

régions polaires, dans un jour ou une nuit très longs : en pratique, les ballons restent alors en l'air pendant deux à trois semaines.

Lorsqu'une expérience embarquée à bord d'un ballon est achevée, une commande transmise par radio sépare le ballon de sa charge utile, qui redescend en parachute pour être récupérée et, souvent, réutilisée. Le ballon est jeté quand il retombe ensuite.

Une durée de vol prolongée

Pour les vols de longue durée dans l'atmosphère terrestre, et pour les ballons interplanétaires, les chercheurs ont besoin de performances bien supérieures. Avec son projet ULDB, lancé en 1997, le Bureau des sciences spatiales de la NASA a voulu créer un ballon qui volera jusqu'à 100 jours au-dessus de 99 pour cent de l'atmosphère de la Terre. L'ULDB est un ballon pressurisé, ou ballon «fermé», qui n'évacue pas de gaz dans l'atmosphère comme les ballons classiques. Habituellement fabriqués en matériaux résistants, tel le polyester, les ballons pressurisés sont gonflés comme les ballons ouverts, puis ils sont scellés. Une fois qu'un ballon a atteint l'altitude désirée, la chaleur du Soleil fait augmenter la pression interne ; puis, la nuit, le gaz se refroidit et, de cette façon, le ballon reste plein et se maintient à une altitude constante, sans que l'on ait à le délester. Le ballon reste en l'air tant qu'il est imperméable aux molécules d'hélium ou d'hydrogène. On peut donc utiliser les ballons pressurisés pour des vols plus longs qu'avec les systèmes ouverts.

Au cours des vols de longue durée, les ballons volent dans des conditions variées : au-dessus des océans, des déserts ou des calottes polaires... Les matériaux dont ils sont constitués doivent être à la fois résistants et adaptables. Par exemple, ils doivent résister aux ruptures, aux déchirures et aux perforations, à la dégradation par les rayons ultraviolets. De petits ballons sphériques pressurisés dont l'enveloppe était un film de polyester ont volé jusqu'à plusieurs centaines de jours à basse altitude. Dans les années 1970, des ingénieurs ont cherché à construire des ballons plus gros, afin d'embarquer des charges utiles à très haute altitude, mais la faible résistance aux déchirures des films de polyester a limité les performances des ballons pressurisés.

Les responsables du projet ULDB ont calculé qu'un matériau composite réunissant les propriétés de plusieurs matériaux permettrait des vols de quelques mois. De nombreux matériaux ont été testés : des films, des tissus et des non-tissés (comme dans le papier, des fibres sont réunies par élimination d'un solvant), des tissus multicouches. Les matériaux étudiés étaient le polyester, le polyéthylène, le nylon, le polypropylène, le polyuréthane et des composites de ces divers matériaux. Le composite finalement retenu comprend trois couches : un tissu de polyester de haute ténacité fabriqué au Japon, un film de polyester et un film de polyéthylène. Le film de polyester bloque l'hélium ; le tissu en polyester confère au composite sa résistance ; le polyéthylène est imperméable au gaz, résiste aux perforations et accroît la soli-

dité de l'ensemble. Le tissu et le film en polyester résistent assez bien aux rayonnements ultraviolets. Les trois constituants sont assemblés par un liant léger qui compense les défauts de tissage et les défauts des trois couches. Le résultat final est un matériau d'une densité de 55 grammes par mètre carré, qui présente une résistance à la rupture de 2 600 newtons par mètre.

Toutefois les ingénieurs ont décidé qu'un nouveau matériau ne suffirait pas à allonger beaucoup les vols, dans des conditions difficiles et changeantes. Une nouvelle conception s'imposait. Se fondant sur des études effectuées au CNES, aux États-Unis et au Japon, les ingénieurs du projet ULDB ont préféré une forme de potiron à la classique forme sphérique de la plupart des ballons pressurisés. Les ballons sphériques sont soumis à des contraintes le long des



Jana Brenning



Avec l'amable autorisation de Raven Industries, Inc.

4. L'ENVELOPPE DU BALLON ULDB, dont le lancement est prévu en décembre 2001, est composée de trois couches (en haut). Le tissu en polyester confère la résistance ; le film de polyester empêche les fuites d'hélium ; enfin le film de polyéthylène accroît encore l'imperméabilité au gaz et la solidité. La photographie inférieure montre l'assemblage final d'un petit prototype qui sera construit comme le ballon ULDB et qui volera cette année.