

**LE CUBESAT "DEMOISELLE" : DE LA FUSÉE À EAU À L'ORBITE TERRESTRE :
UNE EXPÉRIENCE D'ÉDUCATION SPATIALE DE BASE POUR LES ENTREPRISES RÉGIONALES**

Guy PIGNOLET

Président de Science Sainte-Rose, et Chercheur Associé du LEEP à l'Université de La Réunion, France
guy.pignolet@science-sainte-rose.net

RÉSUMÉ

A La Réunion, une très active région insulaire de l'Union Européenne, beaucoup d'entreprises se sont développées au cours des deux dernières décennies pour atteindre pour certaines d'entre elles un potentiel de classe mondiale. Mais beaucoup ne sont pas pleinement conscientes de leur nouvelle capacité de faire affaires avec la planète tout entière, voire même dans l'espace extra-atmosphérique, dans un environnement global. Le programme "Demoiselle", un programme simple de triple Cubesat, a pour but principal de donner la consistance d'une chose réelle à cette conscience planétaire, tout en fournissant un ticket d'entrée dans la communauté spatiale mondiale aux entreprises de notre région. Le nom "Demoiselle" vient du nom d'une variété de libellule à laquelle le micro-satellite ressemblera quand il sera complètement déployé. Deux missions techniques ont été assignées au satellite : évaluer le déploiement d'une voile par gonflage de structures tubulaires, une expérience proposée par l'association des voiles solaires U3P, et donner une mesure de température globale, une expérience inspirée par le grand intérêt pour les questions de réchauffement global qui se manifeste dans les institutions politiques de La Réunion. Une approche "de terrain" par étapes a été mise en place pour une compréhension et un développement progressifs du projet, permettant une évaluation rapide des options techniques et l'acquisition d'une expérience pratique au cours d'une progression programmée de la complexité de gestion du projet. Alors que le projet Demoiselle est prévu sur deux années avant la production d'un engin spatial prêt à lancer, le projet étudiant HanaFlora a été conçu sur un an comme un simple quasi-cubesat destiné à évaluer en parallèle les choix technologiques et à obtenir des retours d'expérience rapides. Le premier pas devait être un test mécanique de déploiement d'une voile et un test de fonctionnement de l'ordinateur de bord avec un lancement sur une fusée à eau pendant un festival des Petits Débrouillards de La Réunion. Le pas important suivant était le lancement du "quasi-satellite", en coopération avec une équipe japonaise de fusées expérimentales, pendant la campagne annuelle de lancements du Cnes et de l'association Planète Sciences au Centre d'Essais des Landes. Nourries par l'expérience de HanaFlora, les études techniques pour le Demoiselle se développent pour une construction qui initialement devait commencer fin 2009. L'achèvement du Demoiselle est maintenant attendu fin 2010, mais la recherche d'une opportunité de lancement va pouvoir commencer dès la fin de 2009.

NOUS AVONS UN RÊVE

L'éducation et le passage à l'âge adulte prennent du temps. La planification ci-dessus est en grande partie une fiction. La réalité a été un peu différente.

Oui, La Réunion, région française de l'Europe, aussi proche de Paris que Hawaii peut l'être de Washington, est très active et beaucoup de ses entreprises ont la capacité de participer à des activités globales et spatiales. C'est juste qu'elles en sont peu conscientes.

Oui, un triple CubeSat peut être construit à La Réunion, avec l'association des voiles solaires U3P, et il peut ressembler à une "Demoiselle", (nom d'une sorte de Libellule) après le déploiement expérimental de ses ailes par un système de gonflage original et il peut ouvrir ses yeux à un monde en train de se réchauffer, ce qui est l'une des préoccupations globales des institutions politiques régionales. Le petit satellite, encore dans un état embryonnaire, est en cours de développement pour une "fabrication péi".



Fig 1 : Les lumières de La Réunion au milieu de la nuit (d'après une image composite réalisée par la NASA). Nous pouvons très bien voir les zones urbaines et les signes d'activité à Saint-Denis, Saint-Paul et Saint-Pierre. La population totale de l'île de la Réunion est d'environ 800 000 habitants.

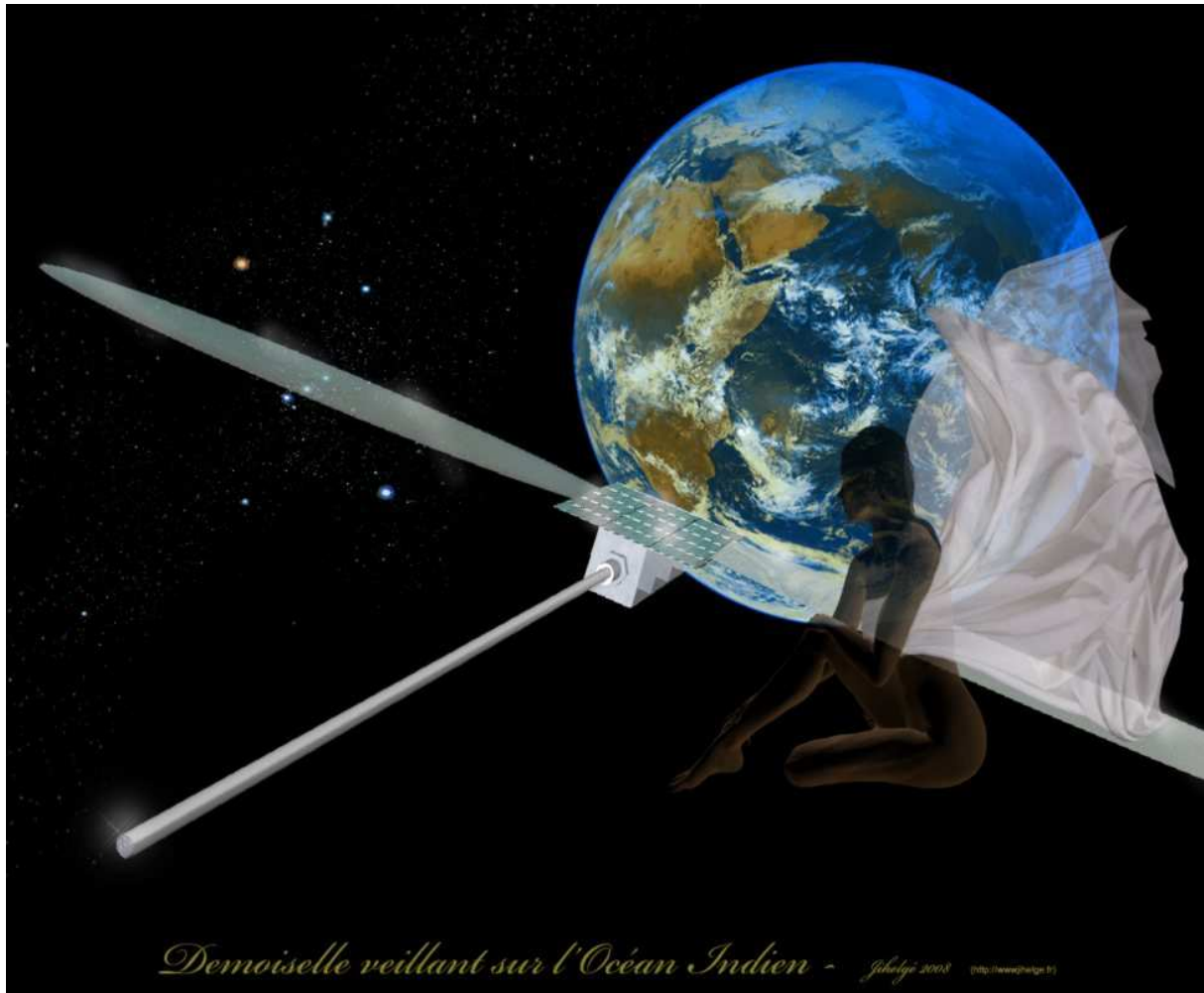


Fig 2: Vision du CubeSat Demoiselle au-dessus de La Réunion de l'Océan Indien (crédit Jean-Louis Gazaix)

LES CHOSES NE SE PASSENT PAS COMME PRÉVU

Le "Quasi-CubeSat" HanaFlora a été envisagé comme une étape vers la conception de l'engin spatial Demoiselle, pour donner au processus la consistance du réel. HanaFlora a été pensé comme un outil de développement sur une base concrète. Pendant l'année passée, une architecture compacte a vu le jour, et des composants adaptés ont été trouvés, mais nous avons échoué dans l'intégration finale des éléments et dans nos rendez-vous avec le calendrier programmé.

Les fusées à eau ont connu un grand succès auprès des jeunes de la ville de Saint-Denis de La Réunion, mais HanaFlora n'a pas pu être prêt à temps pour participer au festival et faire une démonstration de déploiement. Plus tard, deux concepts techniques originaux ont pu être développés et en partie effectivement testés, mais nous avons manqué l'effet médiatique qui aurait donné confiance à nos partenaires techniques et aurait boosté en eux le désir de s'impliquer activement.



Fig. 3 : Les composants de HanaFlora ne sont restés que des "pièces détachées" et n'ont pas pu être intégrés pour réaliser un engin pleinement opérationnel.

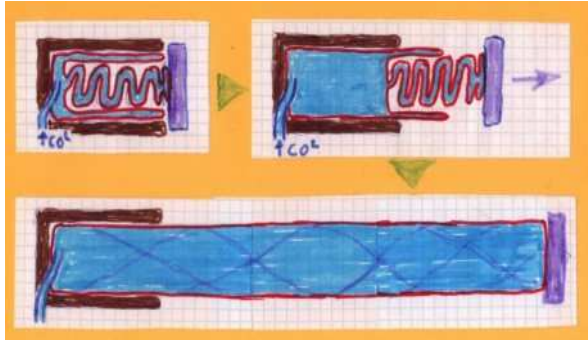


Fig 4 : Schéma de principe de la "dévagination" pour faciliter l'éjection des enveloppes gonflables.

Le processus de dévagination pour éjecter les ailes et le mât gonflables du conteneur de stockage avant le gonflage proprement dit s'est inspiré de la façon dont les méduses déploient leurs dards venimeux, afin d'éviter un blocage dans le conteneur.

Egalement, un système de raidissement par une résille de fils métalliques a été imaginé pour maintenir la forme des ailes déployées même si une perte de pression se produit après le gonflage initial.

IL FAUT DU TEMPS POUR L'ÉDUCATION

Demoiselle est essentiellement un programme de cubesat simple destiné à révéler à la communauté industrielle et technologique de La Réunion ses propres capacités dans le domaine spatial.

Cela demande une implication active concrète et directe dans la totalité du processus, pour prendre conscience des réalités spatiales.

À l'exception de quelques personnes motivées à titre individuel, après la forte manifestation initiale d'intérêt, il n'y a pas eu jusqu'ici beaucoup d'activité de la part des partenaires du Demoiselle, à l'exception de l'Unité de Formation et de Recherches en Sciences et en Technologie de l'Université de La Réunion, qui a travaillé sur des études thermiques pour le futur cubesat. Les autres partenaires ont peu bougé, restant dans l'expectative, pour voir d'abord ce qu'il adviendrait du programme. Et naturellement, de cette situation bloquée, il est sorti peu de progrès.

Cela peut être lié aussi au fait que le petit groupe de personnes qui a lancé le programme Demoiselle était désireux d'arriver à des résultats trop rapidement.

La compréhension des opportunités et la prise de conscience prennent du temps. Notre cerveau est puissant, mais lent. Sinon, les Romains auraient pu inventer l'électricité et développer des activités spatiales depuis plus de deux mille ans déjà.

A La Réunion même, il y a douze ans, en 1997, de jeunes élèves réunionnais avaient fait, avec des élèves russes, le premier satellite collégien du monde, un modèle réduit fonctionnel du premier Spoutnik.

Les systèmes électromécaniques pour le déploiement et le processus de gonflage ont été pré-assemblés mais ils ne sont pas terminés.

Le système informatique de bord et l'ensemble des circuits RC de remplacement pour le séquençage n'ont pas encore atteint le stade d'un premier montage.

Une version très limitée du modèle HanaFlora avec simplement la structure mécanique et un mécanisme fonctionnel d'éjection du conteneur a finalement été apportée à la campagne de lancement C'Space organisée par le Cnes et l'association Planète Sciences. Elle a pu voler à bord de la fusée expérimentale S-1 de Team Kanzai et être libérée avec succès à une altitude d'environ 600 mètres.

Quelques leçons utiles ont pu être retirées du programme HanaFlora, mais pendant ce temps-là, le programme Demoiselle lui-même n'a pas beaucoup progressé. Nous avons décidé de décaler le programme d'un an pour viser un achèvement au milieu de l'année 2011, juste à temps pour une présentation au Congrès d'Astronautique de Cape Town, en Afrique du Sud, près de l'île de La Réunion. Le compte à rebours est reparti et nous pouvons commencer à chercher une opportunité de lancement.



Fig. 5 : Des enfants de quinze ans de La Réunion et de la république russe de Kabardino-Balkar ont conçu et construit un modèle réduit de Spoutnik-1 qui a été lancé pour faire revivre en orbite le bip-bip historique.

Ce qu'il est intéressant de noter, c'est qu'il a fallu cinq mois de travail sur le matériel avant que les élèves ne se rendent vraiment compte qu'ils faisaient non seulement un travail de classe intéressant, mais surtout

qu'ils étaient en train de réaliser avec leurs propres mains un engin spatial réel qui volerait dans l'espace et tournerait tout autour de la Terre pendant environ deux mois avant de rentrer six mois plus tard.

Dans un autre exemple du décalage temporel nécessaire pour intégrer de nouvelles visions, il y a deux ans, en 2007, un litchi séché, un fruit tropical typique de La Réunion, a été envoyé en orbite dans le prototype Genesis-2 de Bigelow Aerospace. Et c'est

seulement cette année, en 2009, que ce symbole régional a été finalement et fièrement reconnu par la Présidente de l'une des collectivités territoriales locales quand elle a déclaré que dans les choses les plus importantes aujourd'hui il y avait l'océan, où nous pouvons récolter l'énergie du Soleil avec l'ETM, et la technologie spatiale, qui détient beaucoup des clés de notre avenir durable, avec de nouvelles visions de notre situation sur la Terre.

LE RÊVE CONTINUE

Nous ne sommes pas inquiets du silence actuel des partenaires industriels du Demoiselle, parce que La Réunion est une communauté îlienne quelque peu fermée et nous savons par les contacts personnels que chacun regarde ce qui se passe et que même si cela prendra plus de temps qu'envisagé initialement,

un potentiel réel s'accumule tranquillement dans les institutions et les entreprises pour qui et avec qui le programme Demoiselle a été conçu.

Le rêve reste encore un rêve pour le moment présent, mais en finale, la Réalité n'a pas d'autre option que de suivre le Rêve.



Fig. 6 : Une maquette du Demoiselle, présentée par des membres de l'U3P en janvier 2009 au Clos Lucé, la résidence française de Léonard de Vinci

REMERCIEMENTS

Merci à l'association des voiles solaires U3P pour le concept initial et pour son soutien sans faille.

Merci aux Petits Débrouillards de La Réunion pour leur remarquable programme éducatif avec les systèmes de fusées à eau.

Merci à Souki Systems du Japon et à Team Kansai

pour l'ordinateur de bord et pour le lancement de HanaFlora à bord de leur fusée expérimentale S-1.

Merci à l'équipe HanaFlora qui a donné son temps pour cultiver le rêve,

Et avant tout, merci à la communauté Demoiselle, qui porte en elle le potentiel.