

## Ondes de sublimation/condensation sur Terre et sur Mars : observation, modélisation, expérimentation.

S. Carpy<sup>a\*</sup>, M. Bordiec<sup>a</sup>, O. Bourgeois<sup>a</sup>, C. Herny<sup>b</sup>, A. Collet<sup>a</sup>, M. Massé<sup>a</sup>, S. Pochat<sup>a</sup>

- a. Laboratoire de planétologie et géodynamique, \* email : [sabrina.carpy@univ-nantes.fr](mailto:sabrina.carpy@univ-nantes.fr)  
 b. Centre d'étude de la neige

Depuis quelques décennies, l'avènement des missions spatiales à travers le Système Solaire et l'amélioration des méthodes de détection nous permettent de mieux appréhender les formes des reliefs à la surface de corps extraterrestres. Les analogies réalisées à partir de ces observables autorisent l'extrapolation de nos connaissances à d'autres environnements ou à l'inverse, une meilleure compréhension des formes que nous connaissons sur Terre. En particulier, celles générées par sublimation/condensation sur les glaces terrestres ont été très peu étudiées car souvent masquée par d'autres phénomènes. Le processus de condensation/sublimation est en revanche dominant sur de nombreux corps du système solaire sur lesquels il y a une large occurrence des substrats volatils (glace de  $N_2$ ,  $CH_4$ ,  $CO_2$ ,  $H_2O$ ,  $NH_3$ ) comme par exemple sur Mars. L'interaction du substrat glacé avec des atmosphères, même ténues, peut se traduire par des processus de façonnage à différentes échelles : ondes de sublimation [1,2], mégadunes de glace [3,4], grandes ondes de glace [5]. Notre étude théorique [2] montre que des motifs périodiques peuvent être générés par transfert de masse (ablation/accumulation) induit par changement de phase et ce à différentes longueurs d'ondes (voir fig 1), dépendant (i) des conditions environnementales (vitesse du vent, viscosité du fluide) (ii) du sens du transfert (sublimation ou condensation) et (iii) de la hauteur de l'écoulement devant la longueur d'onde (infini ou fini). Grâce aux lois d'échelles que nous proposons, validées par des observations et des expériences dans le cas des ondes de sublimation, nous montrons que ces ondes peuvent donc être utilisées comme des marqueurs géomorphologiques des interactions surface/atmosphère. Des observations pourraient être réinterprétés de ce point de vue (par exemple pour les ondes de condensation) et servir à valider des modèles de circulation des vents dans les régions où elles sont observées.

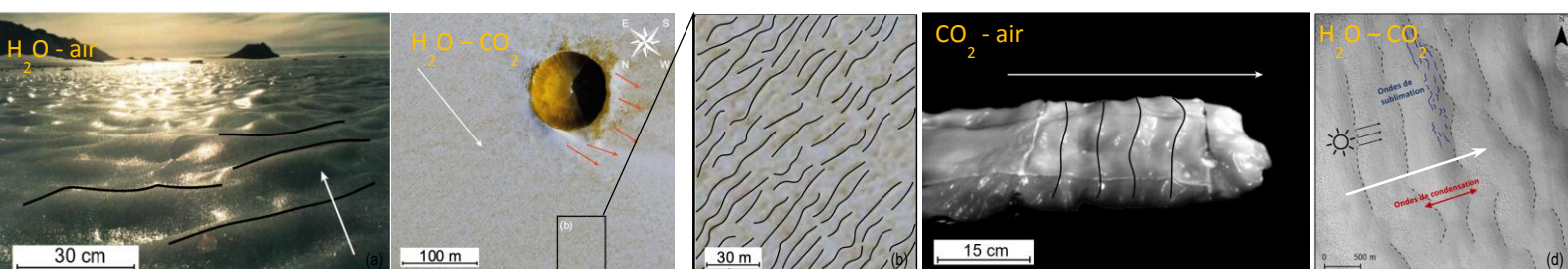
[1] R. Bintanja, *Reviews of Geophysics*, 37(3) :337–359 (1999).

[2] M. Bordiec et al., *Earth & Sci. Reviews. Sci.*, 103350 (2020).

[3] Frezotti et al, *JGR Atmospheres*, 107(18) :1–12 (2002).

[4] Herny C. et al., *EPSL*, 4013, 56-66, (2014).

[5] Smith I. et al (2010) *Nature*, 465(7297).



**Figure 1** : Observation des ondes de sublimation et de condensation. Les flèches indiquent la direction principale du vent, les ondes sont transverses à celle-ci. Ondes de sublimation par diffusion (a) de la glace d'eau dans l'air, Antarctique [1], (b) de la glace d'eau dans l'atmosphère de  $CO_2$ , calotte polaire nord de Mars [2], (c) de la glace de  $CO_2$  dans l'air [2]. Observation des différences d'échelles entre (d) ondes de sublimation et des ondes de condensation sur un glacier d' $H_2O$  martien (Collet et al, en préparation).