

## 1er concours de robots volants à l'EPFL

Le premier concours de robots volants s'est déroulé à Lausanne dans le cadre du concours SmartRob (<http://smartrob.org>) organisé par le laboratoire de systèmes autonomes (dirigé par le Professeur Siegart).

### Le concours de robots volants

Le Professeur Nicoud dirige la société DIDEL SA (<http://www.didel.com>) qui propose actuellement toute une gamme de microcomposants adaptés notamment à nos modèles de vol en salle. Il est à l'origine des concours de robots de l'École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL). Ce premier concours de robots volants a été organisé par le Professeur Floreano, assisté efficacement par les docteurs Jean-Christophe Zufferey et Antoine Beyeler, tous deux passionnés d'aviation et de modélisme.

### Le Blimp

Le Blimp est un ballon commercial vendu complet comme jouet télécommandé d'intérieur. Il est constitué d'une enveloppe en Mylar à gonfler avec de l'hélium. Il est propulsé par trois ou quatre moteurs indépendants entraînant des hélices. Deux moteurs gèrent la traction et la rotation de l'engin, le troisième assure son déplacement vertical ([http://www.plantraco.com/product\\_tri\\_how.html](http://www.plantraco.com/product_tri_how.html)), alors que l'optionnel quatrième permet de contrôler les translations latérales.

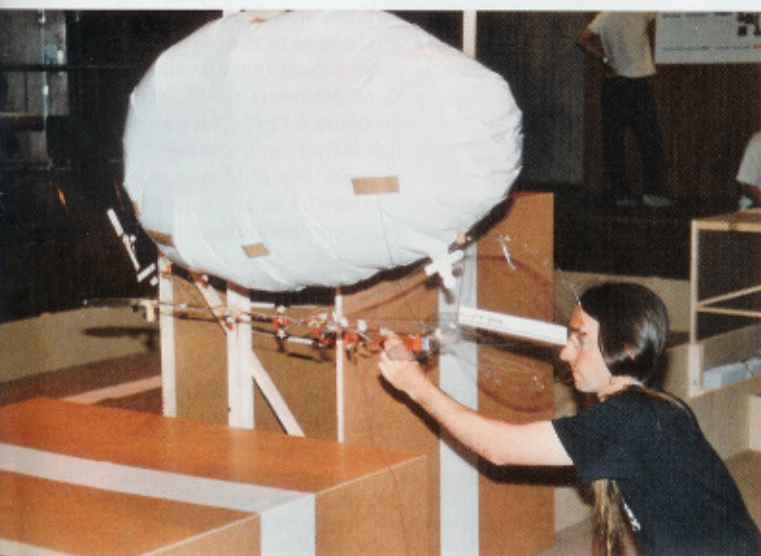
L'enveloppe du dirigeable a été choisie par l'EPFL comme plateforme d'expérimentation pour le développement de robots volants autonomes utilisant des capteurs de vision comme système de navigation. Ce projet est le lien avec de futurs projets d'avions autonomes (<http://phd.zuff.info>). Il faut différencier ce type de robot d'un avion sans pilote (drone ou missile) qui se dirige à l'aide d'une source externe, par exemple une télécommande ou un satellite. Il peut apprendre à naviguer de façon totalement autonome en utilisant uniquement la vision comme entrée sensorielle.

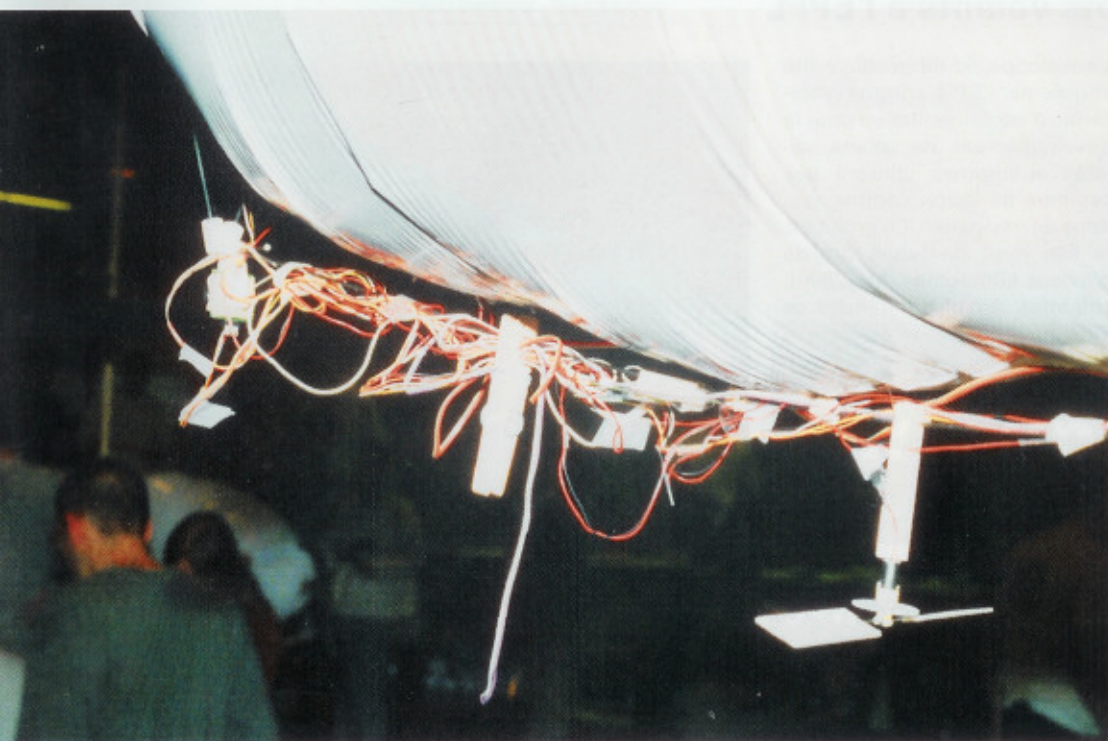
Un engin volant doit pouvoir contrôler son altitude, sa position autour de ses axes de tangage et de roulis (commandée sur un avion par la profondeur et les ailerons), savoir éviter les obstacles et être capable de gérer sa course sur son axe vertical (lacet). Le choix d'un dirigeable simplifie le contrôle du tangage et du roulis grâce à son auto-stabilité.

Pour stimuler la créativité des étudiants, le premier concours d'engins volants robotisés ouvert à tous s'est déroulé le 28 mai à Lausanne.

### Les règles

Pour résumer, chaque équipe inscrite reçoit un kit constitué d'une enveloppe de Mylar, une batterie (Li-Poly), trois ou quatre propulseurs DIDEL (moteurs DC 6 mm de 5 grammes avec réducteur), 1 microcontrôleur (PIC)





avec sa carte de programmation et 3 caméras linéaires de 50 pixels sur une ligne (TSL3301) qu'ils devront restituer en fin de concours. Il est possible de rajouter d'autres capteurs non fournis, tels gyroscope, accéléromètre, anémomètre ou d'autres caméras, dans la limite de la portance disponible d'environ 120 grammes. L'emplacement des composants ainsi que l'architecture de la gondole est laissé libre. Les robots doivent être totalement autonomes dès le départ. Ils seront capables de suivre une ligne blanche de 21 cm de large posée sur le sol et d'éviter verticalement des obstacles flanqués de deux poteaux faisant office de portes de passage. La surface d'évolution est de 7x7 mètres et la longueur du parcours, de 15 à 25 mètres, est modifiée à chaque manche. Une plaquette en balsa est placée sur le parcours, donnant un bonus de temps si elle est ramassée.

### Le concours

Au total, cinq équipes se sont inscrites: quatre de l'EPFL et une lucernoise ont osé relever le challenge. Elles répondaient aux noms de Bubulle, Led Zeppelin, Mythe de Bullo, Dorothy et Vol au Vent.

Devant un public étudiant conquis, retenant son souffle pour ne pas perturber l'atmosphère de la salle, on a vite constaté toute la difficulté de l'entreprise. Après des nuits de programmation, la déception de certains étudiants fut grande en constatant le refus d'obéissance de leur engin, aveuglé par les contrastes de luminosité inhabituels de la salle. Les caméras embarquées avaient de la difficulté à distinguer la ligne blanche directrice, gênées par l'ombre changeante projetée par le Blimp. Deux caméras verticales, à l'avant et à l'arrière, étaient la solution pour juger de la direction de vol ainsi que de l'altitude, évaluée à la largeur de la ligne sur le capteur. Les capacités as-

ensionnelles des dirigeables causèrent aussi bien des soucis: il s'agit de monter vite devant un obstacle, pour ne pas le percuter, mais pas trop longtemps pour que les caméras ne perdent pas la vision des lignes de référence. Le Dorothy lucernois avait à cet effet deux moteurs contrarotatifs à poussée verticale.

Le contrôle de la rotation était aussi mieux géré par les réalisations avec des moteurs latéraux situés à l'avant et à l'arrière livrant plus de couple que des moteurs perpendiculaires à la ligne de vol situés sous l'engin. Les Lucernois avaient placé des dérives verticales et horizontales pour atténuer la sur-rotation du dirigeable dans les virages. Il faut penser que si l'axe de vol s'éloigne de la ligne directrice, les caméras perdent leur repère et le Blimp devient incontrôlable. Certains ont fini au plafond, provoquant des ha! et des oh! dans la salle.

Une autre astuce était de doter l'avant de l'appareil d'une lampe

flash identifiant plus facilement les obstacles frontaux. Le spectateur a de la peine à s'imaginer l'asservissement nécessaire des commandes: citons par exemple la nécessité de diminuer la puissance de la poussée latérale lorsque le dirigeable dérape sur sa ligne de vol ou exécute un virage. Une seule équipe est parvenue à dompter toutes ces difficultés, suscitant l'admiration générale: Mythe de Bullo.

### Conclusion

Le but de cette recherche est de développer des techniques d'intelligence artificielle par la création d'un engin volant autonome ultra-léger, incapable d'emporter des capteurs conventionnels tels que télémètres, radars ou GPS. Un tel engin volant impose des exigences particulières: maîtrise en temps réel de six degrés de liberté, utilisation d'un microprocesseur peu performant (actuellement un PIC de Microchip avec 45 fois moins de mémoire qu'une disquette) peu gourmand en énergie et ayant des possibilités de communication sans fil pour l'enregistrement de certaines données. La gestion de capteurs adaptés à leur environnement et à la morphologie du robot doit être efficace, particulièrement celui de la vision artificielle. Le lien entre la prise d'information et sa conséquence sur les moteurs doit être instantané. Ces expériences montrent que les techniques basées sur des réseaux de neurones artificiels sont adaptées aux exigences et que le but final est de les intégrer dans le système autonome et non pas sur un ordinateur externe communiquant sans fil avec le robot.

Ce concours met en valeur quelques éléments de la recherche en cours à l'EPFL tout en stimulant la motivation, la soif de comprendre des étudiants et en les poussant à se surpasser lors de cette compétition amicale. Mission accomplie.

Thierry Ruef