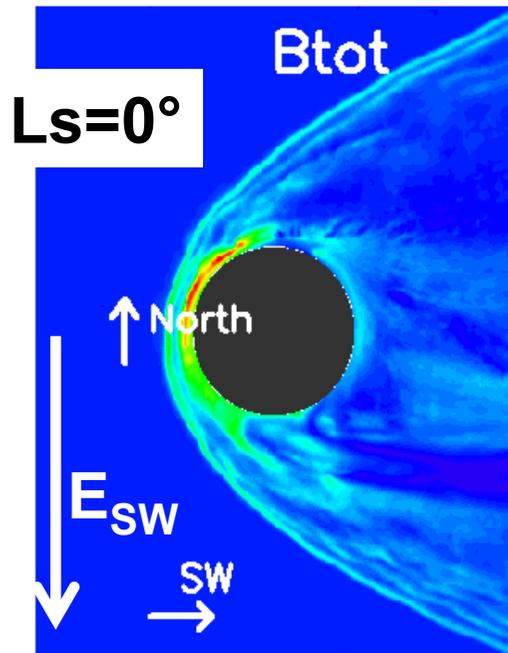
$\text{Log}_{10} \text{CO}_2/\text{cm}^3$



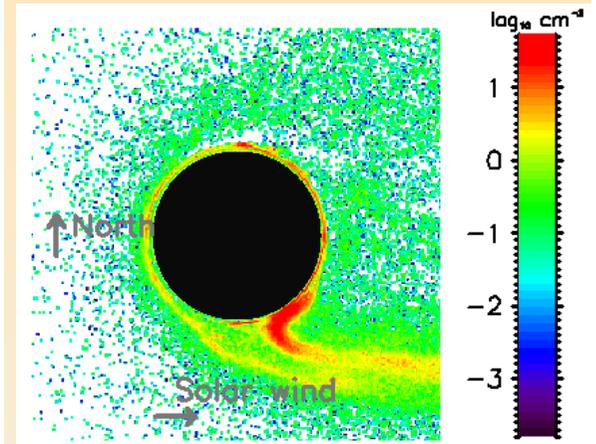
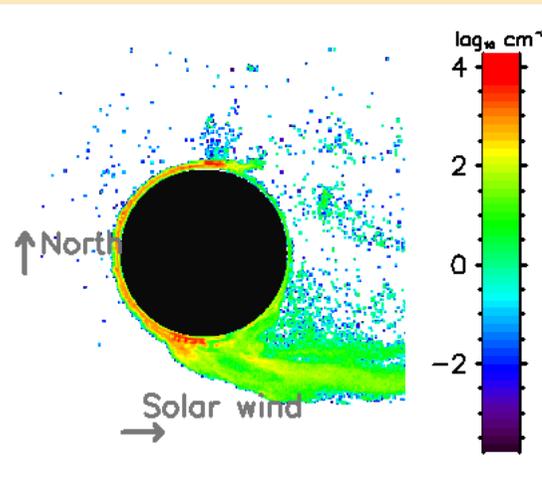
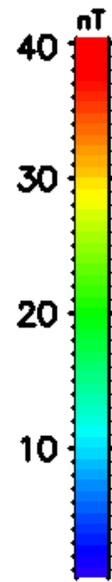
$\text{Log}_{10} \text{O}/\text{cm}^3$

LS=180°, Fin de l' été dans l' hémisphère Nord (1.47 AU)



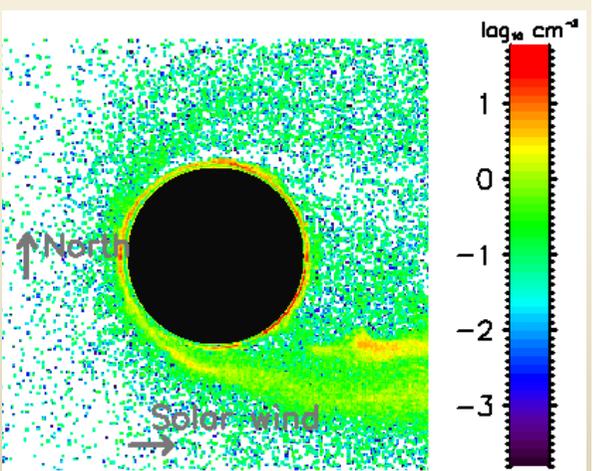
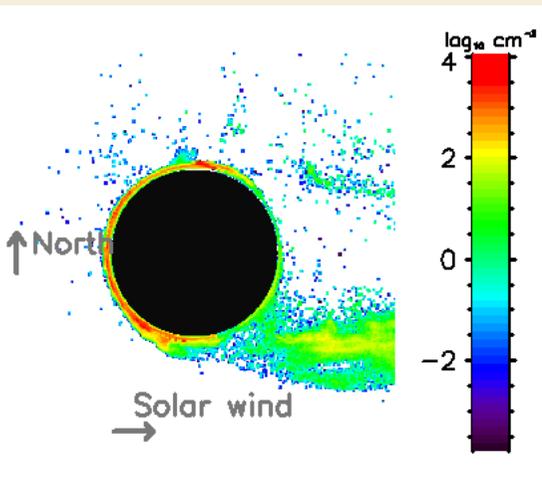
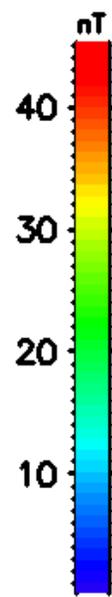


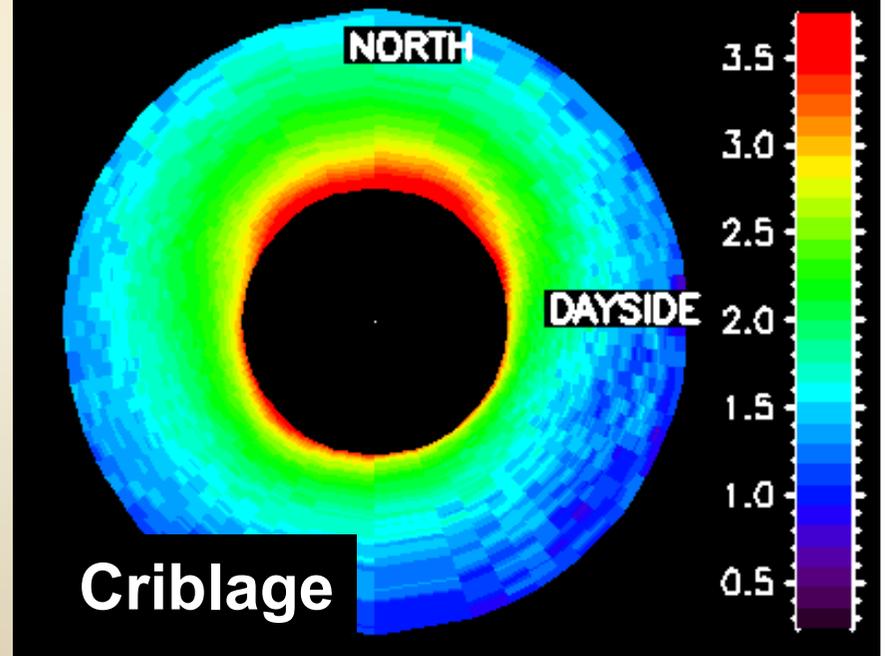
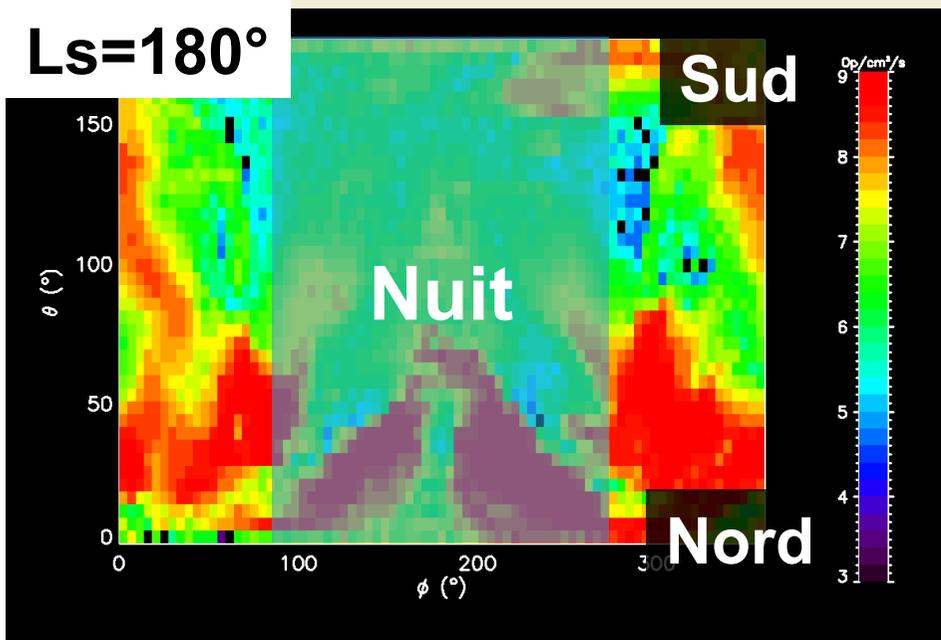
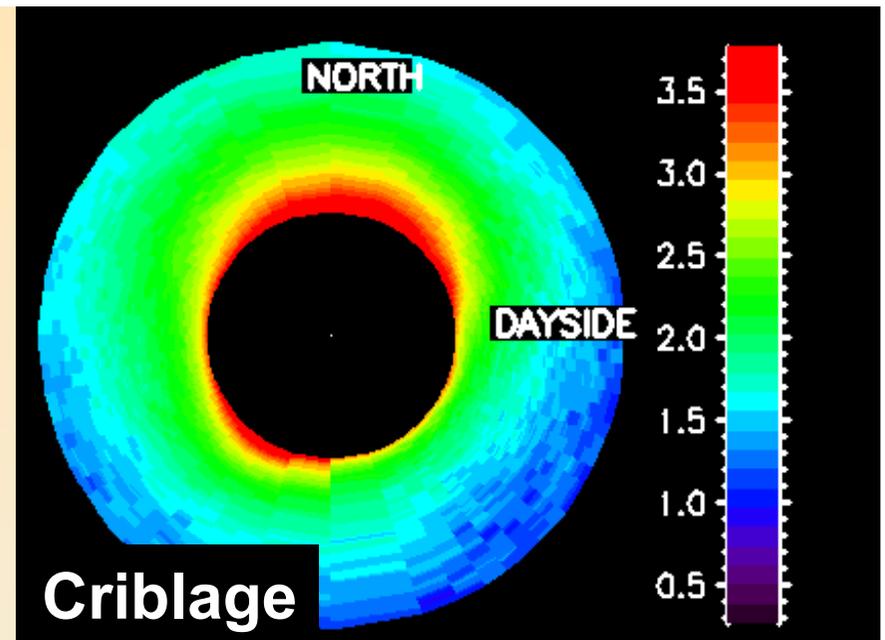
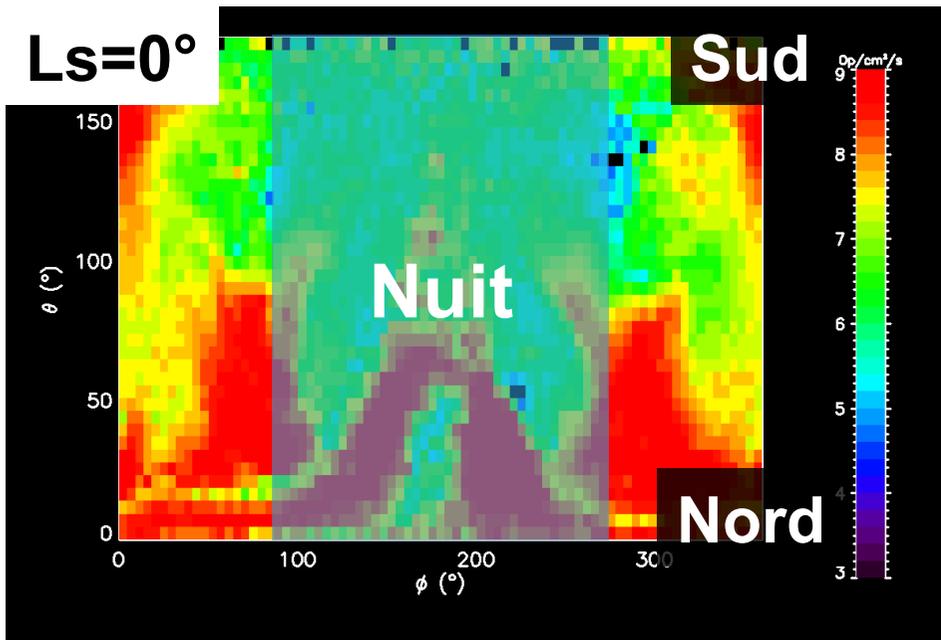
Même conditions de Vent solaire



O⁺
planétaire

H⁺
planétaire





CONCLUSIONS

Nous commençons à mettre en évidence l'influence de l'atmosphère sur la magnétosphère induite.

Par la suite, nous allons étudier:

- d'autres saisons (par exemple hiver au Nord, été au Sud,**
- l'effet du cycle solaire,**

Un des objectifs de ce travail est de chercher et identifier les signatures de cette interaction et du criblage dans les données MAVEN.