

# Le premier dirigeable solaire prend son envol

**ERDT**  
Paris

Le laboratoire Équipe de recherche et de développement technologique au sein du département Fise (Fluides et systèmes énergétiques) que dirige Farid Bakir au Centre de Paris, est spécialisé en électrotechnique, électronique et automatismes.

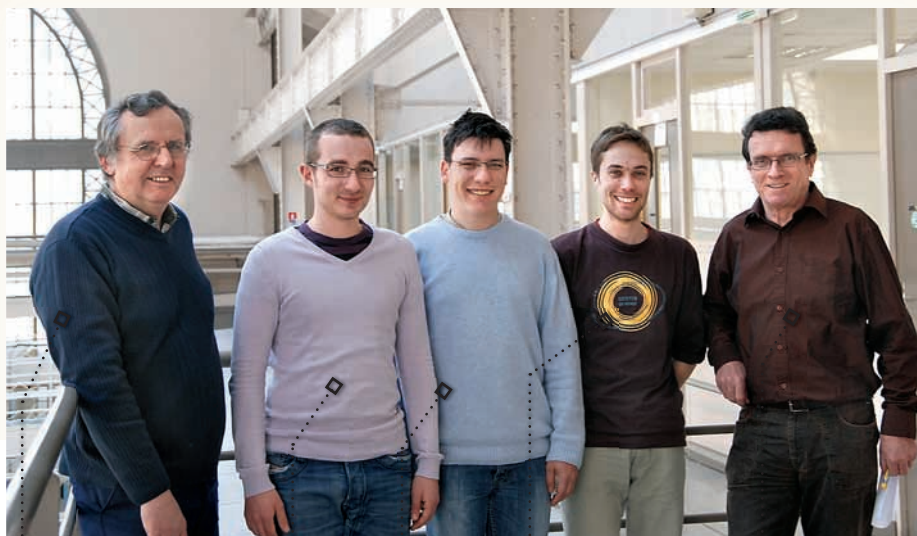
**P**rojetons nous le 25 juillet 2009. Au bord de la mer, toute l'équipe du Néphélios s'active pour la réédition d'un grand exploit : la traversée de la Manche par les airs. Cent ans jour pour jour après Louis Blériot, le premier dirigeable au monde mû entièrement par l'énergie solaire tentera de rallier l'Angleterre à la France. Signe particulier : son enveloppe souple a été conçue par des élèves en 3<sup>e</sup> année à Arts et Métiers ParisTech dans le cadre de leur projet d'expertise (PJE) au sein de l'Équipe de recherche et développement technologique (ERDT) du Centre de Paris.

**Une idée un peu folle**

Flash-back. «Nous nous intéressons aux dirigeables depuis deux ans, explique le professeur responsable du PJE, Jean-Luc Vaudelin (Cl. 70). Dans le cadre des projets métiers, des élèves ont conçu plusieurs dirigeables, réalisé des maquettes et des films.

**Un PJE exemplaire**

Sol'R est un projet d'expertise exemplaire, selon Marc Hermelin (An. 67), qui l'encadre avec Jean-Luc Vaudelin : «Les dirigeables sont intéressants en termes de pédagogie, de sensibilisation au développement durable, et pour leur pilotage en 3D, leurs aspects aérodynamiques, le contrôle de l'énergie... C'est un thème bien en phase aussi avec l'axe informatique embarquée du laboratoire ERDT». Pour Jean-Luc Vaudelin, «c'est un sujet transverse à plusieurs disciplines, avec des aspects gestion de projet, commercial, conception, communication... Cette aventure est aussi commune à plusieurs établissements, ce qui a séduit le sponsor Total».



**Jean-Luc Vaudelin (Cl. 70)**  
professeur référent du PJE, responsable du projet pédagogique en 2<sup>e</sup> année l'an prochain.

**Xavier Deudon (Li. 206)**

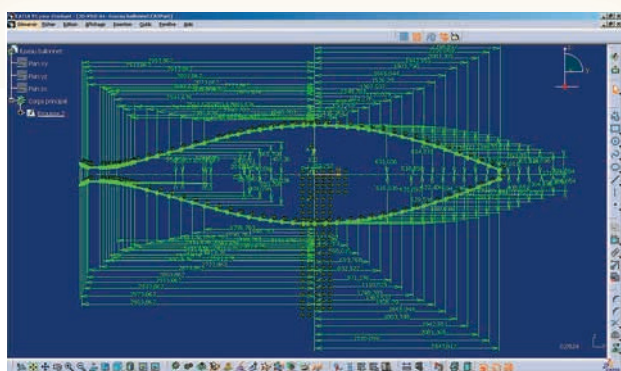
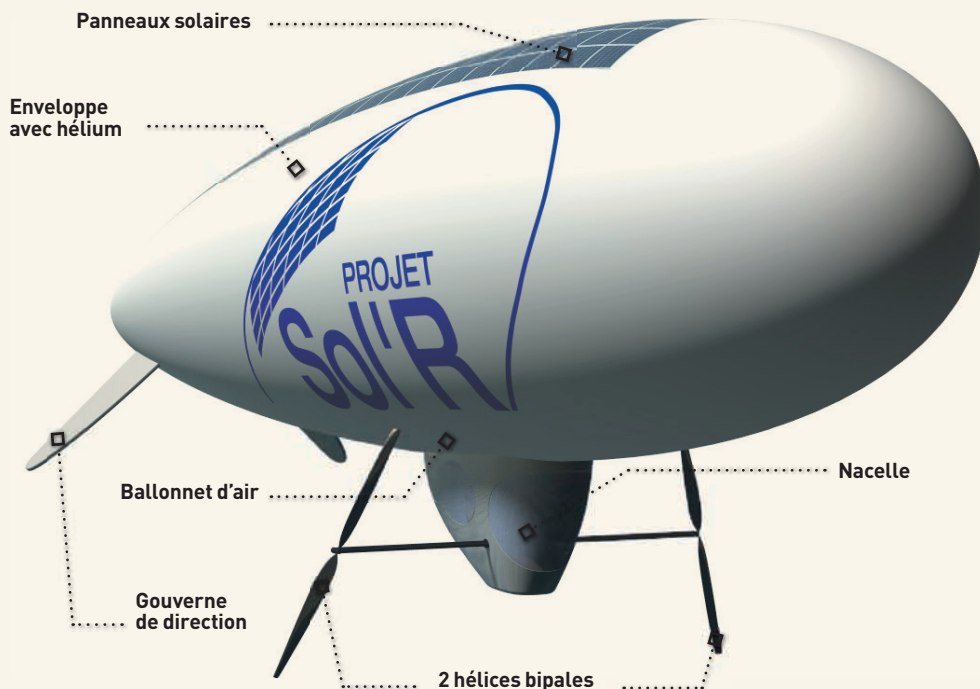
**Fabrice Marty (Li. 205)**

**Bastien Lefrançois,**  
responsable de l'équipe Enveloppe et pilote de l'appareil.

**Marc Hermelin (An. 67)**  
professeur référent du PJE.

Lorsque nous avons rencontré Stéphane Rousson, qui a tenté de traverser la Manche sur un dirigeable à pédales, il nous a parlé du projet Sol'R. Cette idée un peu folle d'un dirigeable solaire a été lancée par trois étudiants d'écoles de commerce et d'ingénieurs, qui ont monté une association en 2007. Une quarantaine d'étudiants de plusieurs grandes écoles les ont rejoints, ainsi que le département relations grandes écoles de Total comme sponsor. Cahier des charges : un dirigeable petit et léger, avec une seule personne à bord, mais emportant assez de panneaux solaires pour la propulsion. Bastien Lefrançois, un centralien venu de l'équipe de l'explorateur Jean-Louis Étienne, devrait être le pilote de l'exploit. En attendant, il coordonne

l'équipe Enveloppe où œuvrent Fabrice Marty (Li. 205) et Xavier Deudon (Li. 206). Objectifs de leur PJE ? Affiner la conception de l'enveloppe et l'intégration de certains équipements, comme la nacelle ou les suspensions, rédiger le cahier des charges, et enfin identifier et sélectionner les fournisseurs du matériel : «Tissus, panneaux solaires, hélium... énumère Fabrice Marty. Les tissus doivent par exemple, avoir une bonne résistance à la traction, au déchirement et au rayonnement solaire, et être étanches à l'hélium. Nous avons conçu un modèle Catia de l'enveloppe à partir du retour d'expériences d'Hervé Kuhlmann, le responsable du réseau de compétences sur les dirigeables Dirisoft. Comme les tissus ont 1,50 m de lé, nous avons



### Le Néphélios en chiffres

**Volume de l'enveloppe :** 350 m<sup>3</sup>  
**Longueur :** 24 m  
**Diamètre :** 5,6 m  
**Vitesse maximale :** 30 à 40 km/h  
**Altitude maximale :** 200 m  
**Panneaux solaires :** environ 40 m<sup>2</sup>

**Charge soulevée :** 350 kg, dont 100 kg utiles.  
**Budget pour le matériel :** 65 000 € (sponsoring de Total).  
**Autonomie sur batteries si défaillance ou perte d'ensoleillement :** 45 min

**Les élèves ont conçu un modèle Catia de l'enveloppe** à partir du retour d'expériences d'Hervé Kuhlmann, le responsable du réseau de compétences sur les dirigeables Dirisoft.

opté pour 12 fuseaux assemblés par soudure aux ultrasons. Il y avait plusieurs fournisseurs possibles, qui fabriquent notamment des tissus techniques destinés aux structures gonflables pour l'événementiel.»

Le PJE comprend aussi la conception des empennages, ces gouvernes en forme de croix qui stabilisent et orientent le dirigeable. «Il fallait trouver le matériau et le dimensionnement permettant une bonne stabilité et manœuvrabilité, souligne Xavier Deudon. Nous avons choisi une structure en carbone entoilée, suffisante vu les faibles contraintes à cette basse vitesse. C'est une technique fréquente pour les ULM.»

Des choix validés lors d'essais dans la soufflerie du Centre de Paris fin avril.

Classiquement, dans ce type de dirigeable souple, deux ballonnet d'air jouent le rôle de ballasts à l'intérieur de l'enveloppe et la maintiennent en légère surpression, juste ce qu'il faut pour conserver sa forme.

### Usiné à l'École

«La portance est fonction de la différence de densité entre l'air extérieur et l'hélium», souligne Bastien Lefrançois. Chaque ballonnet comprend un ventilateur et une soupape d'échappement. Des pressostats commandent les ventilateurs en fonction de la pression interne du

ballon. Fabrice Marty va usiner lui-même sur les machines à commande numérique des ateliers du Centre de Paris une pièce stratégique conçue sur mesure dans le cadre du PJE : la fixation des ventilateurs. Autre défi, la pose des 42 panneaux solaires au faite de l'enveloppe. «Les panneaux tolèrent une légère courbure, explique Xavier Deudon. L'enjeu est de trouver un système de fixation permettant aux panneaux de s'adapter à la forme de l'enveloppe.» Les deux étudiants doivent assurer eux-mêmes l'assemblage, mi-mai, dans un hangar du musée de l'Air et de l'espace du Bourget. Les délais sont serrés : après les tests et le gonflage, le premier décollage aura lieu dans le cadre du salon du Bourget, entre le 15 et le 21 juin. Puis ce sera l'envol depuis les côtes britanniques vers le cap Gris-Nez, dans le sens des vents dominants.

Et après ? «Nous voulons avant tout valider le concept, mais nous réfléchissons également à une création d'entreprise, affirme Bastien Lefrançois. Il existe des marchés pointus pour des aérostats non polluants, malgré les exigences des dirigeables en termes de météo : mesures, prise de vue, surveillance, tourisme... Le transport à grande échelle de charges lourdes ou de passagers me semble moins réaliste, vu l'infrastructure et l'espace de stockage au sol nécessaires.»

Mais pour jouer vraiment la carte du développement durable, il faudrait résoudre un autre problème : la rareté et le prix de l'hélium, ressource dont la pénurie se profile. L'équipe Sol'R a déjà comme mécène la Fondation Air Liquide pour concevoir l'an prochain un second prototype, gonflé à l'hydrogène. Inclus, une pile à combustible et de nouveaux défis techniques, comme la sécurité. En attendant, cap sur le Bourget pour le décollage silencieux et écologique d'une belle machine volante. ■

**Odile Landreau**

Plus d'infos : [www.projetsolr.com](http://www.projetsolr.com)