

Huitième Journée Suborbitale 3 juin 2015



















Programme

















A partir de 9h00 : Café d'accueil

9h30 : Ouverture de la « Journée Suborbitale »

Introduction : Musée de l'Air et Partenaires

10h00: Atelier « Aménagement Cabine »

Animation : P. Bultel (ACE) et Ph. Coué (Dassault Aviation)

- AéroUTC (UTC - Compiègne) - UT'Space (UTC - Compiègne) - N6Konnect (ISAE Ensica - Toulouse)

10h45: Atelier « Concept et Prédéfinition du VSH »

Animation: M-C. Bernelin (Dassault Aviation) et D. Golden (Airbus)

(UTBM - Belfort-Montbéliard) - Azim'UTBM - Ensicalarium (ISAE Ensica - Toulouse)

(Estia - Bidart) - ESTIA Concept

> 11h30: Ateliers « Aspects Juridiques » - Aspects Médicaux » et « Applications »

Animation : M. Beylard (MAE) et P. Bultel (ACE)

- DAST2015 (IDEST - Sceaux)

- Médicosmos (ISAE SupAéro & UT3 Paul Sabatier - Toulouse)

- OrbitClean (UTT - Troyes)

12h15: Déjeuner / Echanges informels

















14h15: Ateliers « Propulsion Principale » et « Trajectoire »

Animation: J-M. Sannino (Safran) et A. Souchier (APM)

- Arts&Moteurs (UTC - Compiègne) (ISAE Ensma - Poitiers) - Ensmaerospace - ISAFrmes (ISAE Ensica - Toulouse) - Team FPFI (EPFL - Lausanne)

- AM WP4 (Ensam - Châlons-en-Champagne)

15h30: Atelier « Avionique »

Animation: M-C. Bernelin (Dassault Aviation) et C. Duong (Thales)

- Brainstar (ESIEE - Noisy-le-Grand) - Discover'Int (Télécom Sud Paris - Evry) - **RO7A** (ENSEEIHT - Toulouse)

16h15 : Pause / Préparation de la remise des Prix

17h00 : Attribution des prix - Synthèse et perspectives

Attribution des Prix: - Prix des Partenaires

- Prix Spécial de la Journée Suborbitale

- Grand Prix de l'ESA

Synthèse de la Journée, perspectives et conclusion : Les partenaires

18h00 : Visites du Musée de l'Air et de l'Espace

19h30 - 21h30 : Dîner de clôture



















Résumé des travaux 2014 - 2015



















WP1: Concept et prédéfinition du VSH



Azim'UTBM

Ensicalarium

Isae 🚧

ESTIA Concept

WP2: Aménagement Cabine

AéroUTC



Isae 🚧 ENSICA

N6Konnect

UT'Space



WP3: Propulsion Principale



Arts&Moteurs

Ensmaerospace



ısae 🚧 ENSICA

ISAErmes

Team EPFL





















WP4: Pilotage de la trajectoire / de l'attitude



AM WP4

WP5: Avionique

Brainstar





Discover'Int

RO7A



WP9: Aspects Juridiques



DAST2015

WP10: Aspects Médicaux

Médicosmos





WP11: Applications



OrbitClean







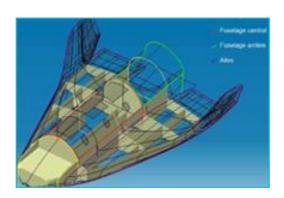












WP1 **Concept & Prédéfinition**

















Défi Aérospatial Etudiant

(WP1 - Concept et Prédéfinition du VSH) Paul PARMENTIER - Pierre AZAÏS - Morand CLAUX Université de Technologie de Belfort Montbéliard - UTBM - Sevenans

Après avoir obtenu le prix Airbus Group en 2014, l'équipe Azim'UTBM 2015 a reconçu un nouvel avion porteur capable d'effectuer non seulement la mission VSH mais aussi d'autres missions afin de partager son coût de développement et ainsi augmenter son potentiel de production. Ces missions sont : reconnaissance. bombardier. cargo, patrouilleur maritime et largage d'eau.

Notre développement s'est axé sur ces missions multiples. Notre travail a été d'imaginer un porteur unique polyvalent et optimum pour chaque mission. Nous avons procédé en pré-dimensionnant chaque « porteur mission » en faisant converger les caractéristiques afin d'avoir un porteur unique. Ceci sans dégrader l'une ou l'autre mission. Quant aux cahiers des charges retenus, nous nous sommes rapprochés d'avions représentatifs de ces différentes missions.



Les pré-dimensionnements nous permettent de définir la puissance installée de chaque « porteur mission ». Cette puissance est de l'ordre de 16000 kW pour les missions VSH, cargo, reconnaissance et bombardier ; et de 7000 kW pour les missions patrouilleur maritime et porteur d'eau.



Pour ces deux dernières missions, comptedп mauvais rendement turbomachine exploitée à puissance réduite. il est de loin préférable d'arrêter un des moteurs. Ainsi, le moteur en fonctionnement tourne dans les meilleures conditions de rendement. Le deuxième moteur sert au décollage et de secours en cas de panne.

Pour cette raison, capacité à tourner sur un moteur en permanence, la configuration push-pull nous est apparue comme la configuration la plus appropriée.

En vue de réduire la masse, le véhicule porteur ne sera pas pressurisé et sera sans pilote. Nous avons ainsi fait des recherches sur la sécurisation des autopilotes afin de fiabiliser notre porteur drone.

















Student Aerospace Challenge

(WP1 - Concept and Predefinition of MSV)

Paul PARMENTIER - Pierre AZAÏS - Morand CLAUX Université de Technologie de Belfort Montbéliard - UTBM - Sevenans

After having received the Airbus Group prize in 2014, the Azim'UTBM team 2015 has redesigned a new carrier airplane being able to carry out the MSV mission but also other missions in order to reduce its development cost and increase production potential. These new missions are: freight, survey, bomber, maritime patrol and fire-fighting plane.

Our development has focused on the multiple missions. Our job was to imagine a single and optimum carrier for each mission. We conducted pre-dimensioning each "carrier mission" bν converging characteristics in order to have a single carrier. This without degrading either the mission. As for the specifications of the selected loads, we approached aircraft representative of these different missions.



Pre-dimensioning allow us to define the power of each installed "carrier mission."

This power is of the order of 16000 kW for MSV missions, freight, survey and bomber; and 7000 kW for maritime patrol missions and fire-fighting plane.

For these last two missions, given the poor performance of a turbine engine operated at reduced power, it is far better to stop a motor. Thus, the operational turbine rotates in the best efficiency conditions. The second turbine is used for takeoff and emergency in case of failure.



For this reason, the ability to turn on a permanent turbine. the push-pull configuration appeared to be the most appropriate configuration.

To reduce weight, the carrier plane will not be pressurized and unmanned. We have done research on securing reliable autopilots to our drone carrier.

















Etude d'un système d'embarquement pour le VSH

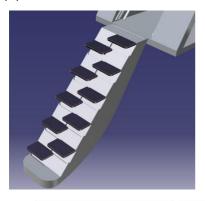
(WP1 - Concept et Prédéfinition du VSH)

Bastien Desmarquoy - Marine Masselis - Pierre Vincent ISAE, formation ENSICA, Toulouse

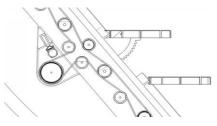
Emmener des touristes dans l'espace, leur faire découvrir des images que seuls les astronautes ont eu la chance d'admirer, et que nous ne connaissons nous-mêmes que par des photographies, tel est l'enjeu final de la conception du Véhicule Suborbital Habité (VSH).

Mais comment permettre à ces clients d'accéder au VSH et d'entamer ainsi leur extraordinaire expérience? Quelle image viendra clore ce moment merveilleux ?

L'équipe ENSICALARIUM a souhaité proposer une solution de système d'embarquement et de débarquement pour le VSH. Deux choix ont été définis en postulats de cette étude. D'une part. le système d'embarquement étudié a été intégré à la structure du VSH, d'autre part l'aéronef pour lequel l'étude a été menée est celui de l'équipe Azim'UTBM 2014.



Pour des raisons de sécurité, notamment lors de la phase de vol en apesanteur, l'escalier inséré à la porte du VSH ne pouvait pas rester tel quel une fois la porte fermée. La solution recherchée a donc été une articulation des marches de l'escalier. De cette façon, une surface plane pouvait être obtenue à l'emplacement de la porte lorsque l'on se situe à l'intérieur du VSH.



Par ailleurs, pour des raisons de gain de masse, la configuration de marche adoptée a été celle d'une plaque consolidée par des raidisseurs.

Enfin, le choix atypique d'un escalier à pas japonais a reposé sur l'aisance de pratique qu'il permettait d'obtenir. En effet, malgré une pente raide d'environ 51°, l'escalier à gravir pour accéder au VSH - ou à descendre pour en débarquer - resterait confortable de par la hauteur, la profondeur et la largeur de ses marches. Ainsi, non seulement ne viendrait-il pas contrarier la magie de l'expérience, mais il y ajouterait de plus une touche d'originalité.

















Study of a boarding system for the MSV

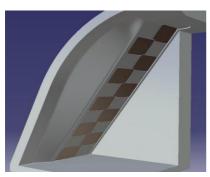
(WP1 - Concept and Predefinition of MSV)

Bastien Desmarquoy - Marine Masselis - Pierre Vincent ISAE, formation ENSICA, Toulouse

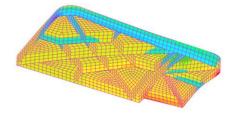
Bringing people out of the atmosphere into space, making them discover the scenery that only astronauts could admire up to now, the scenery that we can only see through pictures; such is the aim behind the conception of the Manned Suborbital Vehicle (MSV).

But then, how should we enable the clients to get into the MSV, and thus begin their extraordinary experience? How should such a wondrous journey end?

The ENSICALARIUM team wished to propose a system for the boarding and disembarking of the passengers of the MSV. Two choices, made during the preliminary thinking phase, were determinant factors for the project. First. the studied system would be integrated in the structure of the MSV. Second, the said structure would be based on the work done by the 2014 Azim'UTBM team.



For security matters, especially during the flight phase where passengers experience weightlessness, the stairs, which are included in the MSV door, could not remain as they were. The sought solution was to articulate the steps. The door would then present a flat surface once closed, instead of a reverse stairway.



Moreover, in order to gain mass, the chosen final design of the steps was a slim aluminum slab strengthened with stiffeners.

Lastly, it was determined that the most appropriate sort of stairs would alternating tread stairs. This form has the advantage of being a lot more comfortable to use when the slope is steep, which is the case with the MSV: the slope of the stairs is about 51°. The reason behind this ease of use is the greater tread depth which is permitted by this configuration, for the same rise height. As such, this stairway would not diminish the magic of the experience, and it would even add an original touch to it.

















Etude et prédéfinition d'une solution de tourisme spatial

(WP1 - Concept et Prédéfinition du VSH)

Amaury AWES-CHEYNIS - Alexis DUHEM - Alix LEROY - Florentin MANNEVYTASSY -Alexandre MILLOT ESTIA - Bidart

Pour notre deuxième participation au Défi Aérospatial Étudiant, nous voulions nous concentrer sur l'environnement du Véhicule Spatial Habité, c'est-à-dire à la fois le VSH. l'avion porteur et les interactions entre les différents acteurs. Nous avons donc établi un cahier des charges détaillé, réalisé une CAO du VSH, réalisé les calculs de mécanique des fluides et de structure afin d'obtenir les paramètres nécessaires pour dresser la trajectoire du VSH.



Nous avons aussi établi les modifications nécessaires à un avion existant, afin d'obtenir une solution conforme au cahier des charges.

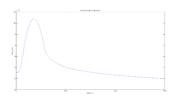


Et enfin nous avons réalisé une étude sur les matériaux composites envisageables pour le bouclier thermique lors de la rentrée dans l'atmosphère. Nous avons exploré une solution pour la rentrée dans l'atmosphère permettant d'avoir des configurations de vol

idéales. la fois dans à la partie supersonique du vol lors de la montée mais aussi dans la partie subsonique lors de la descente et de l'atterrissage, tout en garantissant la sécurité des passagers. Cette solution inspirée du X38 permet de parfaitement contrôler la trajectoire à l'aide d'un parachute type parafoil de 1200 m².



Notre solution utilise donc un Airbus A340-500 comme avion porteur pour amener le VSH à 11 km d'altitude et ensuite le VSH utilisera un moteur LOX/RP1 (Oxygène liquide - kérosène) afin de franchir la limite de l'espace c'est-à-dire 100 km après 50 secondes de poussée.



Enfin le VSH redescendra et se posera à l'aide de parachutes. Ce vol prendrait environ une heure en tenant compte du temps de montée de l'avion porteur.















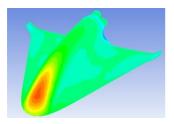


Study and predefinition of a space tourism solution

(WP1 - Concept and Predefinition of MSV)

Amaury AWES-CHEYNIS - Alexis DUHEM - Alix LEROY - Florentin MANNEVYTASSY -Alexandre MILLOT ESTIA - Bidart

For our second participation to the Student Aerospace Challenge, we wanted to focus on the environment of the Manned Spatial Vehicle i.e. the MSV itself, the carrier aircraft and how the MSV interacts with the different players. We have established a detailed specification sheet, a CAD model as well as all the fluidic and structural calculations required to establish the trajectory of the MSV.



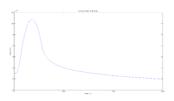
W۵ have determined the required modification to an existing airframe in order to obtain a suitable solution in correlation with the specifications.



And finally we have conducted a study on composite materials that have suitable properties for the heat shield of the MSV while reentering the earth atmosphere. We have explored a solution for the reentry allowing us to be in ideal flight conditions both in a supersonic state while climbing and in the subsonic state when gliding back to the ground and that also guaranties the safety of the persons on board. This solution inspired from the X38 allows to perfectly control the trajectory thanks to a parafoil type parachute measuring 1200 m².



Our solution uses an Airbus A340-500 as carrier aircraft in order to bring the MSV to an altitude of 11 km from which it will use a LOX/RP1 (Liquid oxygen/kerosene) engine in order to cross the boundary of space i.e. 100 km after a 50 seconds burn.



Finally the MSV will glide down and land using parachutes. This flight will be about an hour long including the time required for the carrier aircraft to climb to the separation altitude...







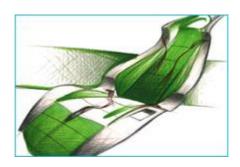












WP2 Aménagement cabine Cabine layout

















WP2 - AMENAGEMENT CABINE

Aménagement cabine

(WP2 - Aménagement cabine)

Charline HAMET - Tanguy SANCHEZ - Bilal GUENCHI - Pierre-Nadim MISLEH Université Technologique de Compiègne

Ce projet étant destiné à des vols touristiques, il est nécessaire que la sécurité du passager et son confort ne fassent qu'un. Nous avons vu notre plan comme une démarche d'ingénieur : dans un premier temps nous avons fait les hypothèses et les réglages avant le vol. Puis nous les avons vérifiés à travers des tests pour enfin analyser les résultats et les interpréter. On a détaillé et quantifié dans un premier temps chaque paramètre qui rentrait en jeu durant la phase de vol (T°, pression..) pour permettre un vol dans des conditions optimales. Pour finir nous nous sommes tournés vers l'analyse du ressenti des passagers.

Les réglages

Le vol suborbital nécessite toute une partie réglages en amont qui concerne l'ensemble des facteurs intervenant dans l'aménagement de la cabine. Il fallait d'abord lister l'ensemble de ces facteurs et ensuite analyser les plus importants que ce soit de manière qualitative ou quantitative. Une fois que les facteurs qui nous semblaient fondamentaux ont été choisis, nous avons cherché les différentes solutions techniques qui pouvaient répondre aux exigences posées et nous avons ensuite choisi la solution optimale. Cette partie est très importante dans le cadre de notre exposé car elle conditionne la suite du vol, notamment dans le cadre de la pressurisation cabine. Nous nous sommes donc efforcés de chercher plusieurs solutions et de les comparer entre elles afin de trouver celle qui répondait au mieux à notre problématique.

Construction de l'AMDEC

Dans un projet qui s'inscrit dans une démarche ingénieur, il est nécessaire d'établir des analyses concernant la sécurité globale du système. Ici nous avons fait l'analyse des modes de défaillances et de leur criticité plus communément appelé AMDEC. Nous nous sommes essentiellement concentrés sur la partie AMDEC produit, qui englobe l'AMDEC fonction et composant, pour faire ressortir la criticité et assurer la viabilité d'un produit pour son utilisation respective. On a défini les concepts importants, puis après hiérarchisation des fonctions essentielles, nous

avons élaboré l'AMDEC. Nous avons ainsi défini les fonctions et les composants à risque dans ce projet.

Santé

Énumération des perturbations physiologiques dans l'espace. Contrôle des constantes physiologiques des passagers en temps réel et possibilité de soins en grande partie grâce au système : Heartrate camera du MIT (mesure du rythme cardiaque à l'aide d'une simple caméra, cf.ci-dessous).

Température interne contrôlée à l'aide d'un thermomètre pilule. Le contrôle médical se déroulant par le biais de l'analyse des comptes rendus de capteurs concernant les comportements physiologiques des passagers pendant le vol. De plus pour allier confort et sécurité du passager, nous avons pensé à une combinaison expérimentale, la MIT biosuit, permettant une mobilité du passager accrue en comparaison à la combinaison spatiale habituelle.



Ambiance

L'ambiance étant importante dans ce projet, nous avons décidé de la définir en fonction des sens:

- Ambiance lumineuse : Choix de lumières adaptées aux différentes étapes de vol.
- Ambiance sonore : Bruit du moteur, alarmes de sécurité, perturbations... (Insonorisation)
- · Vision sur l'extérieur : Hublots larges, vision panoramique. Hublot connecté au système Hololens permettant une réalité augmentée.

Aftermovies

Réalisation d'une filmographie que les passagers pourront conserver comme souvenir. gyroscopique sur le casque et dans la cabine pour un aftermovie voyage connecté (partage avec tes proches).

















WP2 - CABIN LAYOUT

Cabin layout

(WP2 - Cabin layout)

Charline HAMET - Tanguy SANCHEZ - Bilal GUENCHI - Pierre-Nadim MISLEH Université Technologique de Compiègne

This project has been intended for scenic flight. that is why it is necessary to insure the passengers safety and their comfort.. We defined our plan as an engineering approach: first we made the hypotheses and flight sittings. Then we checked them through tests to analyze the results and interpret them. At first, we detailed and quantified every parameters involved during the flight (T °, pressure ...) to allow optimal flight conditions. Finally, we have been focused on passengers' feelings regarding the trip.

Settings

The suborbital flight needs some settings concerning the all factors related to the space shuttle layout. First we listed the whole of these factors and then we analyzed only the most important factors in a qualitative and a quantitative approach. After choosing the most important factors, we sought several solutions which answered to the requirements and then we chose the best solution. This part is very significant in our report because it determines the rest of the flight. So we try hard to seek several solutions and to compare them in order to find the best solution.

AMDEC

In a project that takes part in an engineering approach, it is necessary to establish analyses regarding the global safety of the system. Here we made the analysis of the failure modes and their criticality more collectively called AMDEC. We have been focusing essentially on the part of AMDEC, which includes the AMDEC function and the components, to highlight the criticality and assure the viability of a product for its respective use. We began to define the important concepts for the good understanding of the AMDEC, then after ranking the essential functions, developed the AMDEC. As a result we defined the functions and the components that may be risky.

Health:

Presentation of the physiological disturbances in the space. Monitoring of the passenger's physiological constants in real time and possibility of care thanks to the Heart rate camera system of the MIT (measure with a camera). Monitoring of internal temperature a thermometer pill. Medical monitoring with analysis of sensors reports regarding physiological behavior of passengers during the flight.

The medical supervision takes place thanks to the analysis of the sensors reports regarding the physiological behavior of the passengers during the flight. Furthermore we thought of an experimental suit, MIT biosuit: it allows a better mobility than usual space suit.



Atmosphere

The atmosphere is really important, so we decided to define it based on the senses:

- Lights: lights change and fit at various times during flight.
- · Sound condition: Avoid noises made by the engine. Security Alarm. Soundproofing.
- · Visibility: huge windows connected to the Hololens (by Microsoft). Augmented reality allowed.

Aftermovies

Realization of a filmography that passengers can keep as memories. Gyroscopic GoPro on the helmet and in the cabin too for a connected space trip (share with your friends).

















WP2 - AMENAGEMENT CABINE

Prédéfinition d'un casque à réalité augmentée et interface homme-machine pour un VSH

(WP2 - Aménagement cabine)

Jérémy BAIN - Jean-Charles BERNARD - Matthieu MAUREL - Maxime THIERRY - Jonathan WIRTZ ISAE, formation ENSICA - Toulouse

Depuis le premier vol orbital de Youri Gagarine et les missions spatiales qui ont suivi, nombre de Terriens furent pris du rêve de pouvoir voyager vers les étoiles. Ce rêve, inaccessible jusqu'à maintenant, est à présent à portée de main, par le tourisme spatial, en pleine expansion avec l'étude de véhicules suborbitaux. C'est tout le sens du Défi Aérospatial Étudiant, qui convie des équipes étudiantes à travailler sur certains points de conception de la réalisation de ces véhicules

C'est dans ce sens que nous avons souhaité participer au Défi, qui s'inscrit, pour les étudiants du groupe en deuxième année, dans le cadre d'un projet annuel. Partant d'une idée, nous avons choisi d'axer notre travail sur la prédéfinition d'un casque à réalité augmentée, présentant interface homme-machine de type montre destiné à un VSH. Partant de zéro, nous avons alors réalisé une étude de type Ingénierie Systèmes, qui nous a ainsi permis de prévoir ce à quoi pourraient ressembler ces systèmes en tenant compte des spécificités de la mission.

Nous avons donc été en mesure d'identifier trois catégories de passagers : le pilote, le passager réel du VSH, le passager terrestre. Cette dernière catégorie présente de fortes spécificités dans la mesure où un tel passager ne serait pas embarqué, mais devrait s'immerger dans la mission. Nous avons alors identifié les spécificités de chacun de ces niveaux, et des sondages nous ont aidés à identifier les attentes.

L'étude de type Ingénierie Systèmes que nous avons menés nous a permis, partant de là, d'identifier exactement ce dont devait être capable le svstème que souhaitions définir.



Un état de l'art sur les technologies existantes a alors été réalisé pour assurer la réalisation de chacune de ces fonctions, en y apportant un regard critique au vu des contraintes et spécificités qu'apportent tant les passagers que la mission. Cela a mis en évidence un fait simple : il n'existe pas de système qui, à l'heure actuelle, serait entièrement adaptable.

Cela nous a permis de prédéfinir et proposer un système qui tienne compte à la fois des besoins de chaque passager et des spécificités d'une mission suborbitale. présentant notamment des problèmes d'ergonomie.

















WP2 - CABIN LAYOUT

Predefinition of an augmented reality helmet with humanmachine interface for use in MSV

(WP2 - Cabin layout)

Jérémy BAIN - Jean-Charles BERNARD - Matthieu MAUREL - Maxime THIERRY - Jonathan WIRTZ ISAE, formation ENSICA - Toulouse

This Yuri Gagarin's first orbital flight and the following space missions inspired many earthlings their dream to fly to the stars. This dream used to be inaccessible. It is now within easy reach thanks to the spread of space tourism and the study of suborbital vehicles. This is what the Aerospace Challenge is all about. It invites student teams to work on specific design points of the making of such vehicles.

This is why we wished to enter the Challenge, which for the second years among us is done in the context of an academic research project. We started from an idea we had and focused our work on predefining an augmented reality helmet, featuring a watch-like human-machine interface, to be used in the context of the Manned Suborbital Vehicle (MSV). We started from scratch and carried out a system engineering study to determine what the systems would look like without forgetting what is specific about such a mission.

We were able to identify three categories of passengers: the pilot, the actual MSV passenger, and an earthly passenger. The latter is quite specific a passenger. Indeed, this kind of passenger would not be on board but should be fully immersed in the mission. We then identified what was specific about each category, and carried out surveys to help us understand their expectations.

Having done this, the system engineering study we carried out enabled us to determine what the system we wanted to define should be able to do exactly.



We subsequently got interested in the latest developments, in order to properly manage all these functions. However, we kept in mind that each passenger, as well as the mission itself, brings a lot of constraints and special features. This enlightened a simple fact. There is no current system we could completely adapt to the MSV.



Thanks to this, we could predefine and suggest a system which would be taking into account both the passenger's needs and the suborbital mission's specifics, ergonomic issues for instance.

















WP2 - AMENAGEMENT CABINE

Système innovant d'attache des passagers

(WP2 - Aménagement cabine)

Thomas VITIS - Guillaume BRESSON - Jérémie RICQUIER - Ronan PERRAUD Université de Technologie de Compiègne - UTC

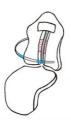
Ιa trajectoire spécifique des suborbitaux offre une courte période de d'apesanteur dans la navette. passagers sont alors libres dans la cabine et peuvent profiter de cette sensation unique.

Pour maximiser ce temps, les transitions les deux phases de fortes accélérations encadrant la phase d'apesanteur doivent être rapides.

Les passagers doivent pouvoir s'attacher et se détacher de leur siège en quelques secondes. dans des conditions d'apesanteur et de manière sécurisée. Le but étant d'être en bonne position pour résister aux fortes accélérations qui seront subies lors de la montée et la descente.

Notre projet consiste à minimiser ce temps de transition par une vision nouvelle de la fixation des passagers à leur siège.

Nous proposons un concept innovant et réaliste d'une combinaison portée en permanence par le passager et se fixant sur le siège afin d'assurer son maintien pendant les phases d'accélération.







Cœur du concept, le système d'attache en forme de prisme est intégré au dos de la combinaison et se couple avec le siège pour les rendre solidaires.

Les formes du prisme et du siège sont complémentaires et permettent au passager de se fixer rapidement sur son siège en s'aidant de l'arceau





Le buste de la combinaison intègre une couche amortissante, des renforts rigides et des lanières réglables pour offrir répartition des efforts sur tout le buste.

Une fois le passager fixé, l'appuie tête descend pour se coupler avec le prisme à l'intérieur du siège. La combinaison est alors alimentée en air pressurisé et en dioxygène pour permettre au passager de résister de manière sécurisée les fortes accélérations.

















WP2 - CABIN LAYOUT

Predefinition of an augmented reality helmet with humanmachine interface for use in MSV

(WP2 - Cabin layout)

Thomas VITIS - Guillaume BRESSON - Jérémie RICQUIER - Ronan PERRAUD Université de Technologie de Compiègne - UTC

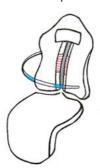
The trajectory followed by suborbital flight offers a short time without gravity inside the shuttle and passengers can enjoy this incredible feeling.

To maximize this time, transitions between accelerations phases and weightlessness must be the shortest as possible.

Passengers must be able to fix and free from the seats only in a few seconds, without gravity, in a secure way. The passengers absolutely need to be attached on their seats during the strong accelerations phases to avoid injuries.

Our project aims to minimize the transition time thanks to a new system to fasten them on their seats.

We propose an innovative and realistic suit permanently worn by the passengers during the journey. The suit will enable to be fixed them on the seats so that they are maintained during strong acceleration phases.





The concept is centralized around the attaching system. At the back of the suit, a prism enables to fasten the suit with the seat.

The prism and seat shapes are complementary and allow an automatically alignment between them. The passengers can simply have help from the hoop.





The upper back part of the suit is composed of a soft and damp layer close to the skin passenger. A shell reinforced with rigid stringers maintains this layer and allows installing the prism. The front part is making up of adjustable straps that can be adjusted with a simple button.

Once the passengers fixed, the headrest goes down to connect the pressurized air. A pressure can consequently put around the legs to allow the passenger to better resist to the negative acceleration



















WP3 Propulsion principale

Main propulsion

















WP3 - PROPULSION PRINCIPALE

Etude d'une propulsion par turboréacteur et statoréacteur

(WP3 - Propulsion Principale)

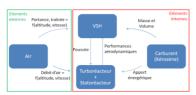
Thomas ELIA - Henri FERIEN - Mathias GHESTEM - Antoine MOSNAY Ecole Nationale Supérieure des Arts et Métiers - Châlons-en-Champagne

Objectif

Les travaux sur la propulsion principale d'un VSH lancé depuis un avion porteur sont en général basés sur l'étude de moteurs fusée. Ces modes de propulsion excluent, pour des raisons de sécurité liées au stockage des propergols, un décollage depuis un aéroport classique. Motivés par l'esprit novateur du défi, nous avons décidé de proposer un nouveau mode de propulsion rendant le VSH entièrement autonome. lui permettant d'utiliser du kérosène avion, de décoller depuis un aéroport classique, et de se passer d'avion porteur. Ainsi, nous avons été amenés à combiner un turboréacteur avec un statoréacteur, et à statuer sur la viabilité de cette solution.

Démarche globale

Pré-dimensionner un système de propulsion aérobie nécessite de connaître tous les paramètres influant sur le vol. ainsi que de connaître les bouclages à prendre en compte:



Ces bouclages permettent de mettre en évidence les couplages forts entre les paramètres.

Notre étude porte donc tout d'abord sur la phase balistique. Nous déterminons les

performances moteur à atteindre : Mach 4.1 à 32000 mètres d'altitude et avec une pente 80°. Nous caractérisons ensuite l'aérodynamique du VSH. Le choix d'un profil d'aile NACA nous conduit à la modélisation du VSH, en nous inspirant du Lockheed SR-71 et du Concorde.

L'application d'une démarche empirique utilisée pour les avions de chasse nous permet d'estimer les coefficients aérodynamiques jusqu'à Mach 2,5. Au-delà. nous nous appuvons sur des simulations numériques sous Star-CCM +.

Un algorithme de pré-dimensionnement des réacteurs utilisant les résultats aérodynamiques, le calcul des paramètres atmosphériques et l'étude approfondie des équations moteur, est ensuite implémenté. Nous procédons par itération, afin de converger vers la section d'entrée d'air nécessaire aux performances escomptées. L'intégration pas à pas du PFD nous donne le profil de vol. Dans une première approche, nous nous placons sur une trajectoire rectiligne à pente constante lors la phase propulsée. Ce prédimensionnement étant fait. nous proposons une méthode d'optimisation globale de notre VSH. Cette méthode joue sur la géométrie du VSH, et utilise une impulsion spécifique corrigée prenant en compte la traînée, influant ainsi sur le plan de vol et la consommation de carburant.

















WP3 - MAIN PROPULSION

Study of a turbojet and ramjet propulsion system

(WP3 - Main Propulsion)

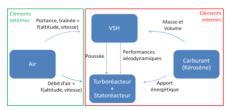
Thomas ELIA - Henri FERIEN - Mathias GHESTEM - Antoine MOSNAY Ecole Nationale Supérieure des Arts et Métiers - Châlons-en-Champagne

Objective

Works on the primary propulsion system of a MSV launched from a carrier aircraft are generally based on the study of rocket engines. Due to security reasons linked to the storage of propellants, take offs from public airports are not authorized. Motivated by the innovative spirit of the challenge, we decided to work on a new propulsion mode that would make the MSV autonomous. allowing it to consume kerosene from civil aircrafts, to take off from regular airports and without needing to be launched from another aircraft. Thus, we have decided to combine a turbojet with a ramjet, and will approve the viability of this solution.

Overall Approach

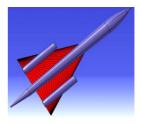
Pre-sizing an aerobic propulsion system requires knowledge of all the parameters that have an effect on the flight, as well as the loops that need to be considered:



These loops allow us to highlight the strong coupling between the parameters.

First, we study the ballistic phase, to determine the engine performances that need to be reached: Mach 4.1 at a 32000 meters altitude and with an 80° incline.

Then, choosing a NACA wing profile, we design the MSV, inspired by the Lockheed SR-71 and the Concorde.



We estimate the aerodynamic coefficients up to Mach 2.5, with an empirical approach used for fighter aircrafts. For bigger Mach numbers, we rely on numerical simulations with Star CCM+.

Then, we implement a pre-sizing algorithm using the aerodynamic results. the calculation of the atmospheric parameters and the detailed study of the engine equations. We proceed by iteration to converge towards the required air inlet section to reach the expected performances. The step by step integration of Newton's second law gives us the flight profile. Our initial approach consists in working with a rectilinear trajectory with a constant slope during the propulsion phase. After the pre-sizing, we propose a global optimization method of our MSV. This method causes the MSV's geometry to vary and uses a corrected specific impulse taking into account the drag, thus affecting the flight plan and the fuel consumption.

















WP3 - PROPULSION PRINCIPALE

Défi Aérospatial Etudiant 2015

(WP3 - Propulsion Principale)

Alexis LEFEVRE - Antoine LEFEBVRE - Moutassem EL RAFEI - Laure DURAND -Mohammed ALI SAAFI (avec la contribution de Thibault DE BRAS DE FER et Matthieu FLORIN) ISAE-ENSMA - Chasseneuil-du-Poitou (Futuroscope)

L'idée

Comment est-ce que le secteur spatial pourrait se développer rapidement, si le prix/kg de charge utile est si élevé ? Si l'on imaginait des lancements vols suborbitaux avec (intéressant au vu de la réutilisation des véhicules = abaissement du prix de lancement et du prix de vol par passager), comment se fait-il que 5,4t sur les 11,6t du véhicule, soient réservées aux ergols, constitués en maieur partie d'oxygène liquide, qui pourrait très bien être récupéré le l'air environnant pendant la majeure partie du vol ?

La technologie

Le moteur hybride aérobie/anaérobie SABRE, développé par Reaction Engines Ltd., a récemment prouvé pouvoir refroidir en 20 ms l'air de l'atmosphère à 120 °K pour l'injecter dans un moteur fusée, et continue son développement vers un démonstrateur à taille réel.



La problématique

Au vu des dimensions d'un véhicule suborbital, pourrait-on envisager l'utilisation du moteur SABRE comme moyen de propulsion principal?

Quel conception et trajectoire de vol faudrait-il envisager?

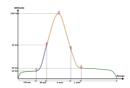
Contraintes

Concevoir un véhicule pour le vol habité (+5.4 G Mach 3.8), avec des technologies existantes, tout en garantissant une fiabilité totale, et une réutilisation maximale afin de réduire les coûts de maintenance.

L'application au VSH

Le propulseur SABRE a été réétudié pour être mis à l'échelle de notre véhicule, et fournir ainsi une poussée qui varie autour de 150 kN, pour une ISP de 5189 s en vol aérobie, et de 441 s en vol anaérobie.

Une trajectoire optimisée sous contraintes pour la propulsion SABRE et ainsi minimiser la consommation d'ergol a été établie :



On obtient ainsi plusieurs phases de vol distinctes : une ascension à 20 km d'altitude puis une accélération à Mach 3.5 en vol aérobie, ensuite la propulsion anaérobie prend le relais pendant 59s. aidée de forces aérodynamiques importantes, afin de lancer la navette à 55 km dans un vol parabolique en impesanteur de 3 min 11 s, pour une consommation totale de 2,4 tonnes d'ergols.

L'aérodynamique, la chambre de combustion, la tuvère, les entrées d'air, et les réservoirs ont donc été étudiés afin de satisfaire ce concept de véhicule suborbital (VSH).

Un concept de VSH réalisable dans les 10 à 15 ans, moyennant financement, a été établi. L'efficacité de propulsion du réacteur SABRE permet, par son application aux vols suborbitaux d'obtenir de très bonnes performances, et ouvre la voie à son application à d'autres domaines : le voyage transcontinental, et orbital.

















WP3 - MAIN PROPULSION

Student Aerospace Challenge 2015

(WP3 - Main Propulsion)

Alexis LEFEVRE - Antoine LEFEBVRE - Moutassem EL RAFEI - Laure DURAND -Mohammed ALI SAAFI (avec la contribution de Thibault DE BRAS DE FER et Matthieu FLORIN) ISAE-ENSMA - Chasseneuil-du-Poitou (Futuroscope)

The Idea

How could the space industry and tourism develop itself, if the cost/kg it takes to reach space is so high?

If we imagined space launch via suborbital flights (interesting thanks to the reuse of the shuttles = lowering the launch price and the passenger ticket price), how come 5.4 tons over the 11.6 tons of the vehicle are designed for propellants? Whereas these propellants are mainly liquid oxygen, which could be taken from the surrounding atmosphere, during the major part of the flight!

The Technology

The hybrid engine called SABRE, for Synergistic Air-Breathing Rocket Engine, developed by Reaction Engine Ltd. recently proved to be able to cool incoming atmospheric air to 120 °K in 20 ms, before injection in the rocket engine, and is progressing toward a full scale demonstrator.



The Issue

Having in mind the dimension of a suborbital vehicle, would it be possible to use the SABRE engine as primary propulsion? What kind of design and flight path should we consider?

Constraints

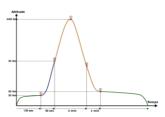
Designing a vehicle for manned flight (+5.4 G max, Mach 3.8), with existing technologies, while ensuring the total reliability, and maximal reusability in order to reduce maintenance costs.

Application to MSV

The SABRE engine was studied in order to be scaled down for our manned suborbital vehicle (MSV). It delivers a thrust of 150 kN, having an ISP around 5189 s in air-breathing mode, and 441 s while working as a rocket engine. Trajectory was optimized under constraints, for the SABRE, to minimize the propellant consumption.



Distinct phases of the flight emerge: a climb to 20 km altitude followed by an acceleration to Mach 3.5 in air breathing mode. Then the rocket engine takes over during 59 s, helped by significant aerodynamic forces to rise the shuttle to 55 km and start a parabolic flight in zero gravity of 3 min 11 s, for a total consumption of 2.4 tons of propellants.



The aerodynamics, the combustion chamber, the nozzle, the air inlets and the tanks have been studied in order to meet the requirement of this concept of suborbital vehicle.

Conclusion

A concept of MSV achievable within the next 10 to 15 years, provided funding, was established. The propulsion efficiency of the SABRE engine, applied to suborbital flights, enables to reach very good performances, and paves the way for its application to other areas such as transcontinental and orbital flights.

















WP3 - PROPULSION PRINCIPALE

Dispositif de propulsion à lévitation électromagnétique catapultant un VSH à statoréacteur

(WP3 - Propulsion principale)

Elliott SCHIRES - Abdullah SIMSEK - Benoît GARNIER - Christopher CHABERT-VEAU -Tristan SARTON DU JONCHAY ISAE, formation Ensica - Toulouse

Introduction: Les entreprises privées se lançant dans le tourisme spatial n'emploient à ce jour que des VSH équipés de moteurs fusée. Or. tant qu'il y a de l'air, l'emploi de moteurs aérobies est théoriquement envisageable. En particulier, le statoréacteur est le moteur aérobie le plus avantageux aux Mach reguis pour atteindre les altitudes suborbitales. Il n'a cependant pas la capacité de s'amorcer seul du fait de sa simplicité architecturale. Un système propulsif annexe est donc requis à faible Mach pour l'initier. Un système de catapultage électromagnétique du même type que les trains Japonais Maglev semblerait prometteur dans ce domaine en permettant d'atteindre de hautes vitesses au moven d'accélérations supportables par l'homme. Ce projet avait pour but de montrer la faisabilité d'un tel système de propulsion électromagnétique.

La partie aérodynamique se devait de proposer un design de chariot électromagnétique selon des critères spécifiques de traînée et de déterminer les efforts aérodynamiques s'exerçant sur le système final jusqu'à la phase de séparation à Mach 0.7.

La séparation du VSH d'avec le chariot représente l'étape critique de notre projet. En se passant d'avion porteur, nous nous devions de vérifier que le VSH pouvait être catapulté et gagner assez d'altitude pour amorcer l'allumage de son statoréacteur. L'objectif est de rejoindre une trajectoire optimale de montée tout en garantissant la sécurité des passagers. Une simulation cinématique de cette phase a permis de caractériser l'attitude du VSH et l'évolution des forces s'exercant sur notre système, en vue de son dimensionnement.

La partie structure propose une forme de châssis du chariot ainsi qu'un système d'attache entre ce dernier et le VSH. L'obiectif est d'assurer l'intégrité structurale pour amener le VSH de la position d'arrêt à Mach 0.7. Les composants sont dimensionnés selon les efforts d'inertie dus à l'accélération et les efforts aérodynamiques déterminés dans les parties précédentes.

partie propulsion électromagnétique s'intéresse au choix du système de propulsion du chariot porteur et du VSH puis de son dimensionnement. Le principe est celui des moteurs linéaires synchrones utilisés notamment sur les trains Maglev. Une loi de contrôle a été déterminée afin de stabiliser le système lors de son fonctionnement nominal.

La partie lévitation électromagnétique s'intéresse à la faisabilité de la lévitation électromagnétique de type Maglev pour annuler tout frottement éventuel avec le sol. Plusieurs solutions ont été envisagées dont une seule s'est avérée satisfaisante : l'emploi de bobines supraconductrices au lieu de bobines métalliques. Un asservissement sur la distance entre le chariot et le rail a également été réalisé dans le cadre de cette étude.

En conclusion, cette étude a montré que ce système de catapultage électromagnétique était potentiellement intéressant pour la propulsion initiale d'un VSH équipé d'un statoréacteur, d'un point de vue performances et en faisant abstraction des aspects financiers.



















WP3 - MAIN PROPULSION

Design of an electromagnetic propulsion system used to catapult a MSV equipped with a ramjet

(WP3 - Main Propulsion)

Elliott SCHIRES - Abdullah SIMSEK - Benoît GARNIER - Christopher CHABERT-VEAU -Tristan SARTON DU JONCHAY ISAE, formation Ensica - Toulouse

Introduction: Private companies dealing with space tourism are currently using Manned Suborbital Vehicle (MSV) exclusively equipped with rocket engines. Yet, as soon as air is available, the use of aerobic engines is theoretically possible. In particular, the ramjet engine is the most advantageous aerobic engine at the required velocity to reach suborbital altitudes. However, it cannot ignite itself because of its architectural simplicity. An additional system at low speed is required to ignite this engine. An electromagnetic propulsion system, similar to those used for the Japanese Maglev train, could be an effective way to obtain frictionless propulsion and reach high speeds with tolerable acceleration. This project studies the feasibility of such a propulsion system.

The Aerodynamic part had to propose an electromagnetic carrier design with criteria of drag and had to determine the aerodynamic forces that apply to the final system till the separation phase between the MSV and carrier occurs at Mach 0.7.

The Separation between the MSV and its carrier represents a critical step in our project. Without any carrier aircraft, we had to check that the MSV would be able to gain enough altitude after being catapulted, in order to ignite its ramjet engine. The goal is to reach an optimal climb trajectory while keeping the crew safe. A kinematic simulation of this separation enabled us to characterize the attitude of the vehicle and the evolution of the aerodynamic forces, thus allowing us to design an effective system.

The Structural part proposes a shape for the chassis of the carrier and a strap system to link the carrier and the MSV. The goal is to ensure

structural integrity in order to bring the MSV from Mach 0 to 0.7. Components are sized with respect to inertial stresses due to the acceleration and the aerodynamic forces determined in the first two



The carrier chassis

The Electromagnetic propulsion part deals with the choice of the propulsion system for the MSV and its carrier and then its sizing. It is the same principle that it is used in Linear Synchronous Motor especially in Maglev trains. Moreover, a control law has been defined to stabilize the carrier and the MSV.



Linear Synchronous Motor

The Electromagnetic levitation part deals with the feasibility of Maglev levitation technology to cancel any friction with the ground. Several solutions have been considered of which only one was viable: the use of superconducting coils instead of metal coils. A feedback control on the distance between the electromagnetic carrier and the MSV was also carried out as part of this study.

To conclude, this study showed that this electromagnetic propulsion system has high potential to initially propel an MSV equipped with a ramjet engine and send tourists to the Karman line, apart from a financial considerations.

















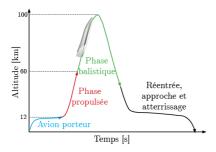
WP3 - PROPULSION PRINCIPALE

Défi Aérospatial Etudiant

(WP3 - Propulsion principale)

Rémy HAYNAU - Maxime JACQUIN - Pierre-Emmanuel RICHARD - Florian WAEBER Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Lausanne

Le groupe d'étudiants de l'EPFI dimensionné le système de propulsion principale d'un véhicule suborbital habité (VSH). L'objectif de la mission est de maximiser le temps d'apesanteur vécu par les passagers, tout en gardant à l'esprit les contraintes de confort et de sécurité nécessaires au bon déroulement du vol.



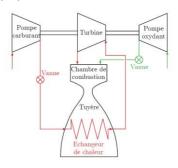
Schématique d'une trajectoire d'une mission **VSH**

La solution proposée passe par l'analyse systémique. Les quatre sous-systèmes interdépendants sont :

- le cycle moteur
- le couple carburant/oxydant choisi
- la tuvère en fonction de la trajectoire

La mise en commun des résultats relatifs à chaque sous-système permet l'optimisation de la solution finale. Elle se base sur les performances propulsives. la réutilisabilité dυ module. l'impact environnemental engendré et la sécurité des passagers. Il s'agit d'une architecture classique de moteur de fusée : avec un cycle à expandeur et un refroidissement régénératif alimenté au butane et à l'oxygène liquide.

Une attention particulière a été portée au choix du carburant, qui a convergé vers le pour les bonnes performances théoriques au'il offre en termes propulsion et de refroidissement, ainsi que pour sa facilité de stockage. L'étude suit un schéma classique pour amener vers une proposition innovante.



Le Cycle à expandeur et le système de refroidissement régénératif.

Le module de propulsion proposée est réutilisable; cette propriété est obtenue en minimisant les contraintes mécaniques et thermiques au sein du moteur lors de la phase propulsée. La solution proposée offre de bonnes performances, tout en assurant l'intégrité structurelle du véhicule et la sécurité des passagers.

















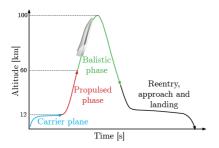
WP3 - MAIN PROPULSION

Student Aerospace Challenge

(WP3 - Main Propulsion)

Rémy HAYNAU - Maxime JACQUIN - Pierre-Emmanuel RICHARD - Florian WAEBER Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Lausanne

The group of students from EPFL has executed the sizing of the primary propulsion system for a suborbital manned vehicle (VSH). The mission's objective is to maximize the weightlessness time experienced by the passengers, while keeping in mind the comfort and security aspects necessary for the flight to be enjoyable.



Schematics of the trajectory of a manned suborbital mission

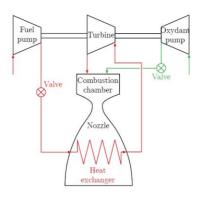
The proposed solution goes through a systems analysis. The four interdependent sub-systems are:

- the engine power cycle
- the combination of fuel and oxidizer
- the nozzle function of the trajectory

The pooling of the results of each subsystem allows for the optimization of the final solution. It is based on the propulsion performances, the reusability of the module,

the environmental impact and the security of passengers. The obtained solution is based on a classic rocket engine architecture: an expander cycle with regenerative cooling fed with butane and liquid oxygen.

Special care was given to the choice of the fuel which converged towards butane for its good theoretical propulsion and cooling performances, in addition to being easily storable. This is what brings this study which may seem classical at first sight, to an innovative solution proposition.



The expander cycle with regenerative cooling

propulsion proposed module reusable; this property is obtained by minimizina mechanical and thermal constraints within the engine during operation. The solution offers good performances while insuring the vehicle's structural integrity as the well as passengers' security.



















WP4

Pilotage de la trajectoire / de l'attitude

Attitude control systems

















WP4 - PILOTAGE DE LA TRAJECTOIRE / DE L'ATTITUDE

Contrôle de la trajectoire

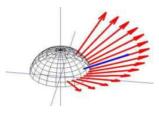
(WP4 - Pilotage de la trajectoire / de l'attitude)

Emmanuelle DODANE - Beniamin LAMBERT - Vincent VACHER - Florian ROUSSEAU ART ET METIERS PARISTECH, CHALONS-EN-CHAMPAGNE

Les évolutions dans le domaine de l'aérospatial durant le vingtième siècle ont rendu le vol spatial habité réalisable. Le tourisme spatial est maintenant un marché en maturation. Toutefois. les contraintes tant sur le plan physiologique que sur le matériel pour ce type de vol restent sévères.

Dans ce contexte, disposer d'actionneurs ouvrant au maximum le domaine de vol du véhicule est fondamental.

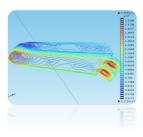
Nos travaux portent donc, dans un premier temps, sur un état des actionneurs disponibles selon les phases de vol. Nous proposons ensuite nos travaux sur une technologie innovante à utiliser pour la phase de microgravité.



Notre actionneur innovant est composé d'une buse de sortie de gaz placé sur une demi-sphère. La sortie de la buse est située à un angle θ_0 de l'axe de rotation principale de la demi-sphère (axe z). En fonction de l'angle de rotation 2φ autour de l'axe z. nous obtenons une force résultante (vecteur bleu sur la figue) avec une inclinaison θ réglable située entre 0 et θ_0 .

Le module de cette force résultante est fonction du degré de balayage et du module de la force de poussée initiale présente sur la buse. Pour faire varier in fine le module de la force résultante, il convient ensuite de réaliser plus ou moins longtemps le cycle de rotation 2φ. Lors de cette étude nous calculons les lois de commande analytiques, ainsi que les différentes implantations possibles.

Pour pouvoir améliorer et affiner nos choix technologiques, nous cherchons ensuite à définir les efforts appliqués sur notre navette. Pour cela des études sont réalisées et présentées sur les (problèmes programmes de CFD d'écoulement fluide). les méthodes de résolutions actuelles des équations de Navier-Stokes ainsi que les approches mathématiques sur le comportement de la turbulence (k-l, k-ε, k-ω). Ces éléments permettent de mettre en place et simuler des modèles numériques du véhicule. Nos travaux permettent, avec une approche simple qui reste à affiner, de conclure sur les zones de concentrations d'effort.



















WP4 - TRAJECTORY AND ATTITUDE CONTROL SYSTEMS

Directional control

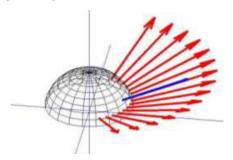
(WP4 - Trajectory and Attitude control systems)

Emmanuelle DODANE - Beniamin LAMBERT - Vincent VACHER - Florian ROUSSEAU ART ET METIERS PARISTECH, CHALONS-EN-CHAMPAGNE

Developments in the field of aerospace during the twentieth century made the manned space flight feasible. Space tourism is now a maturing market. However, constraints as physiological and the material for this type of flight remain severe.

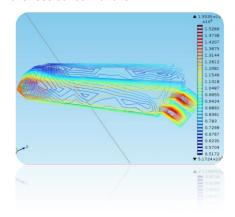
In this context, actuators which a open as maximum as possible the flight envelope of the vehicle are essential.

Our work may bear initially on state actuators available according to flight phases. Our work on innovative technologies used in the microgravity phase is presented in this article.



Our innovative actuator is composed of a nozzle gas outlet arranged hemisphere. The outlet of the nozzle is located at an angle θ_0 of the main axis of rotation of the half-sphere. Depending on the rotational angle 2φ around the z axis, we obtain a resultant force (blue vector on the fig) with an adjustable inclination θ between 0 and θ_0 . The module of this resultant force is a function of the degree of sweep and the module of the initial pushing force present on the nozzle. To vary the modulus of the resultant force, the next step is to achieve more or less time 20 the rotation cycle. In this study we calculate the analytical control laws, as well as the different possible locations.

In order to improve and refine our technological choices, we seek to define the forces applied to our shuttle. For these studies we used and presented programs on CFD (fluid flow problems), methods of current resolutions of the Navier-Stokes equations and mathematical approaches of the behavior of turbulences $(k, k-\varepsilon, k-\omega)$. These elements allow implementing and simulating digital models of the vehicle. Our work allows us, with a simple approach that remains to refine, to determine areas of stress concentrations.





















WP5 **Avionique Avionics**

















WP5 - AVIONIQUE

Le système de navigation du véhicule suborbital

(WP5 - Avionique) Jinru ZHANG - Zihao WANG - Dazhen SHI **ESIEE. PARIS**

Le système de navigation idéal du véhicule suborbital doit répondre aux exigences suivantes: couverture mondiale; précision relative élevée et une précision absolue: bonne réponse en temps réel; en mesure de fournir la position 3D. la vitesse 3D et l'attitude des données de cap: le travail ne doit pas être affecté par l'environnement externe; être en mesure de faire face à l'interférence des activités non-humaines et prêt à rendre la détection de défaut et le dépannage indépendants ; haute fiabilité; faible coût pour les clients.

Évidemment, tout système de navigation unique est incapable de répondre aux exigences ci-dessus. Donc, la technologie de navigation combinée deviendra recherche progressivement la et développement principal dans le domaine de la navigation de l'objet.

Le système de navigation combiné peut apporter les avantages de chaque système de navigation unique, peut s'adapter aux systèmes de navigation de guerre modernes. Par conséquent, le système de navigation combiné de conception redondante multifonction est largement utilisé dans le monde.

Dans le système de navigation, les soussystèmes se complètent ; ils peuvent partager des informations ensemble, étendant ainsi la portée de l'utilisation et l'amélioration de la précision de navigation. Le système de navigation combiné a des capacités de tolérance aux pannes et de navigation de redondance forts, de sorte qu'il peut augmenter la fiabilité du système navigation. En outre, utiliser un système de navigation combiné peut réduire le coût global du système.

Le développement de la micro technologie et du filtrage numérique ont grandement favorisé la recherche et le développement de systèmes de navigation combinés.

Donc, nous choisissons un système de navigation combiné pour notre projet. Le système INS / GNSS / CNS a une très grande précision.

Dans ce Défi, nous traitons principalement les étapes suivantes:

Tout d'abord. analysons nous les caractéristiques environnementales véhicule suborbital, puis nous analysons le stade actuel de plusieurs systèmes de navigation inertielle typique. Ensuite, nous utilisons la technologie du filtre de Kalman pour concevoir un filtre spécifique Kalman, qui est utilisé dans le système de navigation du véhicule suborbital.

Deuxièmement, nous utilisons la trajectoire de vol suborbital du X-34 afin d'établir le modèle de simulation de la trajectoire par Matlab / Simulink. Après, nous mettons en place les paramètres de simulation, nous faisons aussi une analyse sur les résultats. Ceux-ci vérifient l'exactitude du modèle du système, montrant que système intégré de navigation INS / GPS / CNS avec un filtre de Kalman peut atteindre une grande précision.

















WP5 - AVIONICS

Combined navigation system of suborbital vehicle

(WP5 - Avionics) Jinru ZHANG - Zihao WANG - Dazhen SHI **ESIEE, PARIS**

Ideal navigation system in Suborbital Vehicle should meet the following requirements: global coverage; high relative precision and absolute accuracy; good real-time response: able to provide 3D position, 3D velocity and attitude heading data: the work is not affected by the external environment: be able to deal with the interference of anti-human and nonhuman activities. and ready to make independent fault detection and troubleshooting; high reliability; low cost for customers to accept.

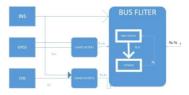
Obviously, any single navigation system is unable to meet the above requirements. So combined navigation technology will gradually become the main research and development in the field of object navigation.

Combined Navigation System can bring the advantages of each single navigation system while they make up for their shortcomings, can adapt to modern warfare navigation systems. Therefore. multi-device combinations, redundant design, and multifunction combined navigation system is widely used in the world.

In navigation system, subsystems complemented with each other; they can share information together, thereby expanding the scope of utilization and improving navigation accuracy. Combined navigation system has strong fault tolerance and redundancy navigation capabilities, so that it can increase the reliability of the navigation addition, usina In navigation system for precision navigation can reduce overall system cost.

Development of micro technology and digital filtering greatly promoted research and development of combined navigation systems.

So we choose a combined navigation system in our project, it's a combination of Inertial Navigation System (INS); Global Navigation Satellite System (GNSS); Celestial Navigation System (CNS). The INS/GNSS/CNS system has a very high accuracy.



In this Challenge, we are mainly deal with the following steps:

Firstly. we analyze the environmental characteristics of the suborbital flight vehicle, then we analyze the current stage of several typical inertial navigation system. Then we use Kalman Filter technology to design a specific Kalman Filter, which is used in the combined navigation system in suborbital vehicle.

Secondly, we use module X-34 suborbital flight path to establish the trajectory simulation model by Matlab /Simulink, After we set up the simulation parameters, we also make some analysis on the results. And the results verify the correctness of the system model, showing that INS / GPS / CNS combined navigation system with a Kalman filter for filtering can achieve high accuracy.

















WP5 - AVIONIQUE

Amélioration de l'avionique au sein du VSH

(WP5 - Avionique)

Antoine PEYTAVIN DE GARAM - Sacha DUZELIER - Sangevan SELVAKUMAR -Frawsen TOUATI Telecom SudParis, EVRY

Notre travail s'est décomposé en 2 étapes. En premier lieu, nous nous sommes basés sur les travaux précédents pour bien définir l'avionique et son fonctionnement au sein du VSH. Pour cela, nous avons réalisé une analyse fonctionnelle interne et externe de l'appareil.

Par la suite, nous avons envisagé plusieurs axes d'amélioration du véhicule. chacun, nous avons étudié leur faisabilité :

WiFi on AFDX

L'un des problèmes de taille des aéronefs est le poids des câbles qui relient les appareils d'avionique. Ces câbles prennent de la place et pèsent lourd (5km par mètre d'avion soit 60 km pour le VSH). Pour résoudre ce problème, nous avons décidé de remplacer le câblage interne par des émetteurs/récepteurs WiFi. De manière à mettre en place un réseau fiable et sécurisé, le réseau sera géré par la suite de protocoles AFDX.



Commande vocale et tableau de contrôle

Nous avons décidé de révolutionner le tableau de bord de la cabine de pilotage de manière à le rendre plus simple et plus instinctif. Nous intégrerons des écrans tactiles programmables équipés d'un logiciel de reconnaissance vocale. Le pilote affiche et commande ses appareils au travers uniquement de sa voix.



Technologie OLED

Le vol suborbital est effectué dans un but touristique et la concurrence sur ce marché est forte, il est donc important d'améliorer l'expérience utilisateur au maximum de manière à se démarquer. Pour cela, nous avons choisi de placer des écrans FOLED (Flexible Organic Light-Emitting Diode) au sol et tout le long de la paroi interne du VSH. Les passagers auront donc une vision imprenable sur l'espace et la terre.



















WP5 - AVIONICS

Avionics improvement inside the VSH

(WP5 - Avionics)

Antoine PEYTAVIN DE GARAM - Sacha DUZELIER - Sangevan SELVAKUMAR -Frawsen TOUATI Telecom SudParis, EVRY

Our work has been done in 2 times. First of all, we analyzed the previous works to define as precisely as possible the avionics inside the VSH. To do so, we made an and an external Functional internal analysis.

Then, we chose 3 different innovations. We studied the feasibility of each one.

AFDX On WiFi

One of the main problems in every kind of aircraft is the Weight of the cables. Cables take too much space and carry weight (5 km per meter of plane which represents 60 km in the VSH). To solve this problem, we have decided to replace all the internal by WiFi transmitters/receivers. wirina AFDX was clearly the best network protocol to set up as it provides reliability, redundancy and security.



Vocal control and dashboard

We have decided to revolutionize the cockpit's dashboard to make it simpler and more instinctive. We propose programming screens equipped with voice tactile recognition software so that the pilot can post and command every device with his voice.



OLED Technology

The main goal of the suborbital flight This market is tourism. extremely competitive and indeed, it remains very important to improve the passenger's experience in order to stand out from the rivals. To do so, we propose to set up FOLED (Flexible Organic Light-Emitting Diode) screens on the ground and on the internal side of the VSH. This way, the passengers will have an unobstructed view of space and the earth.



















WP5 - AVIONIQUE

L'avionique pour le vol suborbital

(WP5 - Avionique)

Rémi GOURDON - Florian ROUSSEAU INP ENSEEIHT - Toulouse

L'avionique d'un avion suborbital est un système complexe et critique mais très intéressant à étudier puisqu'il est à mi-chemin entre celui des conventionnels avions comme nous connaissons tous et celui d'un engin spatial de type navette. Aucune suite d'avionique n'est encore développée à grande échelle pour ce genre d'utilisation au jour d'aujourd'hui.

La particularité d'un avion suborbital type combiné avion-fusée (que nous avons choisi d'étudier) est qu'il doit à la fois être soumis à la réglementation aéronautique mais aussi aux contraintes spatiales et notamment liées à son environnement inhospitalier pour l'électronique.

Les contraintes qui découlent de celui-ci sont majoritairement de trois types :

- contraintes de pression (la pression diminue avec l'altitude).
- contraintes de température (très grande variation de température au cours du vol).
- contraintes radiatives (le soleil est l'ennemi numéro un de l'électronique spatiale).

Ces contraintes imposent donc à l'électronique d'un avion suborbital d'être encore plus robuste. Nous avons étudié les différentes méthodes afin de protéger au mieux (compromis fiabilité-coûtpoids) les composants électroniques, les câblages et les appareils de l'avion suborbital.

La forte intégration de l'électronique à bord de l'avion suborbital (de nombreux systèmes sont présents et travaillent en parallèle) impose que les différents appareils soient compatibles entre eux. parle alors de compatibilité électromagnétique.

Le second aspect sur lequel nous avons travaillé repose sur le choix des instruments déjà

existants dans l'aéronautique, ou en cours de mise au point, qu'il est nécessaire d'embarquer dans un avion suborbital de type combiné avionfusée.

A titre d'exemple, nous avons fait un comparatif les différents systèmes d'aide à l'atterrissage (ILS, SBAS) afin de trouver lequel était le mieux adapté au vol suborbital.



Système GNSS basé sur une constellation de satellites

Une autre spécificité du véhicule suborbital hybride est qu'il doit s'insérer dans le trafic aérien, en sortir et couper certains couloirs aériens. Il doit donc à tout moment pouvoir communiquer avec le contrôle aérien et être visible sur les radars de celui-ci. Cela n'est possible que grâce à certains systèmes avioniques bien spécifiques tel transpondeur ou dans un futur proche l'ADS-B.

Le vol suborbital et le tourisme spatial n'en sont qu'à leurs débuts mais de grands projets sont déjà en cours voire même en phase de tests. Malgré les contraintes que le vol suborbital impose tant sur le plan technique qu'humain, celui-ci reste passionnant à étudier en détails et nous encourageons les étudiants en école d'ingénieurs, de commerce ou à l'université à prendre part au Défi Aérospatial Etudiant afin de vivre une expérience enrichissante à la croisée des mondes de l'aéronautique et du spatial.

















WP5 - AVIONICS

Avionics for the suborbital flight

(WP5 - Avionics)

Rémi GOURDON - Florian ROUSSEAU INP ENSEEIHT - Toulouse

Suborbital plane's avionics are a complex and critical set of systems, though their study is very rewarding. They are situated halfway between the conventional planes we all know about and a space vehicle like the space shuttle. So far, no avionics package has been specifically designed at a large scale for this kind of use.

The defining feature of an hybrid rocket-plane suborbital vehicle (that we decided to study specifically) is the fact that it has to face both the aeronautics regulations and the space constraints, in particular those related to the inhospitality its environment towards electronics.

Constraints related to it are mainly of three kinds:

- pressure constraints (pressure level drops with altitude).
- temperature constraints (important variations of temperature throughout the flight).
- radiative constraints (sun is the number one enemy of space electronics).

Those constraints require suborbital plane's electronics to be even more robust. We studied different methods to protect efficiently (reliabilitycost-weight compromise) the electronic components, the wiring as well as the rest of the suborbital vehicle devices.



Electronics components are coated in an epoxy resin to protect them from heat

The high level of electronics integration aboard the suborbital plane (numerous systems coexist in a relatively small space and work in parallel)

make it necessary for the different devices to be compatible amongst themselves. We talk about electromagnetic compatibility.

The second aspect of our study consisted in choosing the instruments already existing in the aeronautics field or actually being developed that would be necessary inside the hybrid suborbital plane.

As an example, we compared different landing navigation aids (ILS, SBAS) in order to find wich one fitted best for suborbital flight.

Another particularity of an hybrid rocket-plane vehicle is the necessity to get through air traffic, get out, and cross several airways. It has to communicate at any time with Air Traffic Control (ATC) and to be visible on their radars. This is only possible using specific avionics systems such as a transponder or, in a near future, ADS-



Heavy air traffic the suborbital plane has to get into

Suborbital flight and space tourism activities are just beginning to take shape but large projects are already in progress, some of them even reached test stages. Despite constraints implied by suborbital flight on the technical as well as the human aspects, it remains fascinating to study in details and we advise students from engineering, business schools or from the university to take part in the Student Aerospace Challenge, to live an enriching experience at the crossroads of the aeronautics and space worlds.



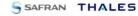
















WP9 **Aspects Juridiques Legal Aspects**

















WP9 - ASPECTS JURIDIQUES

Défi Aérospatial Etudiant

(WP9 - Aspects Juridiques)

Sébastien DELMAS - Dimitri IMBERT - François NOCTURE - Jessica SALVATORI-RINALDI Université Paris Saclay, Faculté Jean Monnet, Sceaux

La qualification juridique des membres d'équipage et des passagers

Actuellement, les véhicules conçus pour la réalisation de vols suborbitaux nécessitent un pilotage humain, depuis le véhicule lui même. Dès lors, et à l'instar des avions commerciaux, les opérations en vol sont assurés par un équipage, notamment par un ou plusieurs pilotes. Si le droit du transport aérien a juridiquement qualifié les statuts de pilote et de passager par des conventions du XXème siècle, le droit de l'espace, élaboré à époque οù les activités atmosphériques demeuraient l'apanage des Etats, ignore cette distinction et ne connaît qu'un statut unique : celui d'astronaute.

En l'absence d'un droit sui generis des vols suborbitaux, c'est dans le syncrétisme des corpus normatifs du droit aérien et du droit spatial que l'on peut tenter de faire émerger un statut et un régime juridique permettant d'identifier séparément les notions de pilote et de passager lors d'une activité de tourisme suborbital.

La qualification juridique des VSH et de leurs autorisations

Le débat porte principalement distinction entre objet spatial et aéronef, et leurs modalités respectives d'autorisation (immatriculation et licence/certification). En l'occurrence, les VSH présentés répondent davantage à la définition d'aéronefs.

L'établissement d'une procédure provisoire de licence préalablement à l'entrée en vigueur d'une certification bénéficie de la préférence d'une majorité d'acteurs du secteur aéronautique.

Les implications de ces choix influencent les obligations respectives des passagers et des pilotes à bord des VHS.

De facon générique, l'opérateur de volsuborbital sera soumis à une obligation d'information

Responsabilité et assurances

A l'heure actuelle, les caractéristiques hybrides du vol-suborbital et l'absence d'un cadre juridique ad hoc rendent très difficile l'identification du régime d'assurance applicable. S'agissant de technologies innovantes à cheval entre l'aviation et le spatial, il est impossible, à ce stade de l'art. d'estimer la gamme complète des risques et des primes.

Le régime d'assurance est étroitement lié au régime de responsabilité qui, d'ailleurs, diffère de façon radicale que l'on se situe du point de vue du droit spatial ou aéronautique. Le régime juridique de droit aérien parait plus adapté au vol suborbital que le régime de droit spatial.

Par conséquence, il y a des attentes de la part du marché des assureurs pour que les opérateurs des vols suborbitaux puissent souscrire aux assurances du secteur de l'aviation avec des adaptations spécifiques et quelques éléments empruntés assurances spatiales. En conclusion, secteur des assurances dépendra beaucoup de la réglementation qui va se développer et il sera la clé du développement de l'industrie du tourisme de l'espace.

















WP9 - LEGAL ASPECTS

Student Aerospace Challenge

(WP9 - Legal Aspects)

Sébastien DELMAS - Dimitri IMBERT - François NOCTURE - Jessica SALVATORI-RINALDI Université Paris Saclay, Faculté Jean Monnet, Sceaux

Legal status of crew members and passengers

Nowadays, space vehicles for sub-orbital flights are engineered to be flown by men. Thus, such as with commercial flights, inflight operations had to be monitored by pilots. The legal status of those crew members and of the passengers can be found in the international civil aviation law, mainly in twentieth century conventions. On the contrary, space law ignores such a distinction and defines the sole notion of astronaut.

Without a sui generis status adapted for sub-orbital flights, we have to consider both space and aeronautical laws in order to distinguish two separate legal statuses for crew members and for pilots.

Legal status of the VSH and licensing

The main issue is to define separately a space vehicle and an aircraft. There is a discrepancy between the two licensing procedures and legal status. In our case, a flight operated by the Dassault VSH, the rules that prevail for an aircraft seem more relevant.

The implementation of a temporary procedure of licensing appears to be the favorite choice for the operators. This procedure has many implications related to the legal obligations and rights of the crew members and the passengers

In a general way, the main obligation is to inform both pilots and passengers (flight participant) about the risks and the legal status of the sub-orbital activity.

Responsibility and insurance

Today, if we consider the lack of an ad hoc legal status and the coexistence of two legal corpuses (air and space laws) it appears to be very difficult to identify the appropriate insurance policy for a suborbital space flight. It is mainly due to the lack of experiences (only a few test flights have been realized as of yet) and therefore, the inability to precisely identify the risks and thus, the primes.

The legal insurance framework is deeply intricate with legal responsibility rules. However, the legal responsibility status is very different whether you consider the civil aviation rules or the space activities rules. In our study, we consider the civil aviation status to be more relevant for an activity such as a sub-orbital space flight.

Subsequently, the insurance market is waiting for an adaptation of the civil aviation rules, integrating spatial law rules. The insurance sector will depend on the implementation of а non-ambiguous regulation to develop the space tourism industry



















WP10 Aspects Médicaux Medical Aspects

















WP10 - ASPECTS MEDICAUX

Sélection, suivi et entraînement des passagers

(WP10 - Aspects Médicaux)

Natacha BENMESBAH - Willy BONNEUIL - Tristan COSCULLUELA - Jérémy RABINEAU ISAE, formation SupAéro & UT3 Paul Sabatier - Toulouse

Le vol suborbital touristique constitue une activité inédite d'un point de vue médical. Il n'existe pas de données comportement du corps humain pour un profil de vol de type accélération - 3 à 5 minutes de micropesanteur - décélération avec une altitude maximale de 100 km : en outre les réactions face à l'environnement d'un vol spatial d'un organisme non entraîné pouvant avoir diverses Or. pathologies sont inconnues. les premiers vols suborbitaux touristiques nécessiteront un cadre médical pour assurer la sécurité des passagers et le déroulement satisfaisant de leur vol. II s'agit ici de déterminer des critères d'aptitude médicaux au vol. puis de concevoir un entraînement et un suivi du passager avant, pendant et après le vol.

Notre étude système autour du passager a permis d'identifier les acteurs intérieurs et extérieurs à la cabine et la manière dont ils interagissent avec lui. Nous avons ainsi quantifié les conditions environnementales d'un vol suborbital.



Nous avons ensuite expliqué mécanismes de réaction de l'organisme face à ces conditions, dans le cas général puis dans le cas suborbital, avant de les évaluer sur une expérience centrifugeuse. Nous en avons déduit des conseils à donner aux industriels relatifs à conception du véhicule équipements à transporter à bord, puis nous avons déterminé quelles pathologies allaient empêcher la réalisation normale des mécanismes compensatoires lesquelles risquaient d'être aggravées par les conditions environnementales.

De nombreuses entreprises proposent des entraînements au vol suborbital. Nous avons analysé les éléments de ceux-ci, qui comportent un aspect légal sur les procédures d'urgence et un aspect de familiarisation avec l'environnement.

Nous avons enfin concu un programme de suivi pré-vol, où nous proposons un modèle d'examen médical, et évalué les conditions d'un suivi médical en vol : paramètres à surveiller ainsi qu'équipement et personnel médical disponible, puis défini les modalités du suivi post-vol.

Aucune étude médicale ne sera définitive avant la réalisation des premiers vols. Les données de ces vols formeront une base de données fiable qui déterminera la validité de nos conclusions et de nos recommandations.

















WP10 - MEDICAL ASPECTS

Screening, monitoring and training of the passengers

(WP10 - Medical Aspects)

Natacha BENMESBAH - Willy BONNEUIL - Tristan COSCULLUELA - Jérémy RABINEAU ISAE, formation SupAéro & UT3 Paul Sabatier - Toulouse

Commercial suborbital flight represents a novel situation from a medical point of view. There is no current data on the human body's behaviour on a flight profile including acceleration, 3 to 5 minutes of microgravity and deceleration with a peak altitude of 100 km. Besides the regulatory mechanisms toward space environment of a non-trained body with any possible pathology are unknown. Yet, the first commercial suborbital flights will require a medical frame capable of ensuring passengers safety as well as good progress of their flight. Our aim is to determine medical standards for flight aptitude, and to design a training program and monitoring strategies for pre-flight, inflight, and post-flight phases.

Our system survey conducted around the passenger led to our identifying of the actors within and outside of the cabin, and the ways in which these interact with the quantified passenger. We thus environmental conditions of suborbital flight.

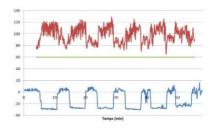
We then explained the regulatory mechanisms of the human body toward these conditions: general case, then suborbital case, before evaluating them during centrifuge experimentation. We deduced from that recommendations to be provided to spaceflight operators, related to vehicle design and equipment to be carried on board. Then, we determined which

pathologies would impair the regular function of the regulatory mechanisms and which pathologies would be aggravated by spaceflight.

Several companies offer training for commercial suborbital flight. We analyzed the elements thereof, both from the legal point of view of emergency procedures, and concerning familiarization with the environmental conditions.

We then designed a pre-flight monitoring program in which we suggest a template for medical screening. Besides. evaluated the conditions of monitoring: parameters to be monitored, along with available equipment medical crew. We finally defined the methods for post-flight monitoring.

No medical study will be definitive as long as the first flights have not taken place. Data from those flights will build up a reliable database which will help determine the validity of our conclusions recommendations.





















WP11 Applications

















WP11 - APPLICATIONS

Projet OrbitClean : Nettoyer l'Orbite Basse des débris aérospatiaux

(WP11 - Applications)

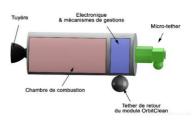
Michael LHERBETTE - Nicolas BURGER - Ugo BLANDIN Université de Technologie de Troyes

Le but du projet est de désorbiter des débris actuellement en orbite terrestre basse. Le débris ciblé lors de cette étude est le satellite français Astérix A-1 qui sera assimilé à une sphère d'Aluminium de 58 cm de diamètre et de 42 kg.

Nous utiliserions le Véhicule Suborbital Habité pour atteindre les 100 km d'altitude avec le module OrbitClean qui serait alors éjecté. Un propulseur à moteur hybride prendrait le relais pour le positionner sur la traiectoire du débris.

Un tether électrodynamique (système utilisant le champ magnétique terrestre pour agir sur l'énergie cinétique du module) serait attaché au module principal permettant son maintien en orbite le temps d'entrer en contact avec le débris. Ce même tether serait utilisé pour désorbiter le module principal OrbitClean une fois sa mission terminée.

Un autre tether électrodynamique serait, lui, fixé au débris à l'aide d'un système adhésif. Ce module annexe, que nous appellerons micro-tether, permettrait lors de son déploiement de désorbiter le satellite Astérix. Sans aide extérieure, ce dernier serait désorbité en quelques centaines d'années tandis qu'il serait possible d'écourter cette période à moins d'une année avec notre solution.



Une étude de traitement des débris a été également menée afin de déterminer les adéquats pour le matériaux module d'OrbitClean. En effet, il serait judicieux qu'il puisse être réutilisé après avoir effectué sa mission. De ce fait, il doit être en mesure de subir la rentrée en atmosphère sans détérioration. Concernant le débris, l'étude a montré qu'il serait détruit avec le micro tether lors de son entrée en atmosphère. Il ne pourrait pas être recyclé.

Ce projet permettrait de diminuer le nombre de déchets spatiaux afin de réduire les risques de collisions entre des débris et engins spatiaux. des Nous avons également mentionné possibilité d'embarquer des caméras sur notre système afin de retransmettre en direct l'envoi du module et l'approche du débris. De ce fait les passagers pourraient voir l'envoi du système et l'approche du débris tout en profitant de leur trajet.

















WP11 - APPLICATIONS

OrbitClean Project: Cleaning Low Earth Orbit aerospace debris

(WP11 - Applications)

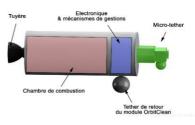
Michael LHERBETTE - Nicolas BURGER - Ugo BLANDIN Université de Technologie de Troyes

The aim of the project is to de-orbit debris located in the Low Earth Orbit (LEO). In this study, the focused debris is the French Satellite Astérix A-1 assimilated to an Aluminium sphere of 58 cm diameter and 42 kg.

As soon as the VSH reaches 100 km (maximum of its trajectory), the module will be eiected. A thruster with a hybrid motor will take over to position OrbitClean on the debris trajectory.

An electrodynamic tether (a system using the magnetic field of the Earth to slowly decrease the kinetic energy of the module) will be attached on the main module. It will help to maintain the module on the right orbit until it comes into contact with the debris. This tether will be used to de-orbit the main module OrbitClean as soon as one considers the mission completed.

Another electrodynamic tether will be fixed on the debris with an adhesive system. This auxiliary module will serve to de-orbit the debris when it will be set up. Without any external parameters, the debris will be de-orbited in more than hundred years but with this technique, the study shows that it would be possible to do so in less than a year.



The treatment οf the debris was investigated as well in order to choose properly the right material for the module OrbitClean. Indeed, it would be appreciable to have a system that can be used again when its mission is completed. As a result, the module must not be damaged during its atmosphere re-entry. Regarding the debris, the study has shown it will be destroyed during this process, it cannot be recycled.

This project would allow to reduce the number of space debris around the Earth to diminish the possible collisions between space systems. As an original idea, we mentioned the possibility to load cameras in our module to relay the module launching and the approach of the debris. passengers would The have the opportunity to see the OrbitClean project in work during their tourist fly.















