

PLAN DE LA PRESENTATION

- Les projets satellites étudiants réalisés depuis les dix dernières années
- Le projet JANUS

EXPRESSO

EXpérimentations et PROjets Etudiants dans le domaine des SYstèmes ORbitaux et des ballons

Objectifs

- Impliquer des étudiants dans un projet spatial
- Participer à la promotion du spatial et des sciences
- Donner une expérience professionnelle aux étudiants

Résultats

Réalisation par l'Université de Montpellier 2 de :

- Un nanosatellite **ROBUSTA** (cubesat 10x10x10 cm ; 1Kg ; 1 Watt)
- Une station sol VHF/UHF (TM/TC)
- Un instrument scientifique : étude de la dégradation de circuits bipolaires sous l'effet des radiations (doses cumulées)

- Durée du projet 5 ans (2006 à 2011)
- Lancement 1^{er} tir de VEGA le 13 février 2012
- Fonctionnement quelques jours en orbite (Jusqu'au 1/3/12)
- Anomalie due à un problème de connexion entre les cellules solaires et l'alimentation (plus d'énergie).



Ressources

- 20 permanents UM2 (chercheurs, professeurs, techniciens : 7 ETP/an)
- 30 étudiants par an (150 étudiants ont participé au projet)
- Support d'experts CNES
- Budget en C à A d'environ 250 K€ (80 K€ CNES)
- Sponsoring d'entreprises (réduction achats)
- Moyens techniques de l'UM2 (machines à outils, pot vibrant,...)

BAUMANETS 2

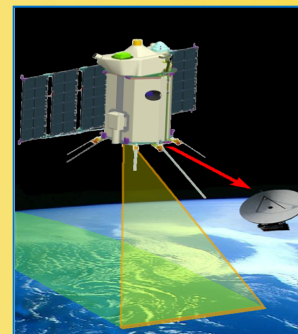
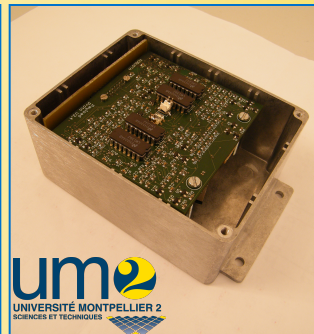


Objectifs

- ▶ Volonté en 2008 des ministres français M^{me} Pécresse et russe M^{me} Foursenko, de lancer "le développement et la réalisation conjointe d'un petit satellite scientifique dans le cadre d'un projet éducatif rassemblant des étudiants russes et français"
- ▶ Evénement année croisée France-Russie 2010

Résultats

- ▶ Coopération entre l'université technique état Moscou Bauman et l'université de Montpellier 2
- ▶ MGTU Bauman réalise :
Le satellite **BAUMANETS2** (40 Kg)
Le segment sol (centre de contrôle/station)
- ▶ UM2 réalise :
L'instrument FRP (Franco Russian Payload)
- Livré en mars 2013 à Bauman
La mise à niveau de la station sol
- ▶ Durée du projet (côté français) : 5 ans
Lancement Soyouz (prévu en 2013)



Ressources

- ▶ Ressources UM2 de ROBUSTA
- ▶ Budget CNES: 250 K€
- ▶ Budget Ambassade de France Moscou: 80 K€

PRATHAM



Objectifs

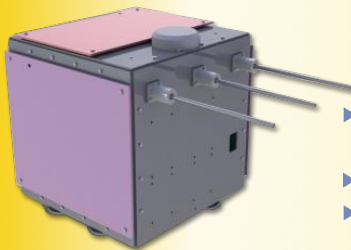
- ▶ Développement de filières professionnelles à l'université Paris Diderot (école d'ingénieur, masters)
- ▶ Création du Campus Spatial Paris Diderot
- ▶ Volonté de réaliser des projets étudiants dans le domaine du spatial

Résultats

- ▶ Depuis un an coopération entre l'Institut de Technologie de Bombay en Inde (IITB) et l'université Paris Diderot (Paris7)
- ▶ **IITB réalise :**
 - Un satellite **PRATHAM** (10 Kg, cube de 26x26x26 cm, durée de vie 4 mois)
 - Le segment sol (centre de contrôle/station)
 - La charge utile : mesure du contenu électronique total (TEC) de l'ionosphère par le phénomène de la rotation de Faraday
- ▶ **Paris Diderot réalise :**
 - ▶ Une station de réception VHF/UHF (437 MHz/ 145 MHz) installée à Paris pour réception du signal scientifique
 - Le traitement des données scientifiques de la charge utile
- ▶ Durée du projet (côté français) : 4 ans
- ▶ Lancement prévu fin 2013

Ressources

- ▶ Ressources Paris Diderot : 4 étudiants, encadrement par un doctorant et des enseignants chercheurs
- ▶ Support expert CNES
- ▶ Budget CNES: **30 K€**

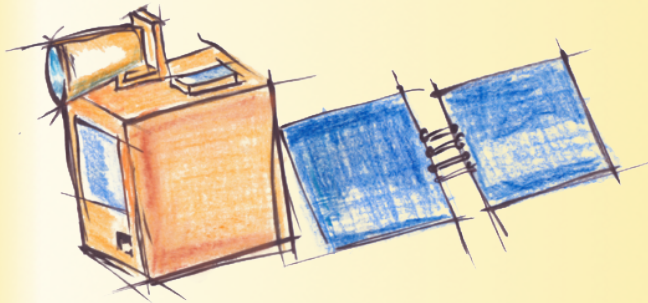


CONCEPT RISTRETTO

Objectifs

Suite de l'initiative EXPRESSO avec comme objectifs :

- ▶ Développer un concept « Super CubeSat » pour des **nanosatellites de gamme : 30x30x30 cm, 30 kg, 30 W** (missions plus ambitieuses)
- ▶ Adapter à **plusieurs lanceurs** en **passager secondaire** (incluant un dispositif d'interface et séparation lanceur standard)
- ▶ Utiliser un **réseau sol** de type GENSO, avec **bande S** pour une meilleure capacité de transmission de données
- ▶ **Minimiser les coûts** de développement : utilisation de COTS, recours aux technologies sol et en "open source"
- ▶ Développer par des **étudiants**



Difficultés

- ▶ Organisation au sein des universités et écoles de projets étudiants satellites de cette gamme
- ▶ Implication du CNES et des partenaires (industriels, associations,...) à définir
- ▶ Consolider le concept RISTRETTO (aspect lanceurs, architecture)

Résultats

Divers projets d'études dont :

- ▶ **3CSAT (8 étudiants de l'ISAE Toulouse , 2007) :**
Etude et spécification de besoin pour une plateforme multi-mission dans la gamme (30kg, 30 W, 30L)
- ▶ **VIMANA (6 étudiants) de l'IPSA Paris, 2008) :**
Etude d'un nanosatellite VIMANA pour la caractérisation de l'environnement radiatif spatial
- ▶ **OPUS-30 (7 étudiants école des Mines de Douai, 2009)**
Etat de l'art sur l'architecture des sous-système électrique et sous-système propulsion et proposition architecture sous-système électrique RISTRETTO

Stages CNES

- ▶ **Université de Paris Sud, B. Lathoud, 2008**
L'Open Source appliqué à une filière de satellites étudiants RISTRETTO
- ▶ **T. Lavazais (ENSEIHT) et V. Domingie (IPSA), février à juillet 2009**
Etude architecture RISTRETTO – étude phase 0 PASO,

Etude Phase 0 PASO

- ▶ **Etude industrielle EADS/Astrium et Thales Alenia Space :**
Etat de l'art sur les missions potentielles et sur les solutions techniques pour une plateforme gamme RISTRETTO
- ▶ **Phase 0.1 et phase 0.2 par les 2 stagiaires ENSEIHT, IPSA et le support des équipes techniques de la DCT :**
Proposition de solutions techniques du concept de satellites RISTRETTO

LE PROJET



Jeunes en

Apprentissage pour la réalisation de

Nanosatellites au sein des

Universités et des écoles de l'enseignement

Supérieur

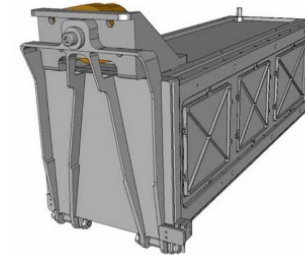
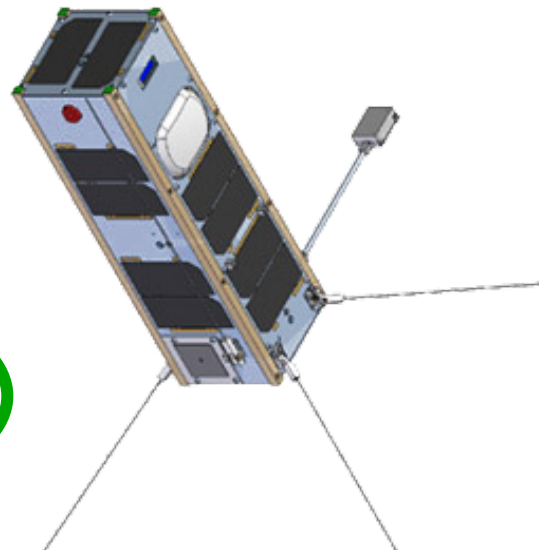
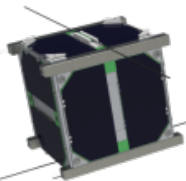


LES NANOSATELLITES

Masse comprise entre 1 Kg et 50 Kg

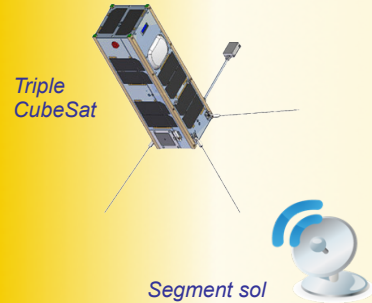
Concept Cubesat	simple :	10x10x10 cm	1,33 Kg	1 W
	double :	10x10x20 cm	2,66 Kg	2 W
	triple :	10x10x30 cm	3,99 Kg	3 W

- Adapté pour des projets universitaires et d'écoles d'ingénieurs
- Démonstrateurs technologiques (Industriels, Laboratoires et agences spatiales)
- Interface lanceur existante et qualifiée (Déployeur P-POD)
- Environ 150 mis en orbite (croissance importante)



Déployeur P-POD

OBJECTIFS



- ▶ **Favoriser la promotion du spatial** en proposant aux **étudiants** le développement de **systèmes spatiaux** composés de:
 - **nano satellites** de masse comprise entre **1 et 10 kg**, en privilégiant la « norme » **cubesat**
 - **instruments scientifiques** permettant de mesurer des paramètres de l'environnement terrestre, de réaliser des images de la planète dans différentes bandes spectrales, de localiser des véhicules, d'observer l'univers,...
 - **Segment sol** (station de réception de télémessures et d'émission de télécommandes, centre de contrôle, centre de mission)

- ▶ **Proposer et valider de nouvelles technologies** (matériaux, détecteurs, composants, ASIC, propulsion, contrôle d'attitude, calculateur, architecture électrique, moyens de communication,...)

- ▶ **Sensibiliser les étudiants** à la logique de **développement de projets spatiaux** et à **leur mise en œuvre** (conduite de projet, coopération avec des universités ou écoles d'autres pays, plan de développement, lancement, exploitation des données,...)

- ▶ **Promouvoir des enseignements scientifiques** avec **une dimension expérimentale forte** dans les différents **domaines du spatial** (mécanique, thermique, avionique, contrôle d'attitude, systèmes d'énergie, propulsion, centre de contrôle,...).

- ▶ **Communiquer et accroître le rayonnement des écoles et des universités**

COMMENT

Centres Spatiaux Etudiants dans les universités et les écoles d'ingénieurs

► Objectifs

- Proposer, étudier et réaliser des projets orbitaux et en assurer la **maîtrise d'œuvre**
- Intégrer les projets dans le **cursus des études**.

► Organisation

- **Mise à disposition d'un ingénieur/enseignant (au moins) à temps plein** chargé du fonctionnement du CSE et de l'organisation des projets.
- **Liens forts** avec des **laboratoires scientifiques** (enseignants/chercheurs, ingénieurs qui conçoivent et réalisent des instruments spatiaux, moyens techniques)
- **Association** avec d'autres **écoles et/ou universités françaises (y compris des IUT et des BTS)** pour couvrir l'ensemble des activités techniques d'un système spatial.
- **Coopération** avec des **universités étrangères** européennes mais aussi avec d'autres pays qui ont déjà des activités spatiales de tout premier plan (USA, Japon, Russie, Chine, Inde,...) ou qui cherchent à former des étudiants dans le domaine du spatial (Vietnam,...)
- **Partenariats** avec des **industriels** (PME) et des **associations** spécialisés dans les domaines du spatial.

► Logistique

- **Locaux adaptés** pour réaliser les travaux de **conception** et de **développement** (bureaux, plateforme technologique,...).
- **Moyens techniques** pour la **réalisation** et pour les **tests** (moyens laboratoires ou école ou université)



Laboratoires



Universités



Universités étrangères

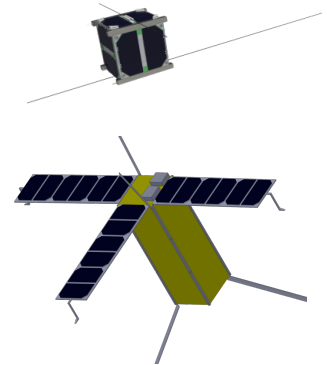


Industriels Associations

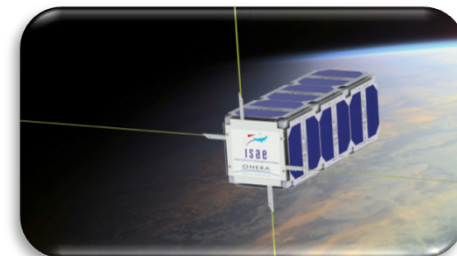
Où en sommes nous ?



- un **Centre Spatial Universitaire Solarium** (Construction d'un bâtiment au sein de l'UM2)
- **Fondation Van Allen** pour la gestion des projets satellites étudiants (UM2, ASTRIUM, INTESPACE, 3D+)
- Association avec le **labo RADIAC**
- Soutien Région Languedoc Roussillon
- Coopération avec Bauman, JPL
- Industriels impliqués : TRAD, Systhéia,...
- Projets : **ROBUSTA 1B**, simple cubesat (étude des doses de radiations sur des composants bipolaires)
- **RCUB (ESA)**, simple cubesat (étude des doses de radiations sur des mémoires SRAM)
- **Méditerranée-SAT**, triple Cubesat pour la collecte de données issues de navires pour effectuer des prévisions quantitatives des épisodes cévenols),...



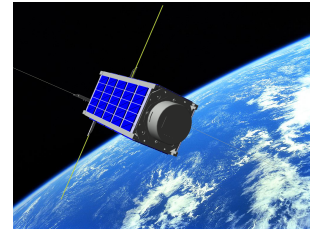
- Le **Centre Aéronautique et Spatiale (Le CAS)**
- Association avec **l'ONERA et l'OMP**
- Coopération avec L'UPS
- Projet s: **EntrySat**, triple cubesat de démonstration en orbite pour l'étude de la rentrée atmosphérique. Fait partie du réseau QB50, financé en partie par la CE et sous responsabilité VKI.
- **JUMPSAT**, triple cubesat pour la démonstration d'un contrôle d'attitude performant



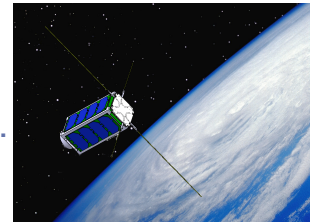
Où en sommes nous ?



- Création d'un **Centre Spatial Etudiant de l'X**
- Association avec les laboratoires **LMD** et **LPP**
- Projet : **X-Cubesat** , double cubesat pour l'étude de la thermosphère. Fait partie du réseau QB50 , financé en partie par la CE et sous responsabilité VKI



- Utilisation de la **structure d'enseignement MECATRONIQUE** de l'école pour développer des projets spatiaux
- Association avec le labo de **Robotique des Mines**
- Association avec les BTS du lycée Paris Diderot
- Projet : **SpaceCube** , double cubesat pour l'étude de la thermosphère. Fait partie du réseau QB50 , financé en partie par la CE et sous responsabilité VKI

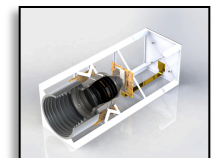
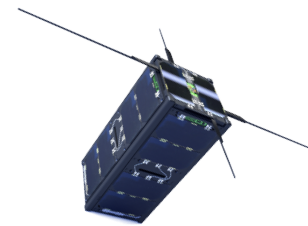


- Création d'un **Centre de Compétence Systèmes Embarqués pour le Spatial**
- Projet : **SAT-IP2** , double cubesat pour l'étude de la thermosphère. Fait partie du réseau QB50 , financé en partie par la CE et sous responsabilité VKI

Où en sommes nous ?



- Création d'un **Centre Spatial Etudiant**
- Association avec le laboratoire **LISA**
- Soutien du **Labex ESEP**
- Projet : **OGMS-SAT** (Out Gassing Material Study by Spectrometry Analysis), un triple cubesat de démonstration en orbite pour un nouveau capteur : la CRDS (Cavity Ring Down Spectrometer : mesure du spectre d'absorption de gaz) permet d'étudier la dégradation des matériaux exposés à des radiations solaires (UV, chaleur) et d'analyser des traces de gaz en orbite terrestre basse. Fait partie du réseau QB50 , financé en partie par la CE et sous responsabilité VKI.



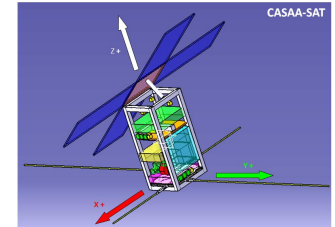
- Le **Campus Spatial Etudiant Paris Diderot**
- Association avec l'**IPGP et APC** (Astro Particule et Cosmologie)
- Soutien du **Labex UnivEarths**
- Projets
 - IGOSAT** : Triple cubesat pour mesurer le flux et le spectre des électrons de 1-20 MeV et des gammas dans l'anomalie sud atlantique et les cornets polaires
 - IONOSAT** : Triple cubesat pour étudier des tsunamis par mesure de la luminescence de l'oxygène à 630nm



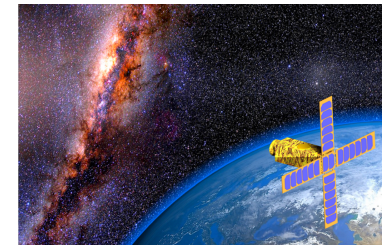
Où en sommes nous ?



- Création d'un **Centre Spatial Etudiant**
- Association avec le **LAM**
- Soutien du FP7, de la région
- Projet : **CASA-SAT**, un triple Cubesat pour caractériser l'Anomalie Magnétique de l'Atlantique Sud (un capteur de particules et une petite caméra)



- **Centre Spatial Etudiant Cachan**
- Etudes et conception par des étudiants en stage CNES, réalisation par des étudiants IUT Paris Sud
- Association avec le **LATMOS** et l'**OMP**
- Collaboration avec des PME (NOVANANO, Systhéa,...)
- Projet : **EYE-SAT**, un triple Cubesat pour une mission d'astronomie d'étude de la lumière zodiacale et de la voie lactée



Où en sommes nous ?



ELISA
Ecole d'Ingénierie des
Sciences Aérospatiales

UPMC
SORBONNE UNIVERSITÉS

ThalesAlenia
Space

- Le **Centre Spatial Etudiant Jules Verne**
- Association avec des laboratoires (GSMA, IAS) en cours de discussion
- Collaboration avec l'UPMC (système de micropropulsion à effet hall)
- Collaboration avec TAS (Toulouse)
- Projet : **ELISA-SAT**, un triple cubesat pour valider des composants hyper optique suite à une étude R&T TAS financée par le CNES

UPMC
SORBONNE UNIVERSITÉS

l'Observatoire de Paris | **LESIA** | **LPP**

imcce
Institut de Mécanique Céleste et de Calcul des Éphémérides

- Le **Centre Spatial Pierre et Marie Curie**
- Association avec des laboratoires LESIA, LPP, IMCCE
- Soutien du **Labex ESEP**
- Projets : Deux études en phase 0 de cubesat :
 - Mission METEOR dont l'objectif est de détecter et de caractériser des météores par photométrie et spectroscopie UV
 - Mission CIRCUS dont l'objectif est d'étudier in-situ les couches E/F de l'ionosphère (entre 90 et 400 km) à l'aide d'un récepteur radio et de mesurer le spectre de puissance du plasma entre 50kHz et 50Mhz à l'aide d'antennes radios et d'un récepteur TNR-HF (Thermal Noise Receiver)

Où en sommes nous ?

FORMATION ETUDIANTS ET PROFESSEURS

► Cours et conférences

- . Conférence : présentation CNES et missions scientifiques (Master de l'UM2) : A. Gaboriaud (septembre 2011)
- . Conférence : présentation de la LOS (Master de l'UM2) : Ch. Cazaux (septembre 2011, mars 2013)
- . Cours système (Master de l'UM2) : Dominique Séguela (janvier 2012, février 2013)
- . Cours SCAO (Master de l'UM2) : Chrystelle Pittet (septembre 2011 et février 2012, février 2013)
- . D'autres cours sont demandés : Thermique, Propulsion,...

► Sessions de formation CIC

- . L'objectif est de former les professeurs et les étudiants aux méthodes et outils d'ingénierie de dimensionnement des Phases 0 et A et B
- . Formation réalisée par les ingénieurs système et métiers du CNES
 - Les ingénieurs présentent leur outils métiers (Orbito, mécanique, thermique, énergie, RF et SCAO)
 - Les outils de synthèse et de visualisation du CIC sont présentés, utilisés et fournis
 - Un exemple de mission et de satellite ont été définis (microsat) et des TP sont proposés.
- . Plusieurs sessions CIC pour étudiants, professeurs et ingénieurs des écoles et universités ont été tenues
 - 5 et 6 juillet 2012 (professeurs et ingénieurs de toutes les universités et écoles impliquées)
 - 23, 24 25 octobre 2012 (UM2, UPS, stagiaires CNES en césure)
 - 19, 20 21 novembre 2012 (Université de Marseille et l'X)
 - 25, 26 27 Février 2013 (Université Paris Diderot, IUT Cachan)
 - 10,11 12 Juin 2013 (UPEC, ESTACA, CEA)
 - 4,5,6 Novembre 2013 (UM2, Paris Diderot, UPMC, stagiaires CNES)
- . D'autres sessions CIC seront programmées en 2014

► Mise en place d'un guide pédagogique

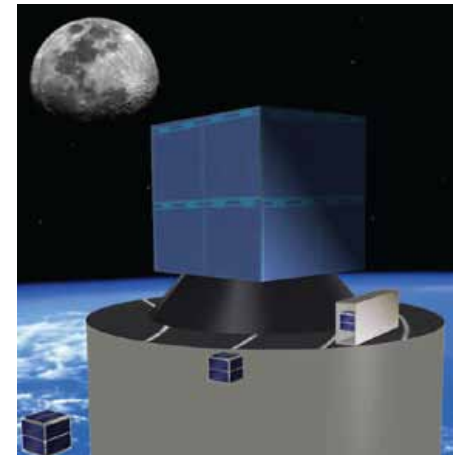
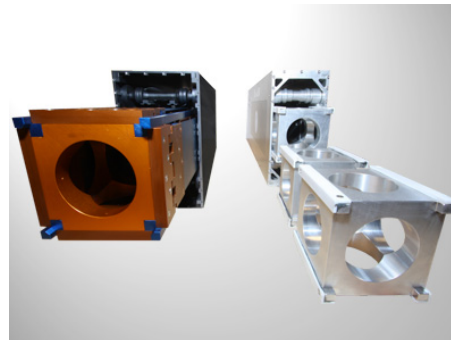
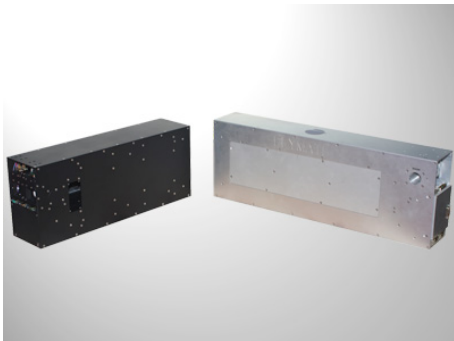
- . Fournir un guide simplifié pour le développement de systèmes orbitaux
- . Proposer une liste de documents types (Mission, Système, nanosatellite, charge utile,..) avec des « template »
- . Utilisation du retour d'expérience ROBUSTA
- . Utilisation du GNS (Guide Normatif Simplifié)

► Mise en place d'une Plateforme Collaborative Janus (en cours)

Où en sommes nous ?

QUALIFICATION ET LANCEMENT DES NANOSATELLITES

- ▶ Moyens et campagnes d'essais de qualification
 - . Discussion avec INTESPACE (Mr Airoidi)
 - . INTESPACE souhaite participer aux développements des nanosatellites étudiants.
 - Partenaire de la fondation Van Allen de l'UM2
 - Réalisation de la qualification de ROBUSTA à Intespace Toulouse en Novembre 2011 (coût : environ 15 K€)
 - Mise en place de moyens d'essais dans les locaux de l'UM2 et de l'UVSQ (LATMOS)
 - Réunion chez DCT/DA le 11/04/12
 - . D'autres moyens pourront être utilisés (CNES, LAM, IAS)
- ▶ Utilisation d'un éjecteur de nanosatellites
 - . L'objectif est d'utiliser une Interface lanceur qualifiée (ex : P-POD Poly-Picosatellite Orbital Deployer de Stanford University and California Polytechnic Institute ou le T-POD : Tokyo Pico-satellite Orbital Deployer qui peuvent éjecter un triple Cubesat)
 - . Discussion avec la société NOVANANO (Lyon) qui propose un ejecteur nommé FLYMATE et les services de lancement associés.
 - Premier vol avec succès sur un SOYOUZ le 19 avril 2013. D'autres vols sont prévus PSLV dans les mois à venir
 - Un contrat d'étude a été passé par le CNES pour définir les interfaces Cubesat/FLYMATE



▶ Lancements

- . Contact préliminaire avec Ariane Espace (Mme Canizares et Jérôme Thierry)
- . Groupe de Travail CNES lanceurs/satellites pour besoin en lanceur nanosatellites

Où en sommes nous ?

PLANNING GENERAL

