

en veille technologique permanente», souligne de directeur de l'entreprise, Bertrand Cardis, qui est à l'affût des moindres «trucs» pour optimiser les performances de l'avion, mais aussi «son coût».

## LES CELLULES SOLAIRES: LA CHASSE AUX PHOTONS

Elles sont au cœur du défi. Disposées sur toute la surface des ailes et sur la partie horizontale de l'empennage, les cellules solaires auront une lourde tâche: capter au mieux les photons, ces grains de lumière provenant du soleil qui constitueront la seule source d'énergie dont disposera l'avion. Pour l'équipe de *Solar Impulse*, le choix du fournisseur proposant les panneaux photovoltaïques les plus performants a été difficile. Il est actuellement arrêté «à 90%», annonce André Borschberg. Il n'en dira pas plus, si ce n'est qu'il s'agit d'une firme étrangère, «car aucune entreprise suisse ne fabrique des cellules solaires en silicium monocristallin pouvant s'adapter à ce type d'application».

Tous les problèmes ne sont pas réglés pour autant. Une fois sélectionnées, les cellules solaires doivent encore être correctement disposées sur la voilure. Elles devront en effet pouvoir épouser les torsions des ailes et se déformer, sans casser. Elles devront donc être «intégrées à l'avion de manière flottante», précise le directeur du projet. Fragile comme du verre, le silicium monocristallin qui constitue ces cellules ne peut être utilisé tel quel. Il est encapsulé dans un polymère protecteur. Les recherches ne s'en poursuivent pas moins: la multinationale Solvay, l'un des sponsors principaux de *Solar Impulse*, tente de développer de nouveaux matériaux qui devront être encore plus légers mais aussi transparents, possédant une bonne résistance mécanique ainsi qu'aux rayons ultraviolets, et susceptibles de former une barrière contre l'humidité.

Cette démarche, souligne le directeur du laboratoire composites et polymères et vice-président de l'EPFL, Jan-Anders Manson, s'inscrit d'ailleurs dans une tendance actuelle qui vise à



**SIMULATEUR A L'EPFL** le doctorant Walter Karlen pilote virtuellement *Solar Impulse*. Il est équipé d'une ceinture de Bertrand Piccard.

créer des matériaux non seulement «ultralégers», mais aussi «plus intelligents, dans la mesure où ils peuvent avoir plusieurs fonctions». Ainsi enrobées, les cellules serviront en effet à la fois de capteurs solaires et de peau à l'appareil.

## DES BATTERIES AUX MOTEURS: BOUCLER LE CIRCUIT

Dans la journée, l'avion survolera les nuages et ses ailes seront largement exposées au soleil. Toutefois, pour qu'il puisse poursuivre sa route durant la nuit, il devra stocker une partie de cette énergie dans des batteries. En attendant une réelle percée dans ce secteur où les progrès sont réguliers mais

plutôt lents, l'équipe a choisi des produits fabriqués par la firme coréenne Kokam. Ce qui ne l'a pas empêchée – une fois encore – de tout faire pour optimiser leurs performances et leur poids. Dans ce dernier domaine, «nous avons déjà gagné 15%», dit André Borschberg. Rien de révolutionnaire, mais cela aide, et nous espérons pouvoir faire mieux».

Après avoir développé des moteurs «les plus légers et les plus efficaces possibles» mis au point par Etel SA, à Môtiers, les ingénieurs ont dû aussi dessiner le circuit électrique reliant les batteries aux hélices. Avec toujours pour obsession de gagner de pré-

cieux kilogrammes, car le système électrique (comportant les quatre moteurs, autant d'hélices et les câbles qui les relient) représente pratiquement la moitié du poids de l'avion. Restait enfin à mettre au point l'ordinateur de bord. Véritable cerveau du circuit, il devra veiller à ce que le courant «passe bien entre les générateurs solaires, les moteurs et les hélices, mais aussi à transmettre au pilote toutes les données utiles», explique Sébastien Demont, le jeune ingénieur valaisan responsable de son élaboration.

## LA COMMUNICATION ENTRE L'HOMME ET LA MACHINE

Un aéroplane d'une telle envergure, et qui volera de surcroît à faible vitesse – 70 km/h en moyenne – ne sera pas facile à manœuvrer. Une simple inclinaison de 10 degrés dans un virage, et «l'extrémité de

## L'aéroplane doit jouer dans la catégorie poids plume.

nal. Il a la forme d'une ceinture que le pilote portera autour du thorax et qui vibrera lorsque l'avion sera en mauvaise posture – surtout la nuit. Un bon moyen d'aider l'aviateur à anticiper les mouvements de l'appareil et à prendre les bonnes décisions, notamment dans les zones de turbulence.

La ceinture devra faire plus encore: elle sera chargée aussi de contrôler l'état de fatigue du commandant de bord et de veiller sur son sommeil. Dotée de minuscules capteurs électroniques mesurant la fréquence cardiaque et le rythme respiratoire du pilote, équipée d'un logiciel de traitement du signal conçu par l'équipe de l'EPFL, elle transmettra ses données au sol. Les ingénieurs et médecins qui suivront le vol sur la terre ferme pourront ainsi surveiller l'aviateur et le prévenir, quand il battra des paupières, qu'il sera temps pour lui de faire un somme.

Ce dispositif a d'ailleurs déjà été testé par le cycliste suisse Daniel Wyss, qui l'a utilisé durant la dernière course à travers l'Amérique. Une épreuve dans laquelle il faut savoir gérer son sommeil. «Il est arrivé troisième», annonce fièrement Dario Floreano, persuadé que son invention a contribué à cette victoire. Mais, pour Walter Karlen, ce n'est qu'une première étape. Le doctorant au laboratoire des systèmes intelligents compte s'enfermer pendant plusieurs jours dans une pièce transformée en simulateur de vol – «même la météo pourra être simulée en temps réel», précise-t-il. Les yeux fixés sur les écrans géants où seront projetées les images des paysages que l'avion devra survoler, les mains actionnant des manettes en forme de joystick et le torse équipé de la fameuse ceinture, le jeune chercheur jouera, virtuellement, le pilote de *Solar Impulse*.

Des comportements de l'avion, testés dans des vols virtuels, aux manœuvres du pilote, reproduites sur la terre ferme, tout devra être simulé avec soin avant le décollage de l'avion. C'est à ce prix que la mission a priori impossible que s'est fixée Bertrand Piccard pourra se transformer en exploit. | EG



qui contrôlera l'état de fatigue

l'aile basse sera quasiment à l'arrêt, alors que le bord de l'aile haute doublera sa vitesse». Contrôler un tel aéroplane ne sera pas une sinécure pour un pilote qui, lors du tour du monde, sera seul aux commandes pendant cinq jours. Il faudra donc lui faciliter la tâche, non seulement en mettant à sa disposition un système de pilotage automatique, mais aussi en évitant de le noyer sous une avalanche d'informations visuelles. Chargé d'étudier la question, le directeur du laboratoire des systèmes intelligents de l'EPFL, Dario Floreano, s'était au départ fixé un objectif très ambitieux. Il rêvait d'établir «une relation symbiotique entre le corps du pilote et la machine». Depuis, il a revu ses objectifs à la baisse, mais il ne poursuit pas moins dans la même direction. Son équipe a notamment concocté un système d'alerte origi-

## PARTENAIRES ET SPONSORS

Le financement de *Solar Impulse* (100 millions de francs) sera assuré par des fonds privés. Les promoteurs du projet ont donc fait appel à des sponsors et partenaires qui apporteront de l'argent, mais offriront aussi leur savoir-faire et leur expertise. Les entreprises coéquipières sont réparties dans une pyramide à quatre niveaux.

Principaux bailleurs de fonds, les **partenaires principaux** seront au nombre de quatre. Solvay (groupe chimique et pharmaceutique belge), Omega, puis Deutsche Bank ont déjà répondu à l'appel. Reste à trouver une entreprise qui prendra place à leurs côtés (*lire L'Hebdo du 1<sup>er</sup> novembre 2007*).

Dans la catégorie des **partenaires officiels** figure le groupe français Altran, le leader européen en ingénierie conseil, qui met des consultants à disposition du projet. Viennent ensuite les **supporters officiels**, avec la société genevoise de gestion du patrimoine Semper, et les **fournisseurs officiels**: Victorinox, BKW et SolarMax. A l'édifice, il faut encore ajouter dix-neuf partenaires spécialisés (au rang desquels figurent Décision SA à Vevey, l'Institut de microtechnique de l'Université de Neuchâtel et les Services industriels de Genève), trois partenaires scientifiques et aéronautiques (l'EPFL, l'Agence spatiale européenne et Dassault Aviation) et, enfin, les «angels», des particuliers qui apportent leur obole à la conception de l'avion. | EG

### QUATRE NIVEAUX DE FINANCEMENT (EN FRANCS)

