

## Entretien



**Le Dr. C. Michael Foale est le cinquième astronaute de la Nasa à avoir séjourné dans la station Mir. Il est entré à la Nasa en 1983 et, quatre ans plus tard, il est devenu astronaute. Avant de rejoindre Mir, il a participé à trois missions dans l'espace à bord de la navette. Il est actuellement**

**directeur technique au Johnson Space Center de la Nasa et doit participer à la troisième mission d'entretien du télescope Hubble. Marsha Freeman, du magazine *21st Century Science & Technology*, a rencontré le Dr Foale le 13 mai 1998 ; celui-ci a décrit les expériences réalisées avec la serre Svet et lui a également fait part de ses projets.**

**L'un des aspects importants du programme spatial, et souvent passé sous silence dans la presse, concerne les expériences scientifiques menées à bord de Mir. Tout en ayant vécu beaucoup d'événements inattendus, cette mission a également permis d'accomplir des travaux techniques et scientifiques d'une grande portée. Je m'intéresse particulièrement à ce que vous avez réalisé avec les serres. J'ai vu les expériences en milieu contrôlé réalisés au Kennedy Space Center, mais travailler dans des conditions de microgravité doit être bien différent. Pourriez-vous nous décrire vos expériences avec les serres Svet et ce que vous avez pu réaliser ?**

**Foale :** Pour résumer les choses simplement, l'expérience avec les serres était un projet commun entre Russes et Américains et elle a été élaborée à partir de nombreux travaux antérieurs qui ont duré plusieurs années. Elle s'est déroulée dans une installation à bord de Mir, disposée à l'intérieur du module Kristall depuis que celui-ci a été envoyé.

Cette expérience est connue sous le nom de module *Svet oranzhereza*, ce qui signifie en russe « serre lumineuse ». Cette serre, construite à l'origine en Bulgarie, n'est rien d'autre

qu'une boîte contenant une rangée de lumières fluorescentes qui irradient sur les meilleures longueurs d'onde pour les plantes, et dotée d'un réseau de tubes apportant l'eau en quantité mesurée dans ce que l'on appelle les « modules racines ». C'est dans ceux-ci que se trouvent les plantes que l'on essaye de faire pousser. Au départ, ce n'était qu'un dispositif destiné à étudier la croissance de différents types de plantes à partir du semis.

Shannon Lucid a accompli un travail considérable, poursuivi ensuite par John Blaha qui a récolté du blé. Ils sont parvenus à produire une végétation luxuriante lors de leur expérience mais sans produire de graines viables. Je pense qu'ils ont effectué une pollinisation, obtenant ainsi une certaine floraison et pollinisation. Toutefois, les graines étaient stériles.

En ce qui concerne l'expérience que je devais réaliser, l'objectif des chercheurs de l'université de Louisiane, de l'Institut pour les problèmes biomédicaux de Moscou et de l'université d'Utah, était de faire pousser de la *Brassica rapa*, qui est, autant que je sache, une sorte de brocoli ; et cela du début de la semence jusqu'à la flo-

raison, puis à la pollinisation et enfin à la récolte des graines pour ensuite les replanter.

Le cycle complet devait durer environ un mois. C'est pourquoi l'on espérait, durant mon séjour sur Mir prévu pour durer quatre mois et demi, que je puisse reproduire trois fois ce cycle, obtenant ainsi deux générations de graines dans l'espace à partir desquelles, à leur tour, on produirait des plantes dans l'espace. Le but n'était pas seulement la germination mais la pollinisation puis la production de graines.

Pour l'essentiel, nous avons réussi. Nous avons réalisé cette expérience à partir de modules racines. Un module nous permettait d'avoir quatre rangées de plants arrosés par paire, chaque rangée ayant treize plants, nous pouvions obtenir cinquante-deux plants en un coup, ce qui était le but de l'opération.

Le module racines est une boîte qui contient de la zéolite en poudre constituée de petits et de gros granules. C'est important de ne pas avoir une poudre uniforme car on s'est rendu compte, lors des expériences spatiales, qu'il ne fallait pas laisser les racines inondées dans l'eau ni les lais-

ser trop sèches. Lorsque vous arrosez, il faut que l'eau fasse des flaques sans pour autant immerger totalement la zéolite.

Il n'y a pas de gravité permettant de séparer l'eau des racines. Lorsque l'on arrose sur Terre, l'eau se condense vers le bas. Les racines peuvent ainsi trouver des endroits où il y a de l'air, d'autres où il y a de l'eau, et choisir leur milieu.

Dans l'espace, durant des années, le module Svet a connu peu de succès car le matériau constituant le sol n'était pas approprié. Il s'agissait toujours d'une poudre fine de la même dimension, 70 microns. Soit les racines étaient inondées soit elles étaient sèches, avec dans les deux cas un même résultat : aucune plante ne survivait. Le problème a été en partie résolu grâce à l'université d'Utah, qui a conçu un système d'arrosage des racines plus adéquat.

Au-dessus du matériau composant le sol, on a placé des mèches qui s'étendent jusque dans la zéolite. Après avoir placé dans la serre ce module racines, qui mesurait environ 50 cm sur 50 cm, je connectais les tubes d'eau et les senseurs électriques. Je relevais la température à plusieurs niveaux du sol ainsi que celle de l'eau. L'objectif de ce travail était de mesurer le taux d'humidité, c'est-à-dire le niveau d'eau retenu à différents endroits du module racines, près des plantes. De cette manière, la machine pouvait contrôler par elle-même le taux d'humidité.

J'ai mis en place l'équipement le premier jour de l'expérience, ce qui m'a demandé pas mal de temps car j'ai eu des difficultés à retrouver toutes les pièces laissées lors de la mission précédente. J'ai monté l'appareil de contrôle électronique de la température du sol et mis de longues bandes adhésives en cellophane sur les graines. J'ai ensuite placé dans la mèche, à l'aide d'une pince, les graines longues d'environ 1 mm.

Je devais alors arroser, ni trop ni trop peu, la zéolite et le module racines. Nous n'avions aucun relevé de taux d'humidité durant les douze premières heures, c'est alors que les chercheurs et moi-même avons décidé d'ajouter davantage d'eau. C'est alors que l'on a vu le taux d'humidité passer la barre des 50 %, nous faisant craindre d'avoir inondé le module.

La situation s'est améliorée les deuxième et troisième jours. De plus,



**Le Dr Shannon Lucid à bord de Mir. Elle surveille les plants de blé qu'elle a plantés dans la serre Svet.**

nous avons laissé, durant les premiers jours, la lumière continuellement allumée pendant vingt-trois heures pour l'interrompre durant une heure.

#### **Comment les plantes ont-elles réagi ?**

**Foale :** Il n'y a pas de haut ou de bas en apesanteur. Lorsque les graines ont commencé à germer, près de la moitié d'entre elles avaient une petite pousse — celle qui monte en milieu terrestre — qui s'enfonçait dans la mèche et la racine commençait à émerger. C'était plutôt déconcertant. L'autre moitié poussait normalement, comme on le voulait, c'est-à-dire la pousse en haut et la racine en bas. On a rencontré ce problème surtout lors de la première semence parce que j'avais placé les graines trop profondément dans les mèches, les empêchant de recevoir assez de lumière. Comme les mèches étaient faites d'un matériau blanchâtre, un peu de la lumière parvenait tout de même.

Lorsque finalement leurs têtes sont apparues au-dessus des mèches — je les aidais en les redressant à l'aide d'une pince — alors l'action phototropique de la lumière a attiré les plantes dans la bonne direction.

Sur l'ensemble, entre 50 à 80 % des rangées ont germé. En fait, je pense que presque toutes les graines ont germé. Je ne suis pas un expert et quand je dis « germé », cela veut dire qu'une petite pousse est apparue.

En une semaine ou deux, elles ont commencé à avoir une ou deux peti-

tes feuilles et ensuite des bourgeons. Ce n'est seulement qu'après un mois — lorsque la plante a atteint 5 ou 6 cm — que les bourgeons ont écloré en une pléthore de petites fleurs jaunes qui avaient du pollen sur les étamines.

Chaque jour, je mettais par écrit les étapes accomplies par les plantes : leur apparence, combien avaient des bourgeons et combien n'en avaient pas. Je notais aussi la hauteur maximale et minimale moyenne par rangée et, bien sûr, j'enregistrais soigneusement la température et le taux d'humidité dans le module racines.

Il faut aussi savoir que de l'air s'introduit dans la serre. Durant la première expérience, avant la collision du module Progress et de Spektr, les graines avaient commencé à germer. Lorsque les plantes ont atteint 3 ou 4 cm, nous les avons enfermées dans des sacs en polyéthylène. Le gaz qui passait de la cabine à la serre, puis aux plantes, était expulsé à travers un analyseur de gaz. On a ainsi mesuré la quantité de gaz carbonique entrant et sortant, le taux de respiration des plantes, durant la phase de croissance.

C'est seulement durant la phase de pollinisation que j'enlevais les sacs. Je prenais alors un bâtonnet au bout duquel on avait collé une abeille. C'est en fait une technique connue que j'ignorais. Dans beaucoup d'écoles, on apprend aux enfants à polliniser de cette manière. Ils attrapent des abeilles, ils en coupent l'abdomen et les collent sur un petit bout de bois et voilà vous avez un bâtonnet-abeille

