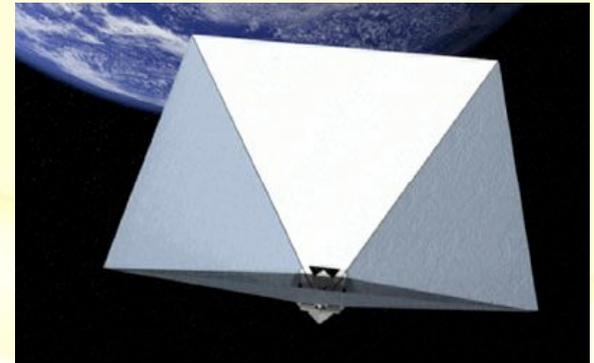
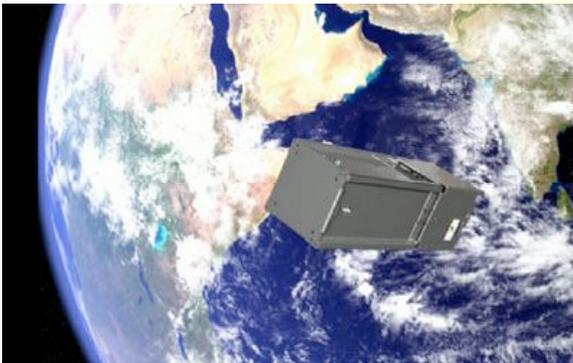


Libellule

Projet de Micro - Voile Solaire



« A un piment ajouter des ailes : une libellule ! »
(Haïku du poète japonais Matsuo Bashô)



Sommaire :

UN PROJET UNIQUE.....	3
UNE VOILE SOLAIRE, PROJET AMBITIEUX ET ACCESSIBLE.....	4
DES TECHNOLOGIES MAÎTRISÉES.....	4
DES OBJECTIFS PRÉCIS.....	4
UN BUDGET ACCESSIBLE.....	5
L'EXPÉRIENCE DES PROJETS SPATIAUX.....	6
L'ENCADREMENT D'ASSOCIATIONS EXPÉRIMENTÉES.....	6
UNE GESTION DE PROJET RIGoureuse.....	7
LES COMPÉTENCES D'UN RÉSEAU DE PROFESSIONNELS.....	7
UN PROJET VISIBLE DANS LES MÉDIAS.....	8
UN PROJET VISIBLE.....	8
UNE MISE EN VALEUR MULTIMEDIA.....	9
L'EXPÉRIENCE DES MÉDIAS.....	9
UN BUDGET MAÎTRISÉ.....	10
NOUS CONTACTER.....	11



Un projet unique

Naviguer dans l'espace à la voile poussé par la seule lumière du Soleil, Cyrano de Bergerac lui-même en rêvait ...

Des bases scientifiques solides ont depuis démontré que les voiles solaires pouvaient devenir une réalité : peu coûteuses à mettre en œuvre, maîtrisées sur le plan technologique, elles offraient une solution originale à la question du voyage spatial, renouant avec **des valeurs fortes associant les hautes technologies au rêve intemporel de la navigation à voile.**

Dès la fin des années 1970, la NASA envisageait de survoler la comète de Halley avec un voilier solaire ; en 1993, la Russie déployait en orbite basse, depuis la station Mir, le miroir solaire Znamya préfigurant ce que serait un jour une voile ; en 2003, l'agence spatiale japonaise JAXA testait en vol suborbital le déploiement de prototypes ; en juin 2005, la défaillance d'un lanceur faisait échouer de peu le projet américano-russe de voilier Cosmos 1 conçu par la Planetary Society.

Il reste donc aujourd'hui à lancer dans l'espace le premier voilier solaire.

C'est ce défi que se propose de relever le voilier Libellule, imaginé en 2005 par les trois associations U3P, AMSAT-France, et VoySat.

Libellule est conçu avant tout comme un projet accessible encadré par des professionnels expérimentés, dont la réalisation est assurée par des équipes d'étudiants d'universités et d'écoles d'ingénieurs. L'objectif est de lancer dans l'espace, dans un délais court de deux ans, un prototype destiné à tester le déploiement d'une voile : **un événement qui sera visible par tous**, à l'œil nu partout sur la planète, ou grâce aux caméras embarquées à bord retransmettant le film de la mission diffusé aux médias et en direct sur les sites web des partenaires.

Deux ans de travail ont déjà permis de définir avec précision le microsatellite, et de nouer des contacts internationaux grâce à la **reconnaissance officielle du projet par la Fédération Internationale d'Astronautique (IAF)**, dont le prochain congrès – qui se tiendra en Inde à l'automne 2007 – sera l'occasion de présenter officiellement à la presse le prototype Libellule.

Pour atteindre cet objectif, nous comptons sur votre soutien afin de rassembler les moyens nécessaires à la construction de ce rêve, avec l'assurance de participer à un projet unique et original, en cette année anniversaire des cinquante ans de Spoutnik, première étape historique d'une belle aventure humaine.

Une voile solaire, projet ambitieux et accessible

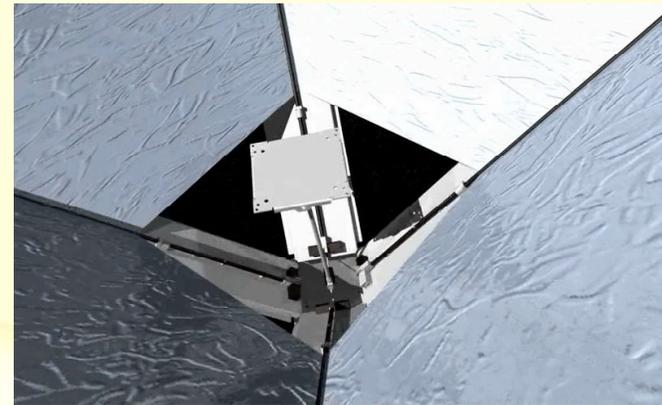
□ *Des technologies maîtrisées*

A ce jour, aucune voile solaire n'a encore navigué dans l'espace. Le principe de la « propulsion photonique » - c'est à dire utilisant la pression qu'exercent les photons de la lumière solaire – est pourtant bien connu des scientifiques. On peut la simuler en laboratoire, et son ordre de grandeur est chiffré avec précision : **une voile de la taille d'un terrain de football subirait une force « photonique » comparable au poids d'une pièce de monnaie.** Cette force est-elle négligeable ? Oui à la surface de la Terre, comparée à l'attraction gravitationnelle ... Mais ce n'est plus le cas dans l'espace où, en apesanteur, et en l'absence de tout frottement atmosphérique, elle s'exercera éternellement – contrairement à un moteur fusée classique au carburant embarqué nécessairement limité – **et permettra ainsi, au fil du temps, d'atteindre des vitesses considérables, suffisantes par exemple pour rejoindre la Lune ou poursuivre un voyage sans limites à travers le système solaire ...**

□ *Des objectifs précis*

Libellule est un micro-satellite destiné à tester en orbite basse le déploiement d'une voile de 5 mètres de diamètre. Les études préliminaires menées depuis 2005 ont permis de valider ses choix technologiques :

- La voile Libellule est confinée, lors de son lancement, dans un petit boîtier normalisé – une “nacelle P-POD” – aujourd'hui couramment utilisée pour des microsatellites. Elle ne pèse que quelques Kg, dans un espace de 10 cm x 10 cm x 30 cm. **Le respect de ces contraintes permet d'obtenir un “ticket pour l'espace” lors du lancement de satellites commerciaux** réservant dans la soute de la fusée porteuse une petite part de la charge utile pour des projets scientifiques conçus par des équipes d'étudiants.
- Une fois satellisé, le boîtier s'ouvre pour **permettre à quatre mâts – comparables à des mètres rubans – de se dérouler et deployer la voile.**
- A bord, les systèmes électroniques gèrent l'alimentation en énergie du micro-satellite, **les prises de vues d'une petite “web-cam” embarquée,** et la retransmission radio de ces informations.



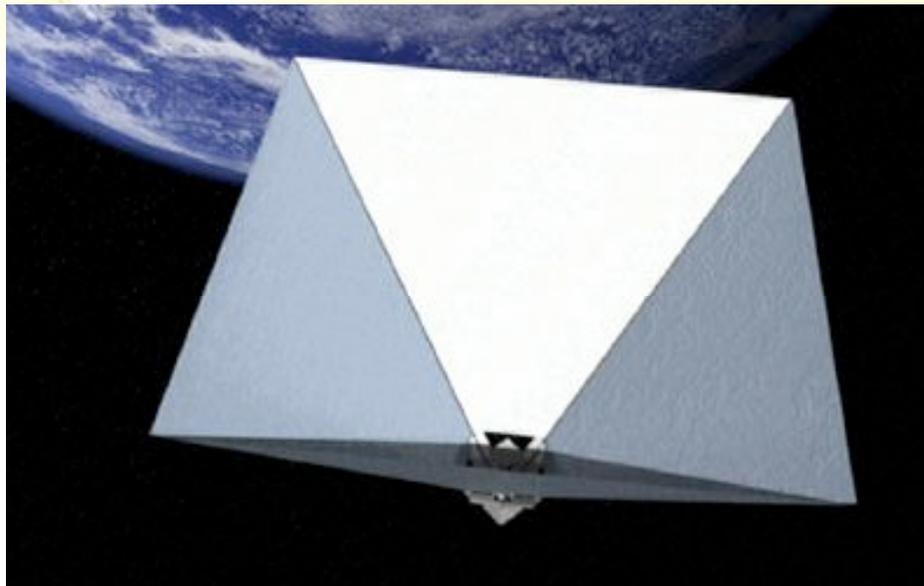
□ *Un budget accessible*

Le contexte du projet Libellule permet de minimiser deux postes budgétaires importants pour toute mission spatiale :

- le coût de lancement d'une part, le microsatellite conçu par des équipes d'étudiants remplissant tous les critères de sélection pour bénéficier d'une opportunité de vol à bord de lancements commerciaux ;
- l'investissement de recherche-développement d'autre part, Libellule s'appuyant sur l'expérience des associations partenaires et le savoir faire acquis lors de précédents lancements de microsatellites.

Le chiffrage du projet porte donc essentiellement sur la fabrication de Libellule :

- **La fabrication de la « maquette-système »**, prototype intégrant l'ensemble des systèmes électroniques et mécaniques. Ce modèle fera l'objet de tests de qualification, et sera officiellement présenté lors du congrès de la Fédération Internationale d'Astronautique de septembre 2007.
- **La fabrication du modèle de vol**, microsatellite opérationnel qualifié pour le vol.
- **L'acquisition de la « nacelle P-POD »**, boîtier standard hébergeant le microsatellite, homologué pour un lancement à bord d'un vol commercial.



*Libellule – simulation 3D
U3P/Amsat-F/VoySat*

L'expérience des projets spatiaux

▫ L'encadrement d'associations expérimentées

L'U3P, AMSAT-France et VoySAT ont l'expérience des projets partenariaux, en liaison avec des universités, des entreprises, ou en milieu associatif :

- **Depuis 1981, l'U3P a développé plusieurs concepts de voiliers solaires, présentés à l'occasion de Salons ou de colloques internationaux** : communications scientifiques lors des congrès de la Fédération Internationale d'Astronautique, présentation des projets lors des Salons de l'Aéronautique et de l'Espace du Bourget, conférences dans des écoles et universités, relais auprès des médias francophones d'évènements tels que la mission "Cosmos 1" de la Planetary Society en 2005 ou le déploiement du miroir solaire russe Znamya depuis la station MIR en 1993. Par ailleurs, en cinq ans, **l'U3P a conseillé plus de 150 projets "TIPE" (Travaux d'Initiative Personnelle Encadrés) réalisés par des étudiants de classes préparatoires aux grandes écoles dans le cadre de leur scolarité.**
- **AMSAT-France, représentant français des associations de radio-amateurs AMSAT, a déjà conçu de nombreux microsatsellites**, tels que "Spoutnik 40 ans" en 1997, réplique du premier satellite artificiel, lancé "à la main" par un cosmonaute russe depuis la station spatiale MIR, dont le message radio émis pendant plusieurs semaines pouvait être capté sur Terre – comme ce sera le cas de Libellule – par un simple récepteur radio à ondes courtes.
- **VoySAT fédère des entrepreneurs des départements du Val d'Oise et des Yvelines** autour de projets liés à l'espace.



Les études de faisabilité, la conception des équipements électroniques (production d'énergie, prises de vues caméra, télécommunications radio), la modélisation des systèmes mécaniques (conception CAO du boîtier, déploiement des mats), et le choix des matériaux (voile de Kapton de 15 microns d'épaisseur), ont déjà fait l'objet d'études approfondies confiées à des équipes d'étudiants de **l'Institut Supérieur de l'Electronique et du Numérique (ISEN) à Lille, l'IUT de Cachan, et l'IUT de Ville d'Avray.**

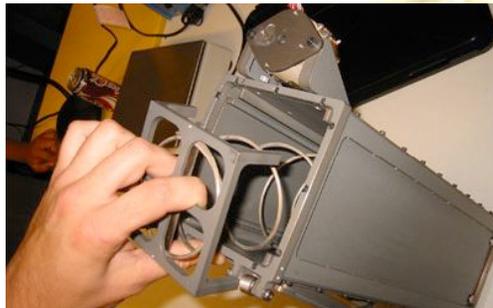
Présentation du microsatsellite conçu avec des collégiens, « SPOUTNIK 40 ans », en 1997. Pilotage du projet : Gérard Auvray (Amsat-F), et Guy Pignolet (U3P).

□ *Une gestion de projet rigoureuse*

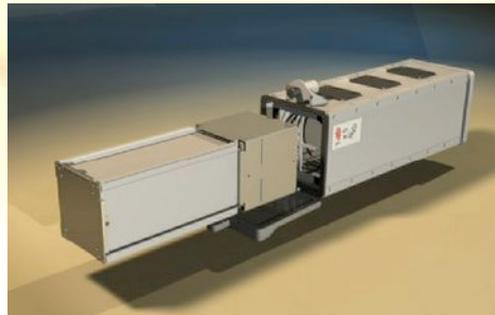
La coordination des équipes, assurée par **un chef de projet expérimenté**, s'appuie sur les savoir faire acquis lors de précédents projets de microsattelites, privilégiant **la coopération, le partage des compétences, et le respect des délais**.

Le programme de travail lancé en janvier 2006 se poursuit conformément au calendrier validé par les partenaires, avec pour prochains jalons :

- **avril 2007 : validation définitive des choix technologiques,**
- **juin 2007 : finalisation des plans complets du prototype,**
- **août 2007 : fabrication de la maquette-système,**
- **septembre 2007 : livraison de la maquette mise en valeur et documentée, présentée officiellement lors du congrès de la Fédération Internationale d'Astronautique (fin septembre).**



Nacelle P-Pod



*Intégration de Libellule dans le P-Pod
Simulation 3D U3P/AMSAT-F/VoySAT*



Equipe U3P présentant les maquettes de voiliers solaires gonflables exposées au Salon du Bourget 2005

□ *Les compétences d'un réseau de professionnels*

L'U3P, AMSAT-France et Voysat mobilisent leurs ressources pour le projet Libellule. Ce réseau de compétences s'est ouvert à des partenariats internationaux, courant 2006, avec la signature de deux nouveaux accords de coopération :

- **en Russie, avec le Moscow Aviation Institute (MAI) – <http://www.mai.ru>**
- **en Italie, avec le Politecnico di Milano - <http://www.polimi.it>**

Un projet visible dans les médias

□ Un projet visible

Déployer une voile solaire dans l'espace, ce n'est pas seulement un défi technologique, c'est aussi une aventure originale, porteuse de valeurs symboliques et poétiques qui rejoignent la sensibilité d'un très large public. Mode de propulsion non-polluant, élégant, et renvoyant aux navires océaniques, la voile solaire associe le rêve et l'espace, la haute technologie et la protection de l'environnement, la tradition de la navigation maritime et le futurisme.

Ce projet a l'ambition d'être visible par tous :

- **Il le sera à l'œil nu**, les éphémérides diffusées sur Internet permettant à chacun de connaître l'heure de passage de la voile dans le ciel, étoile filante d'un éclat remarquable, survolant la Terre à quelques centaines de kilomètres d'altitude,
- **La petite caméra embarquée à bord retransmettra le film du déploiement de la voile**, utile pour tirer les enseignements scientifiques de la mission, mais tout simplement aussi pour rêver un peu ...
- **Cette dimension visuelle assurera l'intérêt du public**, comme en témoigne la couverture médiatique exceptionnelle de la première tentative de lancement du voilier solaire « Cosmos 1 » par la Planetary Society en 2005.

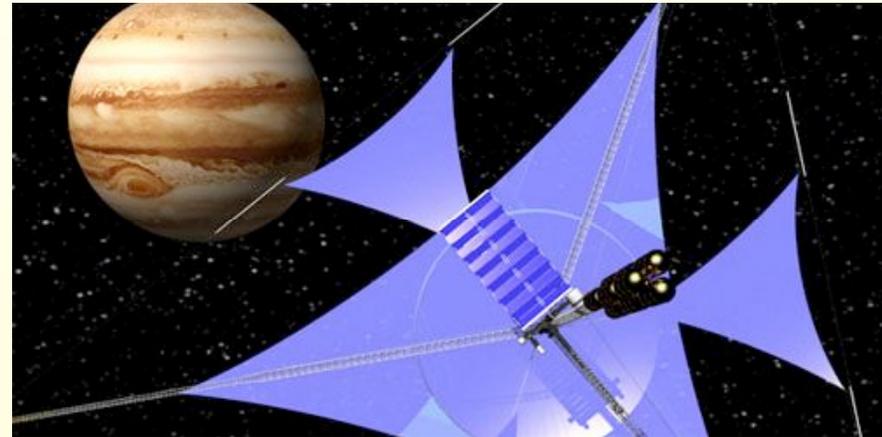


- **Clip de présentation 3D du projet Libellule (Dragonfly pour les anglophones), en ligne sur le site de l'U3P : <http://www.u3p.net>**

□ Une mise en valeur multimedia

Une attention particulière sera portée aux éléments multimédia illustrant le projet, diffusés notamment sur les sites web des partenaires.

Le site de l'U3P (www.u3p.net), créé en 1994, enregistre à lui seul en moyenne près de 4000 visites mensuelles, et présente de nombreux contenus multimédia originaux (images de synthèse, animations 3D, contenus pédagogiques) conçus avec les moyens propres de l'association.



Voiles solaires d'anticipation – U3P

□ L'expérience des médias



Les partenaires du projet Libellule ont l'expérience des médias et de la communication auprès du grand public sur des événements scientifiques.

La revue de presse de l'U3P – TF1, France 2, Direct 8, I-Télévision, Europe 1, Le Monde, Le Figaro, Ciel et Espace, ... - peut être consultée sur le site de l'association à l'adresse :

<http://www.u3p.net/uppp/juin2005>

Soutenir Libellule, c'est l'assurance de participer à un projet visible dans les médias.

Participation de l'U3P au dossier « Voiles Solaires » de la revue Ciel et Espace

Participation de l'U3P à l'émission de France 2 « On vous dit Pourquoi » de Jérôme Bonaldi



Un budget maîtrisé

Les charges totales du projet sont de **49.000 €**

FABRICATION DE LA MAQUETTE SYSTEME	9 000,00
Equipements électroniques	3 000,00
Usinage matériaux	4 000,00
Tests de qualification "Zéro G"	2 000,00
FABRICATION DU MODELE DE VOL	10 000,00
Equipements électroniques	3 000,00
Usinage matériaux	5 000,00
Tests de qualification	2 000,00
ACHAT DE LA NACELLE "P-POD"	20 000,00
Acquisition d'un P-POD standard	20 000,00
LOGISTIQUE	10 000,00
Administratif et fournitures	4 000,00
Communication et déplacements (congrès IAF)	6 000,00
BUDGET TOTAL :	49 000,00

Nos échéances sont les suivantes :

- avril 2007 : 10.000 €, comprenant essentiellement les frais de fabrication de la maquette système,
- juin 2007 : 20.000 € ; finalisation de la maquette système, et lancement de la fabrication du modèle de vol,
- septembre 2007 : 19.000 €, finalisation du modèle de vol et acquisition du « P-Pod ».

Nous contacter

EQUIPE DE PILOTAGE DU PROJET :

Directeur Scientifique :

Gérard Auvray

ingénieur ENSAM, Président de AMSAT-France

Mail : Gerard.Auvray@alcatel-lucent.fr

Tél : 01 55 66 64 10

Coordination et Communication :

Olivier Boisard

Ingénieur Centrale Lille, Président de l'U3P

Mail : olivier@olivier-boisard.net

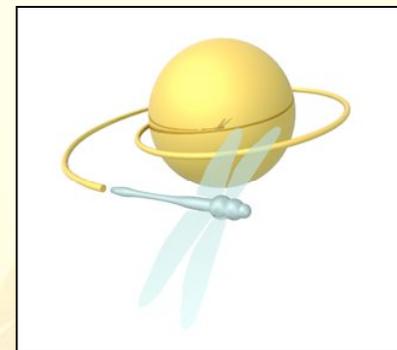
Tél : 06 71 63 00 48

Consultant Scientifique :

Guy Pignolet

Polytechnicien, ancien ingénieur CNES, Président d'honneur de l'U3P

Mail : pignolet@grandbassin.net



ASSOCIATIONS PARTENAIRES :

U3P - <http://www.u3p.net/>

AMSAT-France - <http://www.amsat-france.org>

V.O.Y.Sat - Patrick Robert, président – Mail : patrick_robert_sytem@compuserve.com



V.O.Y.
Sat

