

Une centrale énergétique ailée

Les éléments Tensairity formés de membranes, de tiges et de câbles ont déjà fait leurs preuves dans la construction comme structures porteuses extrêmement légères et pourtant stables. Mais cette technologie se prête-elle aussi à des utilisations en aéronautique, par exemple pour la structure porteuse de ces cerfs-volants? Des chercheurs de l'Empa explorent actuellement cette possibilité – et font s'élever dans les airs leurs premiers objets de démonstration.

TEXTE: Martina Peter / PHOTOS: Empa



1
Ce cerf-volant ultraléger d'une envergure de 8 mètres ne pèse que 3 kilogrammes.

2
Lors des essais de remorquage, le cerf-volant monte dans les airs tiré par une voiture.

3
Un des prototypes de cerf-volant Tensairity dans le laboratoire du «Center for Synergetic Structures».

2





Replié comme une chauve-souris endormie, un paquet, formé de membranes de plastique, de tiges et de fins câbles soigneusement assemblés, attend son prochain vol. «Nous désirons savoir si les éléments Tensairity se prêtent aussi à la construction d'ailes de cerfs-volants» explique Rolf Luchsinger qui dirige le «Center for Synergetic Structures» à l'Empa. Les éléments porteurs Tensairity, composés d'une membrane gonflée d'air, de tiges et de câbles, sont actuellement déjà utilisés dans la construction, par exemple comme poutres d'une portée de 28 mètres de la toiture d'un parking couvert à Montreux. Ces poutres gonflables extrêmement légères peuvent aussi s'utiliser pour la réalisation d'ouvrages temporaires, tels que des ponts, partout où leur construction doit pouvoir s'effectuer rapidement et simplement.

Maintenant les chercheurs se proposent d'ouvrir un nouveau domaine d'application à ces structures porteuses. Une démarche logique puisque la légèreté est une exigence fondamentale en aéronautique. «Comment passer des poutres aux ailes?» se sont demandé Luchsinger et son équipe. Des ailes extralégères pour les cerfs-volants ne sont pas uniquement intéressantes pour des applications en sport et en loisirs, elles le sont aussi dans le domaine de l'ingénierie. Par exemple pour réaliser des cerfs-volants tracteurs qui utilisent la force du vent pour tirer, comme «moteur accessoire», les cargos à propulsion diesel sur les mers du monde. Ces «kites» pourraient aider les compagnies maritimes à réduire leurs frais élevés de carburant.

Mais on peut aussi envisager de se servir de ces cerfs-volants pour l'utilisation de l'énergie éolienne. Les cerfs-volants, et c'est là l'idée, s'élèvent à plusieurs kilomètres d'altitude attachés à leur câble. L'élévation sous l'action du vent met en mouvement un système de treuil couplé à un générateur qui produit du courant. Une fois arrivé à l'altitude prévue, le cerf-volant replie ses ailes et se laisse descendre en direction du sol pour ensuite reprendre son ascension. Un domaine d'utilisation captivant pour ces structures ultralégères car, pour une utilisation efficace de l'énergie éolienne, ces cerfs-volants doivent être de très grande taille.

Où se situent les limites ?

Luchsinger et son équipe se sont donné pour but de construire un cerf-volant gonflable qui, grâce à une utilisation judicieuse des matériaux, soit léger, stable et efficace. «Un prototype de démonstration doit nous permettre de trouver quels sont les points cruciaux sur le plan de la dynamique de vol et de déterminer si un cerf-volant Tensairity présenterait le cas

échiant des avantages par rapport aux objets volants traditionnels» déclare Luchsinger.

Déjà lors d'un stage pratique, le collaborateur de Luchsinger, Joep Breuer, qui a effectué des études en aéronautique et en aérospatiale à l'Université de Delft, a travaillé sur la conception et la réalisation d'ailes Tensairity. «Joep a sûrement déjà cousu plusieurs centaines de mètres d'Icarex, ce tissu léger utilisé pour les cerfs-volants», explique Luchsinger. Il est important que la conception d'un tel produit ne s'effectue pas uniquement sur la planche à dessin. «Seuls les tests sur des objets réels nous permettent finalement de savoir si cela fonctionne ou pas».

C'est ainsi que sont nées un grand nombre d'idées de cerfs-volants de tailles et de formes différentes et finalement aussi une série de modèles présentant un comportement statique et dynamique convainquant: plus leurs longerons d'aile remplis d'air sont fins et plus les cerfs-volants présentent une force ascensionnelle efficace pour la production d'électricité. Tout est là affaire de synergie, de l'interaction entre des composants en matériaux aux propriétés différentes, soit entre les membranes remplies d'air, les tiges et les câbles que les scientifiques assemblent pour créer une nouvelle unité.

Le plus grand cerf-volant Tensairity que Luchsinger et son équipe ont développé et soumis à des essais de charge statique en laboratoire a une envergure de huit mètres et une surface de onze mètres carrés. Avec une masse de 2,5 kilogrammes, il est dimensionné pour développer une force de traction de 1000 Newtons. Théoriquement ce cerf-volant pourrait monter à une altitude de 4000 mètres au-dessus du sol. Le record du monde est en effet actuellement de 4000 mètres et il a été atteint dans la grande prairie du middle West canadien. «Là tout est plat jusqu'à l'horizon», explique Luchsinger qui parle encore des défis que posent les tests de ses engins volants. Car, après de longs calculs et une construction couronnée de succès, lui et son équipe de scientifiques désirent naturellement obtenir une réponse à ces questions: Ce cerf-volant monte-t-il bien? Et jusqu'à quelle altitude? Son vol reste-t-il stable même à grande vitesse? Et – à ne pas oublier – est-ce qu'il redescend sans dommage à la fin de son vol? Les réponses pouvaient être apportées par des tests de remorquage à l'air libre.

Essai de vol en plein ciel du cerf-volant

Partir de l'Empa pour se rendre dans un champ et laisser monter le cerf-volant était impossible. Luchsinger explique pourquoi: «En Suisse il faut une autorisation spéciale pour faire voler des cerfs-volants à plus de 60 mètres au-dessus du sol». Après réserver

Poids plume solaire

Voler autour du monde avec la seule énergie solaire, cela pourrait bientôt déjà devenir une réalité. Solar Impulse doit devenir le premier avion à propulsion solaire à effectuer le tour du monde sans carburant. Après de longs travaux de recherche et de développement, cet avion solaire va bientôt être construit. Cela grâce aussi aux nombreux travaux de développement de différentes institutions. Et parmi elle, l'Empa qui a apporté son savoir faire principalement dans le choix des matériaux appropriés.

TEXTE: Michael Hagmann / PHOTO: Solar Impulse

>>

vation d'une piste de l'aérodrome militaire de Dübendorf, ils ont pu procéder à de premiers essais de remorquage à faible altitude. Lors de ces premiers essais, l'airbag monté dans le nez du cerf-volant pour éviter le pire lors des «atterrissages non contrôlés» s'est révélé des plus utiles. Mais l'autorisation de vol n'est pas tout, les conditions météorologiques et de vent sont aussi importantes. «Pour ces essais de remorquage, il faut autant que possible qu'il n'y ait pas de vent», explique Luchsinger.

Les chercheurs eurent de la chance: l'autorisation était là et les conditions excellentes lorsque il y a eu de temps Luchsinger et ses collègues ont procédé à d'autres essais de remorquage sur un ancien aérodrome militaire dans l'Oberland bernois. Attaché à une voiture, le cerf-volant a été tiré à une hauteur de 50 mètres sur une distance d'un kilomètre. Et il est aussi redescendu sans encombre – le plus souvent sans que l'airbag ait dû entrer en action.

«Notre système fonctionne», conclut ainsi Luchsinger. «Notre cerf-volant Tensairity a répondu à nos attentes et il résiste aux forces qui agissent sur lui.» Ces chercheurs pensent maintenant déjà à leur prochaine vision - un cerf-volant d'une envergure de 30 mètres dont les membranes seront remplies d'hélium et qui pourra continuer à planer en altitude même en absence de vent.

Ce nouveau concept d'aile ne se prête pas seulement à la construction de cerfs-volants mais possède aussi un potentiel pour des applications en sport ou pour la réalisation d'engins volants sans pilote. Une application comme plateforme de communication est aussi envisageable: un cerf-volant plateforme (HAPS, «High Altitude Platform System») volant à grande altitude pourrait remplacer les satellites pour la transmission de signaux radio ou téléphoniques. //

Le cerf-volant Tensairity après le succès des tests de remorquage dans l'Oberland bernois.





Voler doit devenir plus écologique. Le projet Solar Impulse dû à l'initiative du pionnier du vol libre Bertrand Piccard marque un premier pas. Certes Solar Impulse n'est pas le premier avion solaire mais il est le premier qui doit aussi voler de nuit et cela avec l'aide de batteries au lithium qui stockent l'énergie solaire pour la nuit.

Non seulement les ailes avec leur mince «peau» de cellules photovoltaïques mais aussi chacun des composants de la chaîne de propulsion ont dû être optimisés pour le Solar Impulse. Dans cela, un point important est le design de l'avion et les matériaux utilisés pour sa réalisation. L'Empa a fourni là une contribution importante avec la détermination expérimentale des propriétés mécaniques et ther-

miques des stratifiés et de éléments en fibres de carbone ainsi que des feuilles de couverture du fuselage et de la voilure. «Ce sont là des paramètres importants pour le dimensionnement des éléments de construction» explique Giovanni Terrasi qui dirige le laboratoire «Mechanical Systems Engineering». L'objectif était d'optimiser le design et la sécurité de l'avion et de le rendre ainsi plus léger plus résistant et plus sûr.

Un objectif atteint: Solar Impulse présente une envergure de 61 mètres, presque égale celle d'un airbus A340, mais son poids n'atteint qu'une minime fraction de celui de ce dernier. Le roll-out du premier prototype devrait avoir lieu mi-2009 et sera suivi des premiers vols d'essai. //



Emission TV

Le 21 mai 2009, dans son émission «Einstein», la télévision suisse alémanique a diffusé un reportage sur les cerfs-volants Tensairity. La vidéo «Drachen als Stromproduzenten» peut être visionnée sur Internet sous l'adresse Web <http://www.sf.tv/sendungen/einstein/sendung.php?docid=20090521>