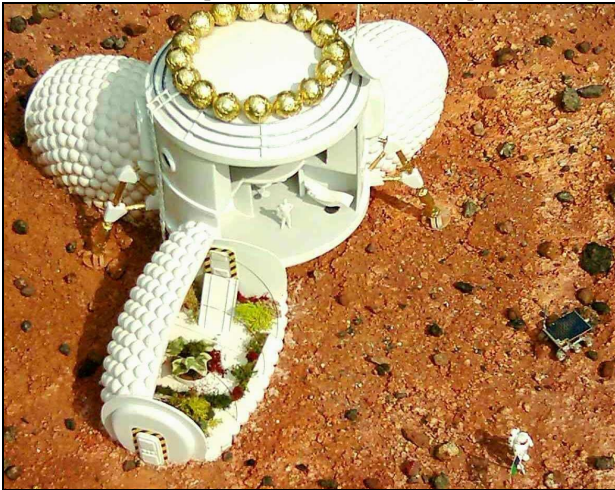


## HABITAT ET SCAPHANDRES : QUELLES PRESSIONS ?

Dans l'habitacle de la navette la pression est à 1 bar, identique à la pression atmosphérique (100 000 Pascal en unités légales, 1 kilogramme force par  $\text{cm}^2$  en unités anciennes). La composition est aussi identique à celle de l'atmosphère terrestre : 0,79 bar d'azote et 0,21 bar d'oxygène. C'est bien sûr l'oxygène qui est nécessaire à notre confort respiratoire. Lorsque les astronautes de la navette se préparent à exécuter une sortie dans l'espace, ils passent 4 heures dans le sas à respirer de l'oxygène pur. Une autre procédure, utilisée ces dernières années, consiste à respirer de l'oxygène pur pendant une heure puis, juste avant la fin de cette période, à dépressuriser l'ensemble de l'habitacle à 0,7 bar en gardant toujours 0,2 bar d'oxygène. Ces caractéristiques sont maintenues pendant 12 heures, à la fin desquelles les astronautes qui sortent respirent à nouveau de l'oxygène pur pendant 40 minutes. Ainsi une sortie rapide n'est pas possible. Pourquoi ? Parce que les pressions sont différentes dans la navette et dans le scaphandre (une fois dans l'espace).



*Sur Mars, on voudra sortir de l'habitat sans longues périodes de décompression. Il faut choisir en conséquence la pression et la composition de l'atmosphère interne. (doc. A. Souchier)*



*La même question se pose pour un véhicule pressurisé. Les explorateurs ne devront pas perdre de temps dans des opérations fastidieuses de décompression. (doc. NASA)*

Les scaphandres doivent être pressurisés le moins possible pour faciliter les mouvements, la pression interne les rigidifiant quels que soient les dispositifs de compensation de pression installés au niveau des articulations. Celui de la navette est ainsi à 0,3 bar. Et il n'est pas possible de passer brutalement de

1 bar à 0,3 sans risquer un accident de décompression comme un plongeur qui remonterait trop vite.

Le phénomène redouté est le dégazage de l'azote dans le sang et les tissus du corps. Les bulles dans le sang, si elles ne sont pas microscopiques, conduisent à des accidents par manque d'irrigation, en particulier de zones du cerveau, entraînant des paralysies locales ou même la mort. Tout le monde sait ce qui se passe lorsque l'on ouvre une boisson gazeuse sous pression interne. Le gaz (en l'occurrence du gaz carbonique) qui jusque là était dissous dans le liquide, passe à l'état gazeux d'une manière quelque fois si brutale que le mélange liquide gaz vient arroser le candidat buveur. Quand un liquide et un gaz sont en contact, du gaz se dissout dans le liquide jusqu'à un certain équilibre entre la pression de gaz et la concentration du gaz (masse de gaz divisée par le volume) dans le liquide. Il y a proportionnalité entre les deux. Si la pression au-dessus du liquide est multipliée par 2, la concentration dans le liquide est multipliée par 2 aussi. En partant de l'état d'équilibre, si l'on baisse la pression instantanément mais d'une petite quantité, il n'y aura pas de dégazage de bulles. Mais si on baisse la pression d'une grande quantité, il va y avoir des bulles. On a ainsi le droit d'avoir une concentration dans le liquide plus élevée que ce que permet la pression externe, mais il ne faut pas exagérer. La limite à partir de laquelle des bulles vont se dégager définit un coefficient de sursaturation critique. Ce coefficient de sursaturation critique est le rapport entre la pression de gaz qui correspondait à l'équilibre avec la concentration qu'il y a dans le liquide, et la pression de gaz nouvelle, plus basse, à laquelle des bulles vont se dégager :

$C_{sc} = P_{\text{équilibre}} / P$  où bulles apparaissent

Dans le corps humain, pour les tissus les plus critiques, cette valeur est d'environ 1,5. La pression peut passer de 3 à 2 bar sans qu'il y ait apparition de bulles (c'est limite !). Si on passe de 3 à 1 bar, il y a apparition de bulles. Telle est la loi physique quand on ne parle que d'un seul gaz. Quand il y a un mélange de gaz il faut considérer qu'au numérateur on ne prend que la pression partielle du gaz considéré. Dans de l'air à 1 bar qui contient 79 % d'azote, la pression partielle d'azote est de 0,79 bar.

Si on monte brutalement du niveau de la mer au sommet du Mont Blanc (passage de 1 bar à 0,554 bar) le coefficient de sursaturation vaut :  $0,79/0,554 = 1,43$ . On est encore à la limite de l'acceptable. En fait les données disponibles indiquent 5 % de risque d'accident quand on monte brutalement à 6 250 m soit 0,456 bar. Dans ce cas le coefficient vaut 1,73. On vérifie bien qu'il est au-dessus de l'acceptable. Il en irait de même pour l'astronaute navette qui sortirait brutalement dans son scaphandre à 0,3 bar : le coefficient atteint 2,6.

Pour descendre la concentration d'azote dans le sang avant de se trouver exposé à une pression plus faible, il y a deux méthodes : baisser la pression (progressivement ou par paliers) ou bien respirer de l'oxygène pur. Quand on respire de l'oxygène pur, l'azote contenu dans les tissus et dans le sang ne trouve pas de contre-pression d'azote externe : il dégaze, et sans violence puisque le coefficient de saturation vaut  $0,8/1 = 0,8$ . C'est cette procédure que suivent les astronautes navette.

Sur Mars comme sur la Lune, il faudra utiliser des scaphandres aussi peu pressurisés que possible afin de minimiser la fatigue des astronautes. Une pression de 0,21 bar avec une atmosphère d'oxygène pur offre le même confort respiratoire que sur Terre au niveau de la mer puisque sous 1 bar et avec 21 % d'oxygène dans l'air, la pression partielle d'oxygène y