



PLANÈTE MARS



Numéro 47 Bulletin de l'association Planète Mars, 28 rue de la Gaîté 75014-Paris www.planete-mars.com

avril 11

ISSN 1772-0370

SUPRA HISTORIQUE

Nous venons de célébrer le cinquantième anniversaire du vol de Gagarine. Un événement plus qu'historique, car cet accomplissement signe en fait la fin d'une ère de 4 milliards d'années, celle où la vie qui est apparue et s'est développée sur Terre paraissait destinée à s'y trouver cantonnée à jamais.

Mise en perspective excessive ? Pourtant, si nous nous ramenons à l'échelle non plus de notre biosphère, mais de notre espèce, elle prend une consistance lourde de sens. En effet, curieuse coïncidence, c'est au moment où l'Homme commence à s'aventurer dans le cosmos qu'il prend conscience de l'ampleur des impasses de sa situation d'« enfermement planétaire ». Certes, contrairement à certains illuminés, pas question de chercher dans l'expansion spatiale le moyen de résoudre un éventuel problème de surpopulation ! Par contre, ne doutons pas que notre créativité et notre soif d'entreprendre, aiguillonnées par le besoin, conduiront au cours de ce siècle au développement de la sphère des activités spatiales, permettant particulièrement, on peut l'espérer, de résoudre quelques-uns de nos problèmes de pénurie et de contribuer à la maîtrise de notre environnement. Dans ce contexte, Mars prendra sa place de destination privilégiée que lui confèrent son habitabilité et ses ressources.

Même aidé de robots, c'est bien l'Homme qui va agir dans cette nouvelle sphère. C'est bien l'Homme, ses capacités, ses besoins, ses aspirations et son destin à long terme qui sont en question. Ce n'est certes pas ce que ce demi-siècle laisse apparaître : après le fulgurant bond en avant du débarquement lunaire, les vols spatiaux ont stagné. Les grandes puissances spatiales ont bien parlé de la prochaine étape, le vol vers Mars. Mais aucune n'a eu le souffle suffisant pour aller de l'avant. On s'est contenté (au prix de dépenses du même ordre de grandeur) de tourner en rond, encore et encore. On vient même de signer pour 10 ans de prolongation de la Station Spatiale... tout en étant conduit à faire appel à idées pour son utilisation !

Dans ce contexte d'atonie, inquiétant pour les nations dites avancées, il est réconfortant de voir des équipes comme celle de Mars 500 ou des chercheurs comme Amaury Solignac faire progresser nos connaissances sur le facteur central de notre futur spatial : l'Homme. Nous sommes heureux de les accueillir, en hommage à Youri Gagarine.

Richard Heidmann
vice-président, fondateur

Dans ce numéro :

- Mars500 : premiers pas vers la Planète rouge p.1
- La vie de l'association p.6
- Aller sur Mars, revenir sur Terre ! p.6

prochain numéro : juillet 2011...

MARS500 : PREMIERS PAS VERS LA PLANÈTE ROUGE (1^{ère} partie)



Premiers pas d'un homme sur Mars ! Diego Urbina et Alexei Sitev lors de la simulation Mars500. (doc. ESA/IMBP)

14 février 2011 : pour la première fois de son histoire, l'Homme pose le pied sur Mars. Deux hommes en scaphandre foulent le sol sablonneux de la Planète rouge en collectant des échantillons de roche et de gravier ocre.

Cette scène n'est pas tirée du dernier roman de science-fiction ni du dernier film du même genre, elle a bel et bien eu lieu. Certes, le voyage était immobile et les risques maîtrisés puisqu'il s'agissait de la première sortie extra-véhiculaire réalisée dans le cadre de la simulation Mars500. Mais pour plusieurs raisons, ne boudons pas notre envie d'y croire car il s'agit bien d'une étape majeure vers une mission réelle. Avec l'objectif d'envoyer, à moyenne échéance, une mission habitée sur Mars, les facteurs humains conditionnant *de facto* la réussite d'une telle mission, il est primordial de s'y intéresser préalablement. C'est précisément le but du projet Mars500 : étudier un équipage de 6 personnes, sur de nombreux plans, lors d'un voyage vers Mars et retour, dans les conditions les plus proches d'un voyage réel.

Le projet Mars500 : historique, but et organisation

Le projet Mars500 est initialement né d'une idée qu'a eu, au début des années 2000, l'Institut pour les Problèmes Bio-Médicaux (l'IMBP), institut russe créé dans les années soixante afin d'étudier et de préparer l'humain aux contraintes des vols spatiaux.

L'Agence Spatiale Européenne (l'ASE) s'y associe rapidement et il est naturellement convenu que le projet se déroulerait, au moins pour sa phase pratique, dans les locaux de l'IMBP puisque, depuis sa création, l'institut s'est doté d'un simulateur d'isolement, étoffé au cours des années et qui répond parfaitement au cahier des charges.

L'IMBP reste donc le maître d'œuvre du projet, apportant

parallèlement ses compétences médicales tandis que l'ASE apporte ses compétences techniques et ses réseaux scientifiques afin de mener les expériences adéquates.

Pour tester les installations, un isolement de 105 jours est programmé avant de débiter celui équivalent à un voyage aller-retour vers la Planète rouge, soit 520 jours. La composition des équipages reflète le niveau d'engagement des 2 institutions : 4 Russes et 2 Européens pour les 105 jours et alors qu'un Russe sera remplacé par un Chinois pour les 520 jours, l'agence spatiale chinoise ayant manifesté un vif intérêt pour le projet.

L'isolement de 105 jours est programmé début 2009 tandis que, pour laisser le temps à des modifications éventuelles, l'isolement de 520 jours est lancé mi-2010.



A gauche, l'équipage 105 jours : 1^{er} rang (de g. à d.) : Oleg Artemyev, Cyrille Fournier, Alexei Shpakov, Oliver Knickel ; 2nd rang : Alexei Baranov, Sergei Ryazansky (Commandant)". A droite, celui de 520 jours : 1^{er} rang (de g. à d.) : Wang Yue, Alexei Sitev (Commandant), Alexandre Smolevsky, Diego Urbina. 2nd rang : Sukhrob Kamolov, Romain Charles. (doc. ESA/IMBP)

L'entraînement des équipages

Même si un isolement n'est pas à proprement parler une mission spatiale complexe, il nécessite une préparation adaptée, que ce soit à un niveau personnel mais aussi – et peut-être surtout – collectif. Menée à la Cité des Etoiles et à l'IMBP pendant 2 à 3 mois, la préparation qu'ont suivie les équipages-candidats s'articule autour de 3 axes.

Le premier concerne naturellement **l'individu pris isolement**.

Parce qu'une simulation peut être approchée différemment d'une situation réelle, il est tout d'abord nécessaire de transmettre aux différents membres d'équipage le contexte dans lequel ils vont évoluer pendant la simulation et de surligner les défis qui seront à relever, que ce soit sur le plan de l'autonomie, des systèmes supports de vie ou des situations dégradées qui pourraient se présenter. Des cours au sol sur ces sujets, dispensés par des experts russes, amènent petit à petit les candidats à s'imprégner de la situation et de ses enjeux.

Mais c'est sur le plan psychologique que l'entraînement mobilise le plus de moyens. Il est en effet fondamental que chacun se connaisse, comportementalement parlant, au-delà de ce qu'il est commun de maîtriser ou d'utiliser. Quels communicatifs sommes-nous, quels sont nos points forts, nos points faibles en termes relationnels, comment est-il probable que nous réagirions sous stress ? Autant de questions qui méritent ces réflexions en amont pour éviter au mieux les malentendus en isolement et/ou lors de situations dégradées. Là

encore, c'est au travers d'activités menées par des psychologues spécialisés que les membres d'équipage vont appréhender ces aspects et mieux se connaître, à la marge de nos comportements quotidiens.

Avec ces données, il est alors possible de **construire le groupe** en tant qu'unité solide. Cela constitue ici une étape cruciale qui conditionne nécessairement la réussite de la mission. Alors que la sélection des candidats a été réalisée en considérant uniquement l'individu, il s'agit à présent de faire en sorte que ces 6 individus choisis s'entendent au point presque de se souder et de constituer un groupe dont les performances soient supérieures à la somme des performances individuelles de ses membres. Et plus une telle synergie est favorisée et meilleures sont les chances de réussites.

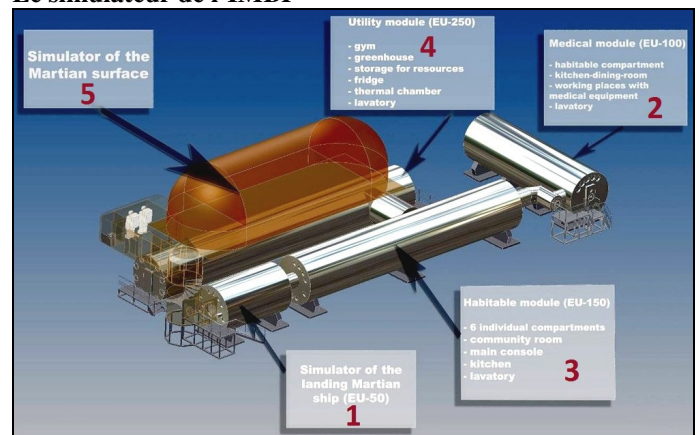
Or un Russe ne réagit pas de la même façon qu'un Français ou un Chinois à une même situation voire à un même ton de conversation. Pour que chacun connaisse donc ses 5 autres partenaires, leurs propriétés relationnelles, les modes de communication à favoriser ou à proscrire ainsi que les attentes ou réticences de ses collègues, les psychologues prennent en compte les profils psychologiques ainsi que les caractéristiques sociales individuelles. Le but consiste à dresser un bilan des compétences relationnelles entre les 6 membres et dans des situations variées (ambiance détendue, relation de travail, stress important, etc.). Les résultats sont ensuite clairement explicités à l'ensemble de l'équipage.

Encore une fois, cette étape est décisive et les deux organisations en charge du projet ont apporté un soin minutieux à ce qu'elle soit convenablement réalisée et à ce que l'accent soit clairement mis sur ses résultats.

Enfin le dernier axe de l'entraînement consiste en **l'apprentissage des différentes expériences** que l'équipage devra réaliser en autonome au cours de l'isolement. Cette phase n'est possible que par l'implication des différentes équipes scientifiques engagées. Toutes sont invitées à venir à l'IMBP exposer les objectifs, les moyens et les méthodes de leurs expérimentations afin que l'équipage les possède pleinement. Les résultats obtenus dépendent bien évidemment de la qualité de la transmission de ce savoir-faire, d'où le temps important dévolu à ces apprentissages.

Après une distribution opportune entre les membres d'équipage de tous les travaux à mener, chaque expérience devient donc la responsabilité d'un binôme, voire d'un trinôme. Par cette interdépendance, cette dernière phase de l'entraînement participe donc également et intrinsèquement à la cohésion de l'équipage.

Le simulateur de l'IMBP



(doc. ESA)

Toutes les conditions qui sous-tendent les isolements sont issues des contraintes réelles – ou supposées – d'un voyage programmé dans 20 ans. Parfois, des conditions plus strictes que la réalité sont imposées afin de renforcer la perception d'isolement. C'est le cas par exemple pour certaines restrictions concernant les communications ou la nourriture.

Cependant, deux éléments propres à un voyage réel ont été ignorés. Il s'agit naturellement des radiations cosmiques et de l'impesanteur (ou microgravité), une condition qui favoriserait néanmoins la cohabitation en milieu confiné.

Le simulateur, que l'IMBP développait depuis des années, est naturellement destiné à accueillir les isolements. Depuis sa création dans les années 60, il s'est agrandi et étoffé, au gré des besoins et des technologies disponibles. Pour Mars500, ce simulateur se compose de 3 modules cylindriques, reliées par des sas. Le volume global est d'environ 500 m³, ce qui correspond à une surface au sol d'environ 200 m².

L'ensemble des paramètres vitaux peut être contrôlé depuis l'intérieur du simulateur, pressurisé et autonome. Les fluides (air, eau, électricité) ne sont pas limités lors des 105 jours mais les mesures des quantités utilisées servent à calibrer les quantités disponibles – mais cette fois limitées – lors des 520 jours. Par ailleurs, le mélange gazeux qui est envoyé est un mélange d'azote et d'oxygène dans les proportions similaires à l'air mais issu de bouteilles de gaz dédiées.

Comme pour tout simulateur, ces paramètres sont suivis depuis le **centre de contrôle externe** (appelé aussi "la Terre"), dans lequel se trouve, 24 heures sur 24, une équipe composée de techniciens, de psychologues et de médecins. En supplément, un système de caméras (n'incluant pas le son) permet au centre de contrôle de surveiller n'importe quelle partie du simulateur, hormis les chambres, le sauna et les toilettes. Les vidéos sont enregistrées et stockées pour la durée de la simulation. Enfin, un système d'analyse du gaz en aval des modules permet à "la Terre" de connaître, module par module, les concentrations volumiques d'une quinzaine de micro-polluants et d'une dizaine de micro-organismes.

Le centre de contrôle peut également provoquer des situations dégradées, y compris des pannes de systèmes, partielles ou complètes.

Sur un plan structurel, la partie principale du simulateur est le **module de stockage** (*zone 4 sur le schéma*), d'environ 90 m². Il dispose d'un important volume destiné à entreposer les matériels scientifiques, les affaires personnelles ou d'entretien courant, les pièces de rechange, etc... Cette partie est donc moins un espace de vie qu'une zone de service. Mais on y trouve également une serre d'environ 2 m², la salle des activités physiques et le sauna (qui est remplacé par une douche pour l'isolement de 520 jours). Cependant, son utilisation n'est possible qu'une seule fois hebdomadairement.

Le deuxième module en terme de surface est le **module de vie** (*zone 3*), puisqu'il s'étend sur 50 m² environ. Il inclut les 6 chambres des membres d'équipage, la cuisine, la salle de repos ainsi que la salle de contrôle. De cette salle peuvent être pilotés tous les paramètres du module (teneur en O₂, CO₂ et CO, températures, taux d'humidité, etc...). C'est également ici que tous les messages entre le centre de contrôle et le vaisseau sont reçus et envoyés.

Le troisième module est le **module médical** (*zone 2*). D'une surface de 35 m², il contient non seulement tout le matériel nécessaire en cas de problème de santé mais aussi les équipements pour toutes les expériences à caractère médical.

Enfin, un module supplémentaire, appelé **l'atterrisseur** (*zone 1*), est mis à disposition de l'équipage quelque temps après le début de la mission. C'est à bord de ces 50 m³ (soit 20 m²) disposant seulement de 3 lits et d'un poste de contrôle que 3 membres d'équipage vont simuler, lors de l'isolement des 520 jours, l'atterrissage sur Mars. Cet atterrisseur devient alors leur lieu de vie et de travail pendant 30 jours, durée de leur séjour martien. Au cours de cette période, ils effectueront des sorties extra-véhiculaires sur une zone recréant les conditions du sol martien (*zone 5*). Au terme de leur mission, ils rejoindront le vaisseau-mère, resté en orbite autour de Mars et à bord duquel seront restés les 3 autres membres d'équipage, puis entameront, ensemble, le retour vers la Terre.

Aucune ouverture vers l'extérieur n'est présente, ce qui interdit à l'équipage de suivre visuellement la course du soleil. En revanche, des montres et horloges sont disponibles dans quasiment toutes les salles et sur les ordinateurs.

Associé au temps et à sa mesure, il est nécessaire d'évoquer à présent le **rythme de vie**.

En effet, sur Terre, si l'homme vit sur un rythme de 24 heures, c'est parce que, comme tout animal vivant à la surface de notre planète, il s'est adapté au rythme solaire et nous avons ainsi calqué notre activité sur la périodicité de notre étoile. Si nous nous en déconnectons, comme c'est le cas lors de nos isolements, il est alors très aisé de basculer sur un rythme plus physiologique qu'environnemental. L'avantage serait clairement de bénéficier de périodes de veille pendant lesquelles nous serions très performants et, parallèlement, de tirer un maximum de profit des périodes de sommeil, puisque demandées par l'organisme.

En revanche, on ne peut exclure que les rythmes naturels des 6 membres d'équipage soient différents. Dans ce cas, la synergie collective se dégraderait de manière significative. Compte tenu de cet inconvénient jugé rédhibitoire, il a été décidé que l'équipage vivrait sur un rythme de 24 heures. Pour assurer le recalage des cycles, un réveil est systématiquement programmé, à 8h du matin, tous les jours.

Autant que possible, une journée-type prévoit 8 heures de travail, 8 heures de loisirs et 8 heures de repos.

L'élaboration des plannings est une tâche dévolue au centre de contrôle.

Parallèlement à ces activités journalières et pour une période de 24 heures débutant à 8h du matin chaque jour, un membre d'équipage est **de garde**. Il doit assurer la surveillance du module, la préparation des repas, les tâches de maintenance quotidiennes et déclencher, à la fin de sa garde, le réveil pour les 5 autres membres d'équipage. Également, à l'issue de sa garde, chaque personne doit rédiger un rapport qui mentionne tous les événements qui sont survenus au cours des 24 dernières heures. Ce rapport est envoyé au centre de contrôle.

Une rotation est établie entre les membres d'équipage pour la réalisation de ces gardes, de telle sorte qu'une même personne effectue une garde tous les 6 jours.

Concernant les **communications** entre le centre de contrôle et l'équipage, celles-ci sont bien sûr soumises à des contraintes inhérentes à la mission simulée. Si les communications sont quasiment libres au tout début des isolements, que ce soit par messages électroniques mais aussi par téléphone, des restrictions en limitent rapidement l'usage du fait de l'éloignement simulé entre la Terre et le vaisseau : même si tout type de message peut encore être envoyé (message écrit, audio ou vidéo), le téléphone devient inutilisable, des fenêtres d'envoi

des messages sont instaurées (elles correspondent à 1h de temps toutes les 6h) et un délai, proportionnel à la distance supposée Terre-vaisseau, sépare l'émission d'un message de sa réception par le destinataire. Ce délai peut atteindre 20 minutes lorsque le vaisseau gravite autour de la Planète rouge.

Enfin, toujours en ce qui concerne les communications, les deux langues "officielles" sont le russe et l'anglais, que ce soit entre le centre de contrôle et l'équipage mais aussi au sein de l'équipage.

Dans la pratique, même si le russe domine dans les échanges entre le centre de contrôle et l'équipage, les communications à l'intérieur du vaisseau se déroulent comme les individus l'entendent, bien souvent au-delà de ces deux seules langues, et sont d'ailleurs la source d'échanges plus larges que le seul cadre de l'isolement.

Le programme scientifique

Au-delà du cadre physique et organisationnel, le programme scientifique conditionne aussi fortement la vie à bord.

Sans vouloir effectuer ici un catalogue de la centaine d'expériences proposée par l'IMBP, l'ASE ou d'autres équipes externes, mentionnons que les scientifiques concentrent beaucoup de leurs efforts sur la compréhension de l'homme en tant qu'individu considéré isolément mais aussi sur l'analyse sociologique de l'équipage en tant que structure mouvante.

Sur un plan pratique, les isolements ont été divisés en plusieurs périodes, pertinentes pour la conduite du programme scientifique. Pour les 105 jours par exemple, l'isolement a été divisé en 3 périodes de 35 jours chacune. Chaque expérience est programmée un nombre précis de fois au cours de chaque période car, si certaines expériences sont menées plusieurs fois par jour, d'autres ne sont conduites que très rarement. Parallèlement, c'est au terme de chaque période que l'équipage subit des contrôles médicaux poussés et effectue une analyse approfondie de l'environnement.



Une journée parmi 519 autres : activités dans le module médical, dont des prises de sang. (doc. ESA/IMBP)

La principale exploration concerne donc **la sphère psychologique, physiologique et psychophysologique**. Comment est-ce que l'homme s'adapte à cet environnement confiné qui devient son lieu de vie pour une longue période, comment s'accommode-t-il des contraintes, comment vit-il cet isolement ? La connaissance de la perception psychologique de l'isolement et de l'éloignement, tout cela dans un milieu confiné, est primordiale pour les scientifiques car une adaptation au milieu constitue sans doute la base du succès d'une mission réelle. Même si des simulations ou des entraînements permettent d'apprivoiser un contexte, sans

compatibilité préalable des futurs astronautes à un isolement de longue durée, minces seront les chances de réussite.

En complément, indépendamment de la perception psychologique de l'isolement, il est nécessaire de mesurer et d'étudier également la réponse physiologique au stress généré par cet isolement. Les deux perceptions – psychologiques et physiologiques – sont-elles en phase ? Y a-t-il une relation de l'une à l'autre ?

Enfin, le deuxième plan d'étude consiste à savoir comment élaborer, en fonction des profils, un support psychologique adapté, ceci afin de réduire le stress engendré par la situation. Là encore, cette fonction aura un caractère primordial dans la réussite finale d'une mission vers Mars et devra vraisemblablement être réfléchie très en amont afin de disposer d'un matériel psychologique, au niveau du centre de contrôle mais aussi à bord, logiquement adapté à l'équipage.

Pour atteindre ces objectifs, les équipages répondent à de nombreux tests au cours des isolements, sur des supports différents – papier ou informatique – à la fois sur des sujets personnels, comportementaux ou sociologiques. En complément, plusieurs dispositifs permettent aux psychologues d'avoir accès à d'autres données, comme par exemple le positionnement physique de chaque membre d'équipage par rapport aux 5 autres. Enfin, des expériences plus lourdes à mettre en œuvre, nécessitant la pose de nombreux capteurs, sont menées afin de connaître l'évolution des performances en fonction de l'état de stress, mesurées lors de réalisations de tâches plus ou moins complexes.

Les résultats seront mis en relation avec une série de tests physiologiques et clinico-physiologiques destinés à mesurer la réponse du corps aux phénomènes de stress, d'isolement et de confinement.



Mise en place d'électrodes pour des besoins expérimentaux, avec Sergèï Ryazansky et Oliver Knickel. (doc. ESA/IMBP)

Puis vient la sphère des expériences relatives à la **performance physique** et aux moyens prophylactiques.

Même si l'expérimentation est conduite sous gravité, la surface relativement réduite dont disposent les équipages et le peu d'activité physique pourraient conduire à une diminution des masses musculaire et osseuse et donc à une dégénérescence des capacités physiques. Ce phénomène, bien connu, se produit naturellement plus rapidement en conditions de microgravité quoique, dans ce dernier cas, certains ensembles musculaires soient plus affectés que d'autres. Il est néanmoins connu qu'une activité physique adéquate peut retarder, voire compenser partiellement, les effets de l'absence de gravité. Le sujet de notre expérience n'est pas ici de repenser complètement ce qui a déjà été découvert empiriquement ailleurs et dans un milieu

plus favorable. Mais dans un environnement limité en espace, il était tout de même intéressant de bénéficier de ces conditions pour essayer de confirmer certaines hypothèses.

Ainsi donc, les équipages s'astreignent à une activité physique quotidienne, constituée à la fois d'exercices « cardio » et d'exercices de résistance. L'activité « cardio » consiste en une séance de vélo, d'une durée maximale de 30 minutes.



Oliver Knickel se prépare à une séance d'efforts physiques avec enregistrement de paramètres. (doc. ESA/IMBP)

Après 35 jours sur un même atelier, des tests physiques sont conduits pour estimer la meilleure efficacité de ces moyens prophylactiques.

En troisième lieu, de nombreux **tests médicaux et immunologiques** sont menés, afin de savoir quelles sont les conséquences de l'isolement sur l'organisme et comment se comportent les différentes fonctions du corps humain.

Cela consiste la plupart du temps en des prélèvements de fluides : urine, salive, sang, sueur et air expiré. Mais certaines expériences nécessitent la mise en place de dispositifs plus complexes, afin par exemple d'analyser *in situ* l'air expiré en relation avec l'activité physique, d'enregistrer les rythmes cardiaques en conditions variables ou encore de mener des échographies de différents organes. Cette dernière recherche est particulièrement intéressante puisqu'elle participe au développement de la télémédecine, technologie au futur prometteur.

Un écueil important à éviter, autant que faire se peut, lors de missions spatiales de longue durée est précisément la maladie, l'infection ou la blessure, pouvant conduire à l'incapacité d'un membre d'équipage voire à son décès si la détection n'est pas assez précoce. Un suivi médical est donc assuré sur Terre lors de la réception de données brutes.

Un nombre non négligeable de tests portent également sur **le cerveau et ses performances**. Que ce soit en phases d'éveil ou pendant le sommeil, de nombreux électroencéphalogrammes ont été enregistrés. Le but est de suivre l'évolution de l'activité cérébrale consciente et inconsciente au cours des isolements, et de comprendre des fonctions du cerveau encore mal connues, comme par exemple la mémorisation, l'activation des zones pendant et après les activités physiques ou encore l'élaboration des processus cognitifs. Ces tests sont corrélés à l'activité physique et à son amplitude, mesurées par un actigraphe que

chaque membre d'équipage porte en permanence à son poignet. Sans avoir à proprement parler de lien exclusif avec le domaine spatial, ces analyses participent plus généralement à la connaissance des phénomènes mis en jeu par le cerveau dans des situations particulières ou marginales.

Enfin, le dernier chapitre scientifique concerne les **tests sur l'environnement**. Comme précédemment indiqué, il est nécessaire de s'assurer qu'aucun développement bactérien ou fongique exagéré ne se produit au cours de la mission. Pour cela, des observations et mesures sont régulièrement effectuées, comme par exemple en utilisant un "nez" électronique capable de détecter la présence d'une dizaine de composants attestant la présence de micro-organismes. Un autre exemple consiste à porter un capteur de lumière autour du cou pour enregistrer le spectre lumineux reçu par chaque membre d'équipage car une expérience évalue l'influence de la lumière bleue sur le moral et l'humeur.

Enfin, l'environnement est également testé via les serres puisque y sont cultivées différentes plantes, dont les vitesses de croissance sont mesurées en fonction du substrat sur lequel elles poussent, de la lumière diffusée et de la température.

Il serait incomplet de terminer ici notre chapitre scientifique sans parler de **la nourriture**, aspect plus ou moins important selon la culture mais toujours primordial car appartenant aux besoins primaires de chaque individu.



Prise de repas à bord de Mars500. (doc. ESA/IMBP)

Dans le cadre du projet Mars500, la nourriture fait partie intégrante d'une expérience. Elle est destinée à étudier la variation de l'équilibre salin du corps en fonction de la quantité de sel absorbée journalièrement. Des menus quotidiens ont donc été élaborés selon les recommandations de l'OMS pour la durée totale des isolements. Bien qu'il ait été ardu d'obtenir une longue durée de conservation, la nourriture est ainsi entièrement disponible à bord dès le premier jour. Ensuite, il appartient à chacun de consommer les 5 repas prévus chaque jour (petit déjeuner, snack matinal, déjeuner, snack journée et dîner), entièrement et exclusivement. La nourriture se présente sous forme d'aliments secs (céréales par exemple), pasteurisés (jus de fruits) ou surgelés (menus préparés, pains, soupes, etc.) et est entreposée dans le module de stockage. Sa teneur en sel varie entre 6 et 12 grammes de sels par jour.

En supplément et pour de très petites quantités, les serres fournissent les végétaux idéaux (salade, radis, oignons, poivrons, tomates, voire fraises...) pour une bonne salade environ une fois tous les 15 à 20 jours !

Parallèlement, pour connaître la quantité de sels que rejette l'organisme, chacun collecte chaque jour ses urines sur 24 heures, en mesure le volume et prélève les échantillons

nécessaires à la détermination de la quantité de sels évacuée par les reins. Le même soin est porté à la collecte d'échantillons de sueur émise lors d'exercices physiques.

On le voit, le programme scientifique est dense. Or, pour la communauté scientifique qui a investi beaucoup d'efforts dans ce projet, les attentes en terme de résultats sont importantes tant pour le domaine spatial que pour la compréhension de phénomènes ou de comportements dépassant ce cadre particulier.

Cyrille Fournier
membre de l'équipage 105 jours

Suite et fin de l'article à lire dans notre numéro de juillet :
-la vie au quotidien : journée-type et le dilemme du temps libre
-la fin de la mission ; résultats préliminaires des isolements
-conclusion

LA VIE DE L'ASSOCIATION

Notre **nouveau site Internet** est maintenant opérationnel depuis le début de l'année, malgré quelques défauts de jeunesse qui, par exemple, ont valu à nos membres des relances intempestives d'adhésion. Nous les prions à nouveau de nous en excuser.

Le 13 janvier **Alain Dupas** a donné une conférence « Phobos, porte d'entrée de Mars et du système solaire ? » à la Maison des associations du 14^{ème} arrondissement à Paris. Du 3 au 6 février les deux maquettes de base martienne ont été exposées au **Strate Collège** à Sèvres.



Nos deux maquettes en exposition au Strate Collège, où nous les avons fait réaliser (doc. A. Souchier)

Le 18 février une cinquantaine de personnes de la direction des lanceurs du CNES ont assisté à une présentation d'**Alain Souchier** sur le voyage martien et les simulations sur Terre. Du 7 au 10 février **Richard Heidmann** et **Elisa Cliquet** (à titre professionnel) ont pu participer au congrès sur les technologies spatiales avancées et nucléaires d'Albuquerque.

Le 15 février **Richard Heidmann** a été interviewé par Audrey Pulvar sur I-Télé. Le 23 février **Charles Frankel** est intervenu sur France Inter dans l'émission « le téléphone sonne ».



Après une réunion du Conseil d'Administration le 19 février, nous avons tenu notre Assemblée Générale Ordinaire le 19 mars, à la Maison des associations du 14^{ème}. **Franck Marodon** et **Charles Frankel**, membres sortants du Conseil, ont été

réélus, et nous avons eu le plaisir d'accueillir deux administratrices : **Cécile Lambert** et **Dominique Ledevin**. **Jean-François Pellerin** a ensuite développé le thème des scaphandres planétaires dans une séance ouverte au public.

Le 10 mars à la salle de l'espace du CNES et le 31 mars à la base aérienne 105 d'Évreux, **Alain Souchier** a présenté l'histoire de la propulsion en Europe, en terminant sur la problématique du voyage martien. Le 27 mars **Jean-François Pellerin** a donné une conférence « De Gagarine à l'Homme sur Mars » à la Foire de Lyon. Depuis fin mars deux interviews d'**Alain Souchier** sur l'association, le voyage vers Mars et les simulations sur Terre sont disponibles en podcast sur le site de Ciel et Espace. Début avril nous avons appris que le scénario de mission martienne de **Jean Marc Salotti** (envoi parallèle de deux équipes de deux astronautes) allait faire l'objet d'une publication dans la très célèbre revue *Acta Astronautica*, une reconnaissance méritée après de nombreux mois d'étude (cf. à ce sujet l'article de notre numéro 42). Le 7 avril **Elisa Cliquet** et **Nicolas Bérend** ont présenté leur analyse du moteur VASIMR à l'auditorium Sagem de Paris. Le 12 avril **Richard Heidmann** et **Elisa Cliquet** ont participé à la commémoration du cinquantième anniversaire du premier vol d'un homme dans l'espace au musée de l'Air et de l'Espace du Bourget.



J.F. Pellerin donne sa conférence à l'issue de l'AGO Planète Mars, devant un public attentif (doc. A. Souchier)

Alain Souchier

ALLER SUR MARS, REVENIR SUR TERRE !

On se représente aisément les facteurs de stress psychologique d'une mission spatiale de longue durée : isolement, confinement, danger, monotonie, ... Il est moins courant de s'interroger sur les suites de la mission, une fois les astronautes rentrés sur Terre. Partir dans l'espace est un exploit, en revenir semble un moindre effort. Pourtant, la vie en apesanteur a des effets durables sur la santé des astronautes. Les enjeux psychologiques qu'ils peuvent connaître en-dehors de leur mission sont encore moins connus : vie sentimentale, familiale, professionnelle ou sociale. Quelques années après son retour sur Terre, Buzz Aldrin connut une dépression majeure (Aldrin & Warg, 1973). Comme le souligne Michaël Collins (1974), troisième membre de l'équipage d'Apollo 11, la difficulté du retour vient aussi de la comparaison entre le quotidien et la mission exceptionnelle qui vient d'être accomplie, ou encore de la notoriété qu'apporte un tel exploit.

Sur les quelques centaines de personnes qui se sont arrachées à la gravité terrestre, ils n'ont été que 12 à marcher sur la surface de la Lune, 26 en tout à participer aux missions interplanétaires du programme Apollo, et à en revenir. Dire que les conditions psychologiques au-delà de l'orbite terrestre sont connues serait abusif... ! Cette poignée d'êtres humains est âgée, et certains ont déjà disparu (Smith, 2005). Pour préparer de futures missions plus ambitieuses, il importe donc d'étudier les missions spatiales actuelles, et quelques autres contextes s'en rapprochant. La période du retour doit notamment être explorée.



Défilé triomphal des astronautes d'Apollo 11 : la foule innombrable après la solitude absolue de la Lune...
(doc. NASA)

Comme le souligne un rapport financé par la NASA : « Si des problèmes psychiatriques aigus ou chroniques pendant la mission peuvent remettre en cause son succès, des problèmes mentaux sévères après la mission – s'ils étaient directement attribuables à la participation des astronautes à des missions de longue durée – pourraient remettre en cause le programme dans son entier » (Ball & Evans, 2001).

A ce sujet, le milieu polaire est intéressant. Dans le dernier demi-siècle, les hivernants se sont comptés en dizaine de milliers, un nombre largement supérieur aux quelques centaines de voyageurs spatiaux. Participer à un hivernage polaire implique de vivre et de travailler dans une base scientifique, pendant plus d'une année, à plusieurs dizaines de milliers de kilomètres de son environnement social habituel. Cette expérience exceptionnelle est souvent perçue par le public comme très enrichissante, entre accomplissement de soi, connaissance d'autrui, et découverte d'un territoire intact. Les similitudes existent avec une mission spatiale de longue durée, notamment une mission vers une autre planète et à sa surface. Certains programmes de recherche sont d'ailleurs communs aux contextes spatial et polaire, notamment en médecine et en psychologie (Stuster, 1996). Toutefois, les missions polaires et spatiales se distinguent aussi par plusieurs aspects. La logistique et la maintenance des missions spatiales sont significativement plus complexes que celles des missions polaires ; les échelles de temps et de distance y sont encore plus dantesques ; un équipage interplanétaire est non seulement éloigné de son milieu naturel, mais *de son espèce tout entière* ; le vide spatial et l'atmosphère martienne sont encore plus hostiles que l'air extrêmement froid de certaines stations polaires ; et surtout, le nombre de candidats aux missions spatiales est beaucoup plus important que pour des missions polaires. Paradoxalement, le choix des recruteurs polaires est moins grand, alors que ces missions sont moins élitistes que les missions spatiales.

Le retour de mission polaire a donc fait l'objet d'une enquête récente auprès des hivernants polaires français (Solignac, 2010). En 2007, 150 anciens hivernants ont accepté de participer à un questionnaire rétrospectif sur leur retour de mission. Certains étaient rentrés d'un hivernage l'année précédente, d'autres plus de cinquante ans auparavant. Autres sources plus qualitatives, huit entretiens de recherche de première main et 150 entretiens psychologiques de fin de mission de seconde main ont été analysés, ainsi que des récits publics et privés d'hivernage, le plus souvent fournis par leur auteur. De cette

étude de documents divers, il ressort que la très grande majorité des hivernants ne connaît pas de difficultés majeures à son retour de mission. Pour d'autres, le retour est pénible, et peut s'accompagner d'un profond malaise.



Les deux modules de la station franco-italienne Concordia, en Antarctique.
(doc. Yves Frenot/IPEV)

Dans les premiers temps du retour d'hivernage, il existe pour la plupart des participants un sentiment de décalage normal, temporaire, et spécifique à ce type de mission. L'hivernage se déroule en effet dans un environnement physique inhabituel : climat, faune et flore très présents, absence de bruits, de foule, de vitesse... La transition rapide vers un monde plus bruyant, plus rapide et plus peuplé, est parfois ressentie comme brutale, et peut demander un effort de réadaptation. Il en va de même pour le rapport à l'argent – grand absent de l'hivernage – et pour certaines contraintes de la vie courante en métropole, notamment les situations d'attente (dans les magasins, les embouteillages ou les transports). La durée de cette période de réadaptation à la vie courante est de l'ordre de quelques semaines, temps nécessaire pour « atterrir ». Pour de rares participants, cette période se prolonge au-delà, et certaines situations deviennent réellement dérangeantes, et peuvent être délibérément évitées, par exemple la présence de la foule.

Le décalage ressenti ne se limite souvent pas à l'environnement physique : le mode de fonctionnement de la société peut notamment être remis en cause. La comparaison avec la situation de l'hivernage – si différente par certains aspects – et le recul pris par certains pendant leur séjour, les amènent à reconsidérer leurs valeurs et leurs projets de vie. La futilité, l'agitation et le contrôle sont alors souvent rapportés comme des caractéristiques négatives de la vie moderne, valorisant à la fois l'individu et le grand nombre. Par ailleurs, si la plupart des hivernants interrogés arrivent facilement à « tourner la page » de l'hivernage, quelques-uns connaissent une nostalgie persistante et envahissante, relevée même par leurs proches. Cette nostalgie peut être amplifiée par la difficulté à partager le vécu de l'hivernage avec « ceux qui n'y étaient pas », difficulté souvent mentionnée.

La recherche d'un emploi au retour peut bien entendu être pénible lorsqu'elle se prolonge. Ceux qui reviennent à leur

Ont collaboré à ce numéro : Cyrille Fournier, Dominique Guillaume, Richard Heidmann, Amaury Solignac, Alain Souchier.

Achévé d'imprimer : Graphicoul'Eure 27120-Gadencourt.
Dépôt légal : avril 2011

emploi antérieur ressentent parfois une déception, lorsque l'intérêt ou les responsabilités du poste assumé en hivernage ont ouvert des horizons plus larges. Dans le domaine sentimental et familial, l'éloignement peut être source de tensions, de même que le retour. Dans l'échantillon du questionnaire, une relation sur cinq s'est interrompue entre le départ en mission et l'année qui a suivi le retour. Même si certaines de ces relations n'étaient pas très fortes, le retour semble être un moment délicat pour beaucoup de couples. Le changement de part et d'autre pendant la période de séparation semble responsable de ces difficultés : l'autre n'est plus forcément le même après une année vécue de manière indépendante. Enfin, même si beaucoup évoquent la fierté de leur entourage, les retrouvailles avec les enfants sont également problématiques pour quelques-uns : la reprise de la place au sein de la famille peut demander du temps.

Les organisations impliquées dans ce type de missions peuvent en retirer un *retour d'expérience*, essentiel pour améliorer le vécu humain des missions. Cette recherche trouve d'ailleurs des applications dans de nombreuses situations analogues : missions polaires et spatiales bien entendu, mais aussi missions humanitaires, militaires (notamment sous-marines) ou encore plates-formes pétrolières. C'est également le sens d'une recherche menée auprès des participants de la simulation Mars500 qui se déroule actuellement à Moscou, à travers des entretiens de recherche avec chaque participant, avant et après sa mission.

Amaury Solignac

Références

- Aldrin, E. E., & Warga, W. (1973). *Return to earth*. Random House.
- Ball, J., & Evans, C. H. (Éd.). (2001). *Safe passage*. National Academies Press.
- Collins, M. (1974). *Carrying the Fire: An Astronaut's Journeys*. Ballantine Books.
- Smith, A. (2005). *Moondust: In Search of the Men Who Fell to Earth*. Fourth Estate.
- Solignac, A. (2010). *Enjeux psychologiques du retour de missions isolées : le cas des hivernants polaires français*. Thèse de Doctorat, Université de Reims Champagne-Ardenne.
- Stuster, J. (1996). *Bold Endeavors : Lessons from Polar and Space Exploration*. US Naval Institute Press.

Amaury Solignac est psychologue. Il travaille régulièrement pour le service médical des TAAF/IPEV (Terres Australes et Antarctiques Françaises / Institut Paul-Emile Victor), service où il rencontre les candidats aux hivernages polaires pour évaluer leur aptitude psychologique à hiverner pendant plus d'une année. Il a également participé à la sélection psychologique des nouveaux astronautes européens en 2008. En 2003, il avait rejoint l'équipe de la station MDRS de la Mars Society pour une simulation de quinze jours dans le désert de l'Utah, grâce au soutien financier de l'association Planète Mars. Sa recherche sur le retour des hivernants polaires peut être consultée à l'adresse <http://asolignac.free.fr>

*On fit comme toujours un voyage au loin
de ce qui n'était qu'un voyage au fond de soi*

Victor Segalen, Equipée



Photo de Laura Genoni (à l'horizon, la station Concordia).