

# Mission Kerbabuza2

## Rapport de Mission

Par Bob « le moche » Kermann  
Alias Shinishi



Par commodité et souhaitant ne pas entrer dans le débat :Terre/Kerbal; Soleil/Kerbol; Pain au chocolat/Chocolatine  
Il ne sera utilisé ici que les termes suivants : Terre ; Soleil ; Pain au chocolat

## INTRODUCTION

Comme vous le savez déjà c'est en 1999 que l'astéroïde 1999 JU<sub>3</sub> fut découvert par le programme KENEAR (Keroln Near-Earth Asteroid Research).

C'est ce dernier, depuis rebaptisé (162173) Ryugu, qui va nous intéresser tout au long de ce rapport.

Suite au succès de la mission Kerbuza en 2010 qui ramena un échantillon de l'astéroïde Apollon de type S Itokawa il fut envisagé une nouvelle mission de retour d'échantillon.

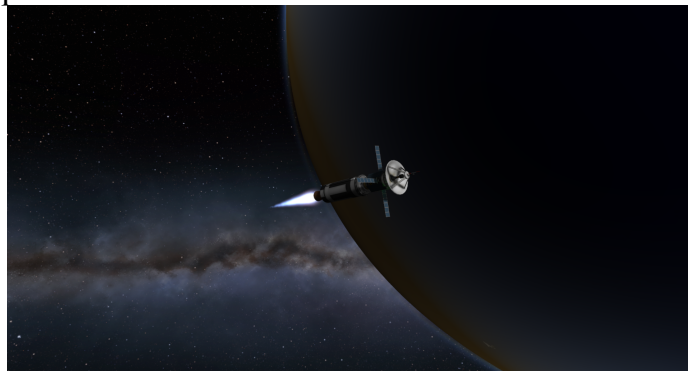
Contrairement à cette dernière c'est un Astéroïde de type C qui fut l'objet de notre attention.

Après la réussite de Kerbuza il a été assez simple de convaincre l'administration de financer une nouvelle mission.

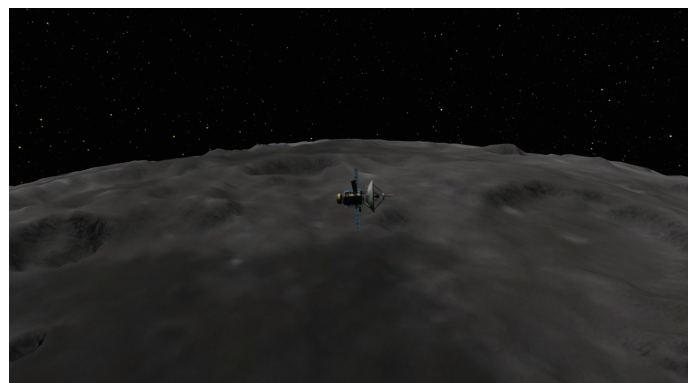
Préférant largement tester la technologie sur le terrain pour économiser en frais de sécurité et d'essais il fut décidé de lancer conjointement deux sondes pour maximiser les chances de réussite.

Le système solaire n'ayant été que peu exploré par des sondes autonomes et l'astéroïde étant parfois trop loin pour établir des communication directe avec le KSC, le budget prévoit l'envoi préalable de deux satellites de communication.

Le premier en orbite planétaire.



Le second en orbite solaire après une assistance gravitationnelle avec la Lune



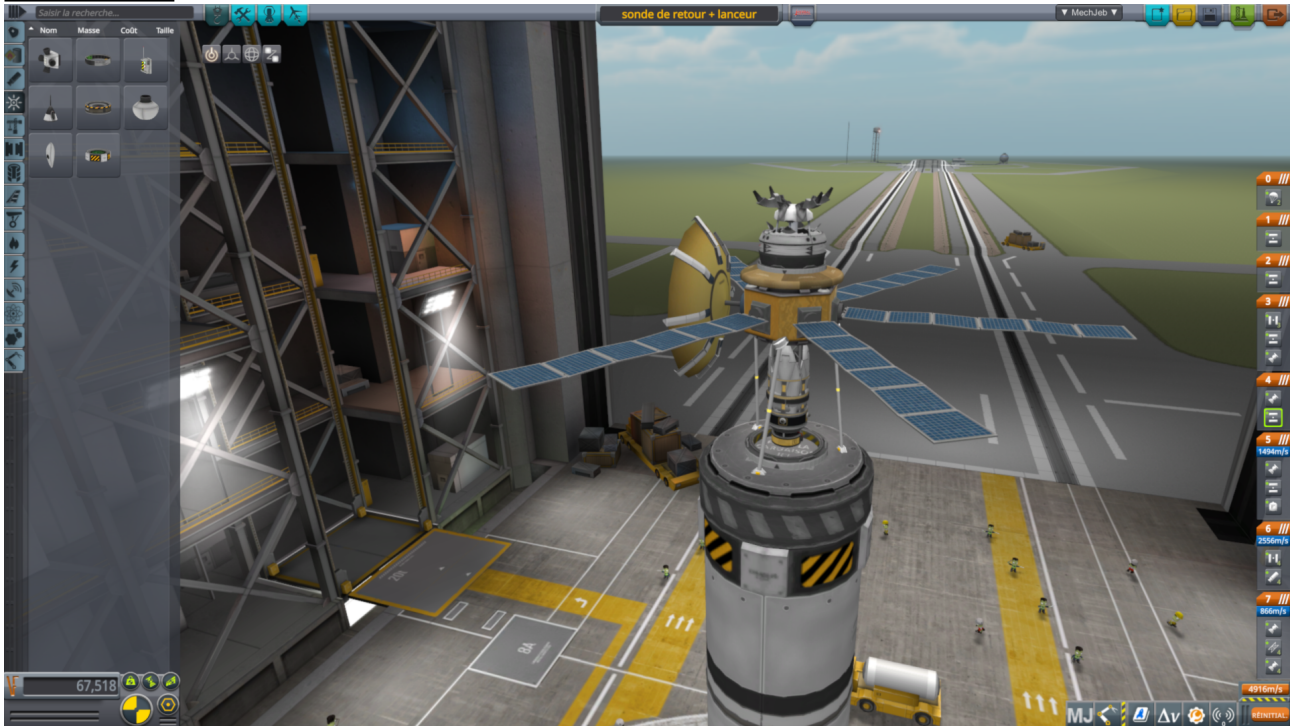


## LES SONDES

Les deux sondes ont sobrement été baptisées Sonde A et B ont été construites suivant une volonté de miniaturisation des composants afin d'en réduire l'inertie et exploiter au mieux les capacités du lanceur.

Par soucis d'image de l'agence il a été décidé de ne rendre publique que la meilleure réussite des deux et de garder l'autre secrète.

### La sonde A

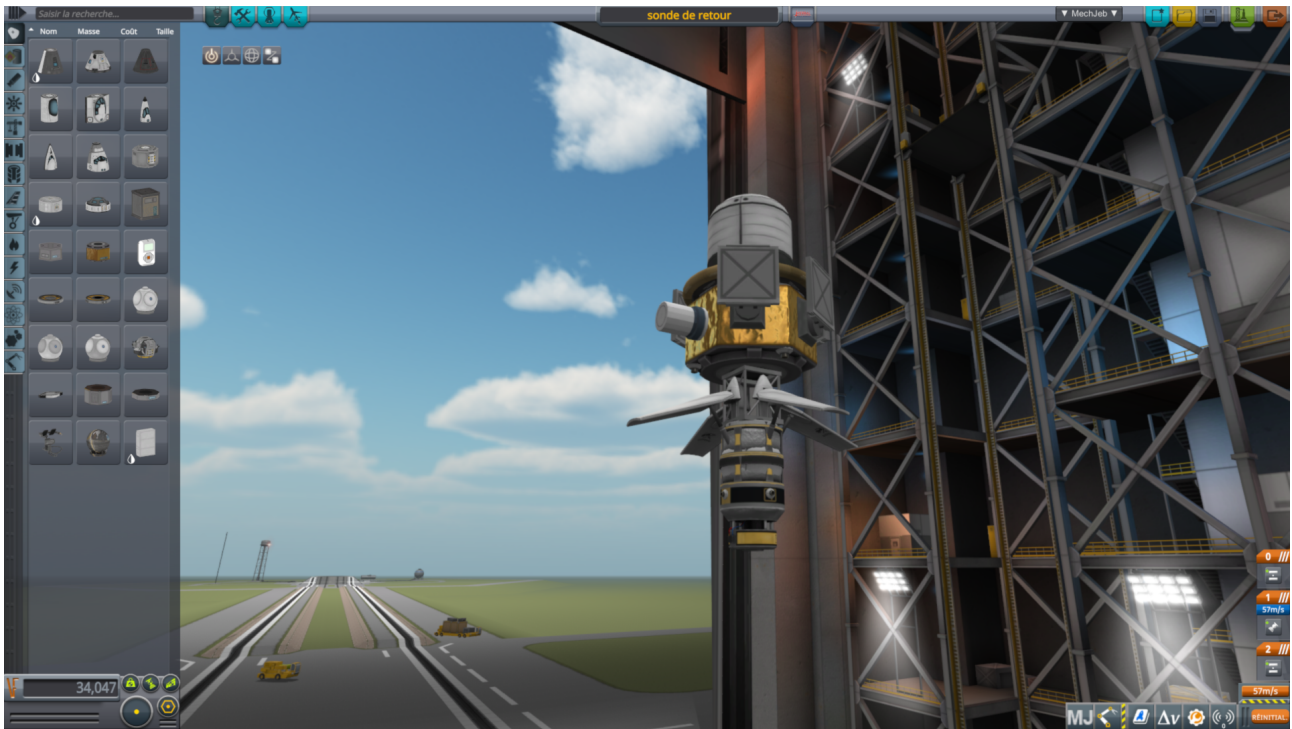


Conçue autour d'un noyau adoptant la forme d'un prisme hexagonal renfermant l'ordinateur de navigation, trois roues de réaction, une batterie de secours, un petite antenne intégrée de courte portée, le compartiment de stockage des échantillons et divers instruments (accéléromètre, spectromètre, kerbomètre quantique) ainsi que de petits propulseurs RCS destinés à la phase d'approche de l'astéroïde. Il est à noter l'absence de réservoir de monoergol dans le noyau de la sonde.

Ce noyau, destiné à revenir sur terre avec les échantillons et les résultats des différentes mesures, est protégé par un bouclier thermique détachable. Détachable car par soucis de masse les parachutes, comme de nombreuses pièces, on vu leurs dimensions réduites au maximum.

Fixé au bouclier par un anneau de liaison nos ingénieurs ont installé un pied muni d'un grappin et d'une mini-foreuse destinés à être abandonnés sur l'astéroïde. L'anneau de liaison a été monté de manière à propulser la sonde vers le haut dans la faible gravité de Ryugu.

Nos ingénieurs ont également développer un module technique en deux partie. La première, une simple structure de fibres de carbone directement reliée au noyau par un découpleur fut munie d'aérofreins hydrauliques destinés à améliorer le freinage atmosphérique et la stabilité du noyau lors de sa rentrée.



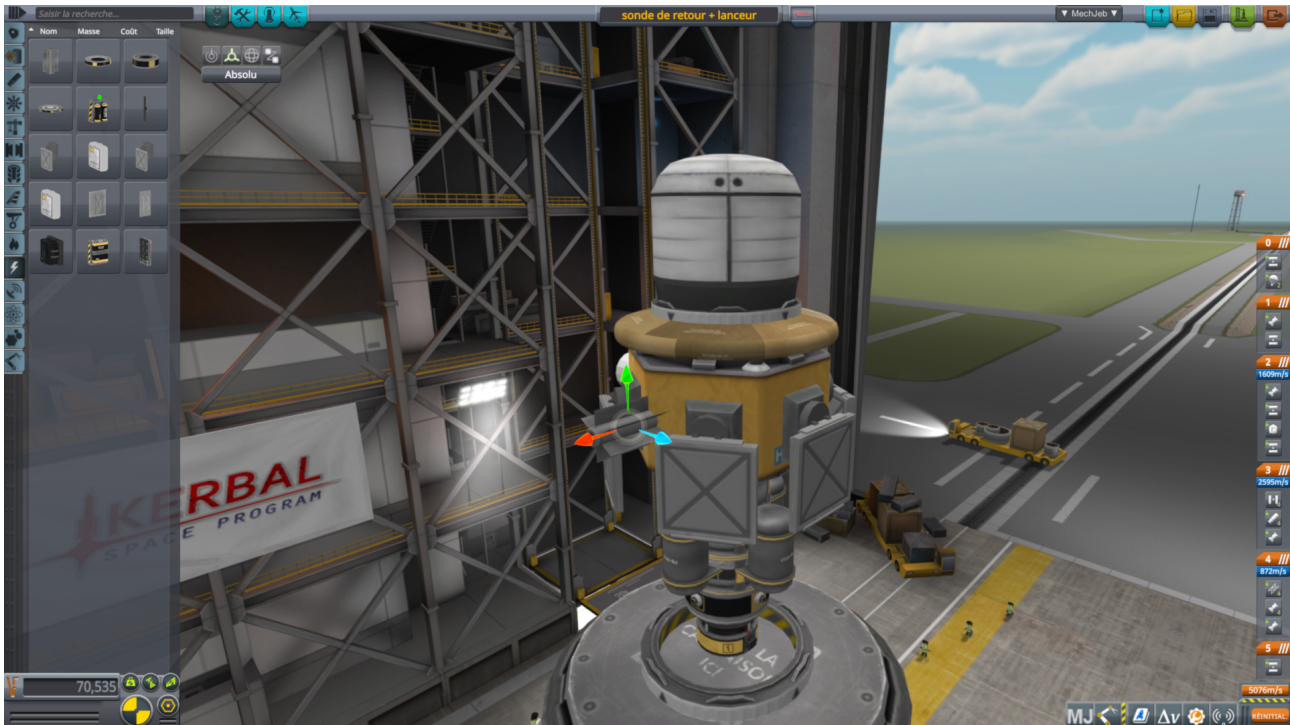
La seconde comprend la partie propulsion de la sonde. Munie d'une batterie assurant une puissance suffisante à un moteur ionique alimenté en xénon par deux réservoirs. C'est également sur cette partie que nous retrouverons un modeste réservoir de mono-ergol savamment fusionné au réservoir de xénon. Enfin de petits propulseurs RCS permettant une translation latérale de la sonde ont été fixé au socle du moteur ionique.

La seule alimentation électrique disponible sont cinq panneaux solaires 6\*1 fixés au noyau sur cinq de ses faces. La dernière étant occupée par une antenne de réception de taille conséquente comparativement à la taille de la sonde.

La rigidité et la résistance des panneaux solaires et de l'antenne ont été calculées pour que ces derniers brûlent dans les hautes couches de l'atmosphère sans endommager le noyau, lui permettant d'acquies une plus grande stabilité lors des phases de contraintes thermiques et mécaniques importantes.

En résulte une sonde de 290kg pour un  $\Delta v$  de 2389m/s

La sonde B construite plusieurs mois après la première a bénéficié des dernières technologies et résultats de simulations. Elle est donc, des deux, celle avec le plus d'espoir de réussite.



Elle reprend en majeure partie l'architecture de la sonde A à l'exception d'une refonte du module technique.

Un très petit RTG a été ajouté au noyau afin de parer à toute défaillance prématurée des panneaux lors de la phase d'entrée privant la sonde de guidage et de communication. La disposition des propulseurs RCS a aussi été repensée et un très petit réservoir de secours de RCS a été intégré au noyau.

Le module technique désormais d'un seul tenant s'est vu ôter sa structure de fibre de carbone et ses aérofreins dont l'utilité fut jugée insuffisante et dispensable. A la place l'espace de stockage du xénon a été multiplié par cinq !

Le résultat est une sonde de même dimension mais d'une masse significativement plus grande compensée par un  $\Delta v$  bien plus important.

Pour une masse de 310kg la sonde B développe une  $\Delta v$  de 5480m/s

## LE LANCEUR

Le lanceur Kerbouz développé par Piotr Kernovich spécialement pour cette mission est un lanceur de 3 étages doté de 4 boosters à ergol liquide. Le troisième et dernier étage est conçu pour accompagner la sonde dans son vol interplanétaire pour réduire le temps de manœuvre et préserver le moteur ionique de l'usure prématurée.

Il a été conçu initialement pour la sonde A et la construction du premier modèle a commencé avant que les plans de la sonde B soient terminés.

Les tests étaient prometteurs mais la capacité du lanceur fut jugée trop limitée pour de

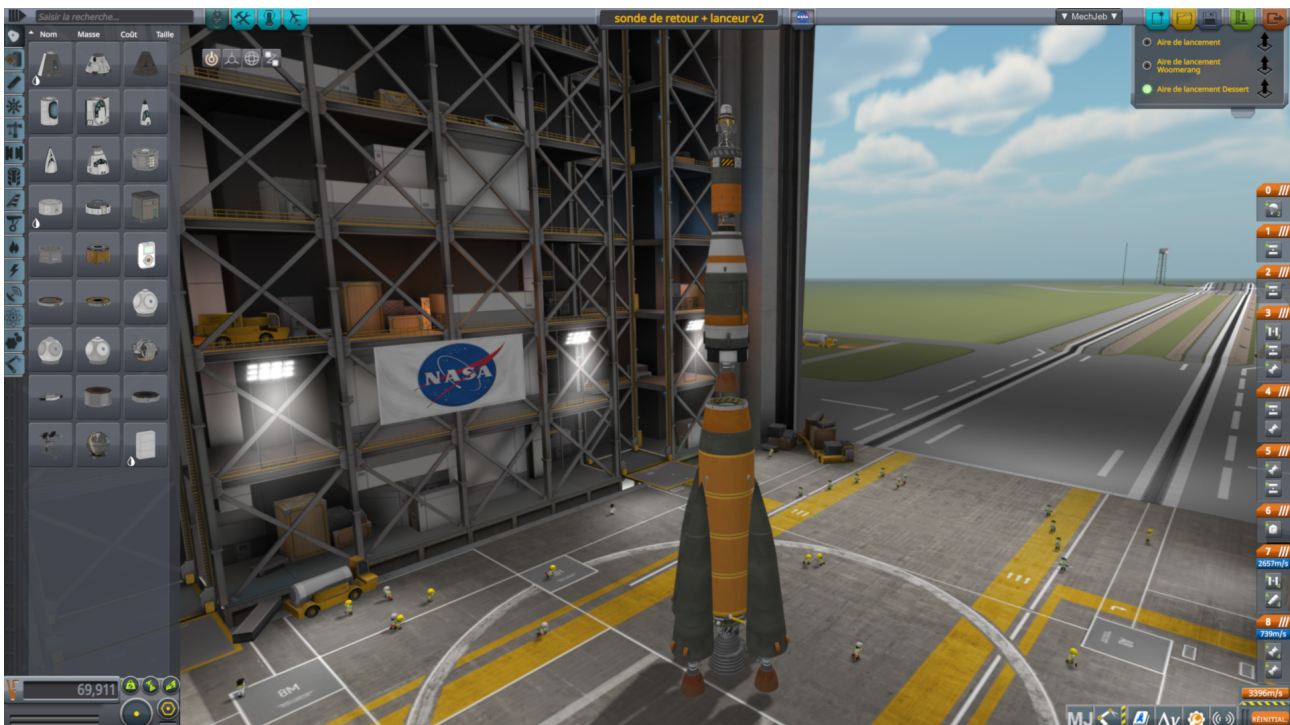


potentielles utilisations variées sur d'autres missions futures. Ainsi à l'instar de la sonde ses plans se sont vus modifiés et sa capacité améliorée. C'est cette version améliorée qui a emporté la sonde B

Le premier, baptisé Kerbouz'á n'a existé qu'en un seul exemplaire.



Il est d'une masse de 82t sonde comprise ; l'ensemble développe un  $\Delta v$  de 5722m/s



Le second, que l'histoire retiendra comme le lanceur Kerbouz (le service com à jugé que l'appeler kerbouz nuirait à l'image de l'agence en laissant supposer qu'elle ne sait pas à l'avance ce qu'elle fait)

Identique en motorisation et architecture mais construit sur le principe de « Add more fuel ! » il n'a de différence qu'une plus grande taille des réservoirs.

Il développe 9146m/s de  $\Delta v$  sonde comprise pour une masse de 94t.

## LANCEMENT ET PHASE D'APPROCHE

Là encore ce rapport présentera les deux missions successivement bien qu'elles aient été en réalité espacées que de quelques mois.

Étonnamment c'est le site de Hawaï qui a été choisi pour ce lancement pour sa localisation très légèrement plus proche de l'équateur, et pas du tout parce que le congrès envisageait de le fermer car jugé trop peu utilisé par rapport à son coût d'entretien.

Dans les deux cas il a été décidé un lancement en journée sur demande du département « boutiques et souvenirs » afin d'obtenir de meilleures photos pour faire des bénéfices sur la vente d'images, de mugs, de posters, de tapis de souris et de t-shirts.



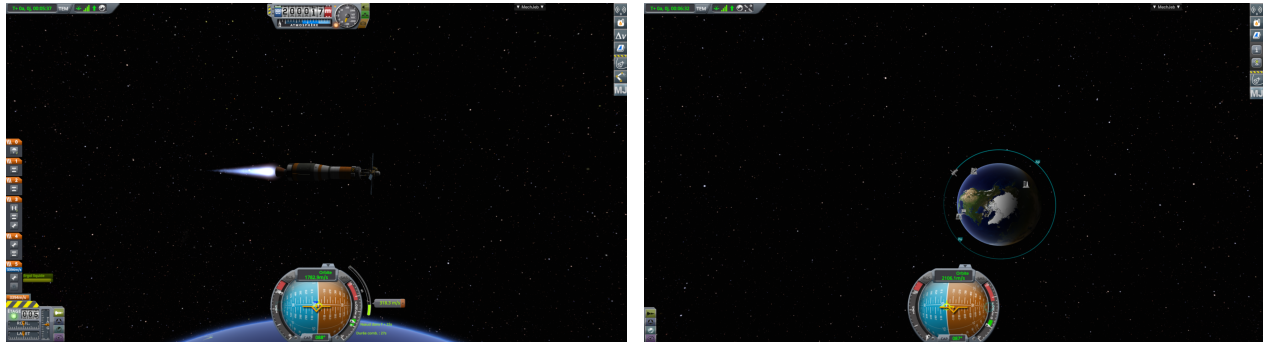
### Sonde A

Le lancement de la sonde A s'est déroulé de façon nominale

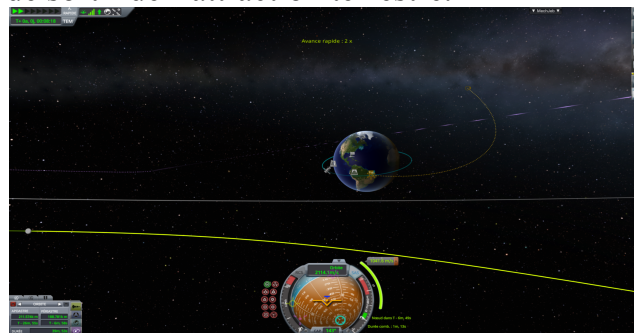


Sur la troisième photo nous pouvons voir une belle croix de Korolev

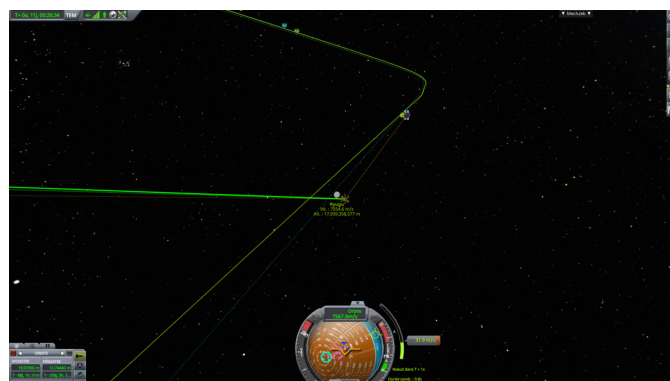




Par souci de simplicité la sonde a pris une orbite circulaire autour de la terre pour tester ses communications avant de sortir de l'attraction terrestre.



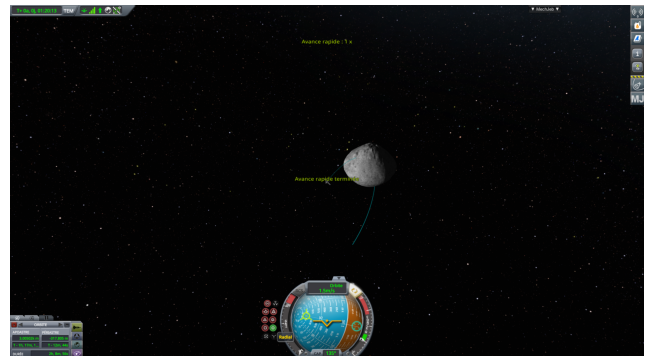
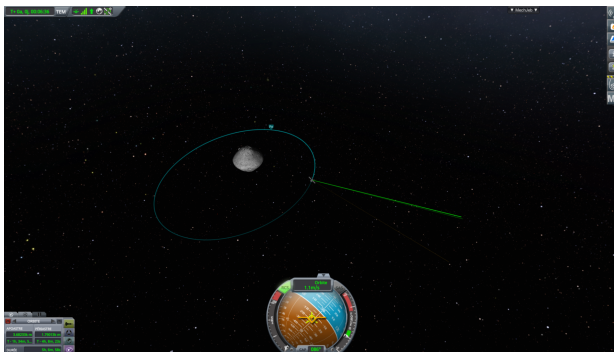
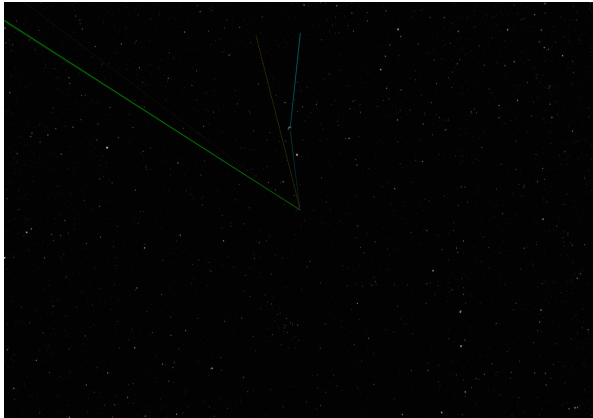
Nous ne seront que bref sur les presque 3 années de vol pour atteindre Ryugu



C'est juste avant les dernières corrections permettant une rencontre avec Ryugu que le troisième étage du lanceur a été largué et relayé par le moteur ionique, empêchant par le même tout risque de pollution de Ryugu par ce déchet.

Lors de la phase d'approche nous avons été surpris par la gravité très faible de l'astéroïde.

Ainsi la trajectoire décidée pour maximiser les chances de réussite fut une approche directe en visant le centre de l'astéroïde et de réaliser une poussée latérale à l'approche de celui-ci puis une rétrograde au périastre pour obtenir une orbite circulaire.



La sonde est restée une semaine en orbite de Ryugu afin de l'étudier avant d'annuler sa vitesse orbitale à l'aide de son moteur ionique pour se laisser tomber sur l'astéroïde.

Vous pouvez voir cette manœuvre sur la dernière représentation graphique ci-dessus.

A partir de cet instant la sonde est devenue autonome, les temps de communication ne permettant pas un guidage.

Afin que la sonde ait une vitesse suffisante pour que le grappin pénètre bien les couches superficielles de Ryugu la sonde n'a pas ralenti sa chute pour avoir une vitesse d'environ 4m/s à l'impact.

Cette vitesse, hélas insuffisante, n'a pas permis au grappin de se fixer et la sonde a fait ce que nous appelons dans le jargon « une Philæ », un rebond incontrôlé.



Cette éventualité ayant été prévue lors de la conception du logiciel de la sonde elle sût réagir en annulant de nouveau sa vitesse et en effectuant une poussée vers le sol avec ses RCS, maintenant cette poussée le temps que le grappin se verrouille.



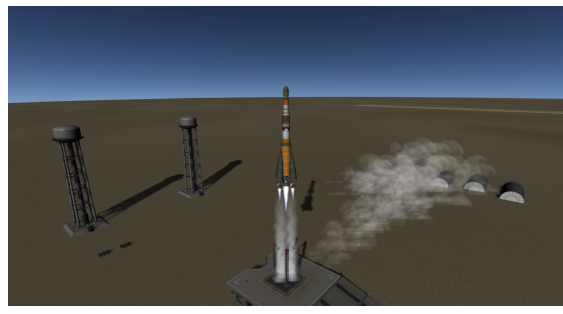
Une fois la manœuvre terminée et les premières images reçues nous nous sommes aperçus de la chance que nous avons eue. Posée sur une surface en pente un des panneaux ne se trouvait qu'à quelques cm de la surface et de son régolithe abrasif.

N'ayant pas prévu cette éventualité et n'ayant pas le contrôle sur les panneaux de la sonde ni pour les replier ni pour en empêcher le phototropisme ( qui provoquerait irrémédiablement leur contact avec le sol) il a été décidé d'avorter plusieurs expériences et de se concentrer sur le recueil d'échantillon.

Un échantillon de 60 g (Soit la masse standard d'un pain au chocolat) a été prélevé par la mini foreuse et placée dans le noyau.



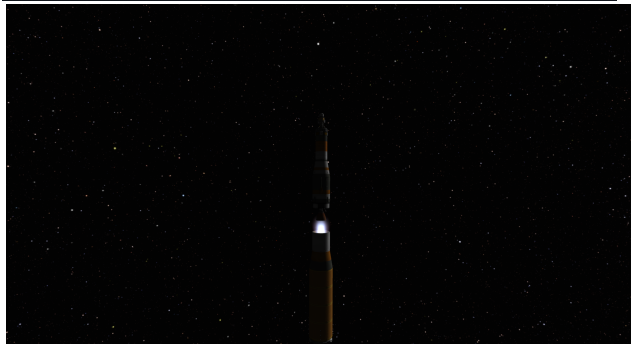
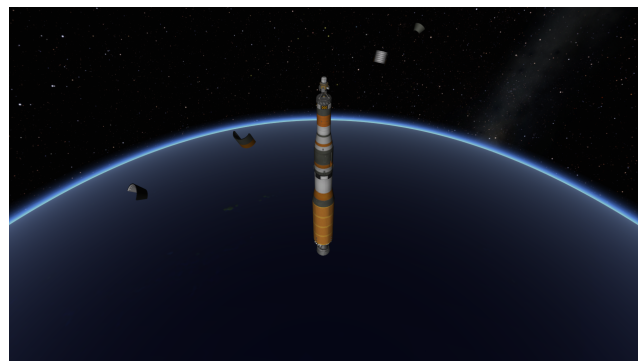
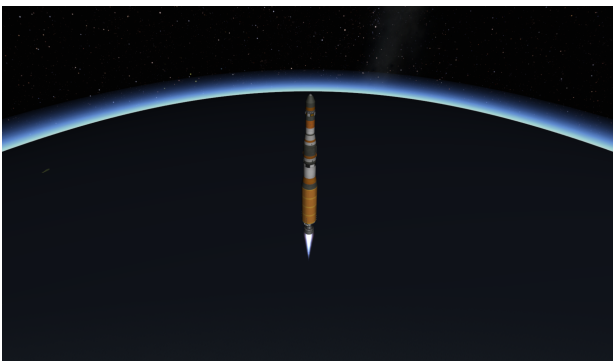
## Sonde B



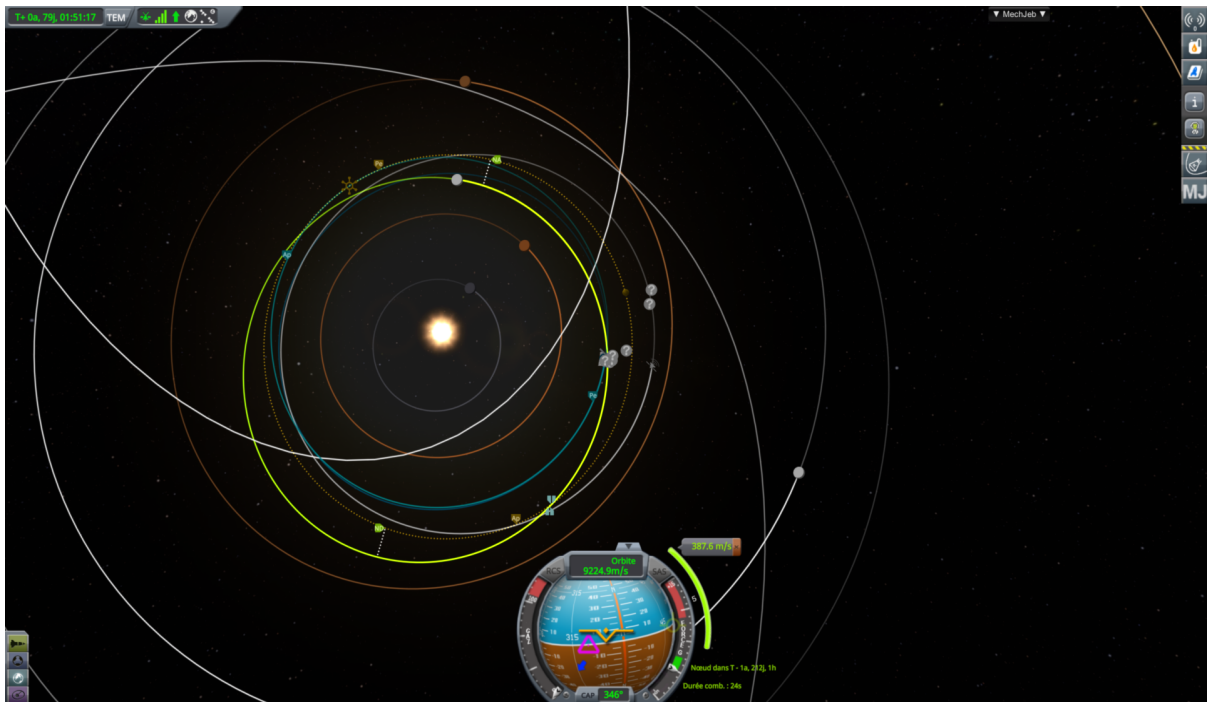
Le lanceur Kerbouz amélioré s'est très bien comporté au décollage nous faisant profiter d'une magnifique croix de Korolev



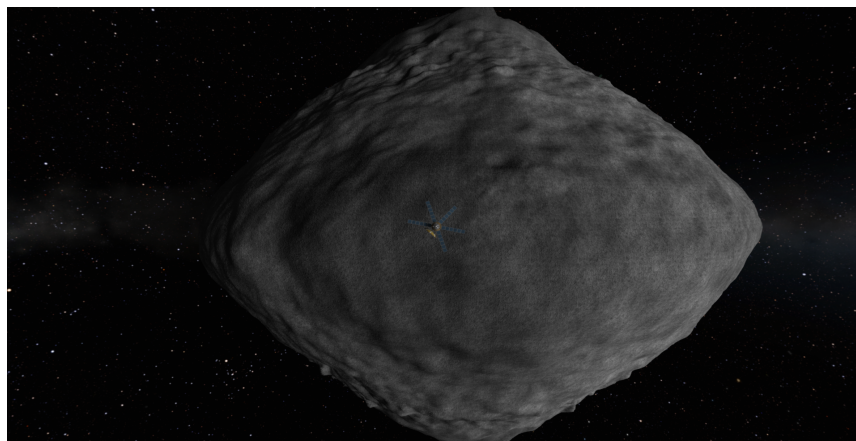
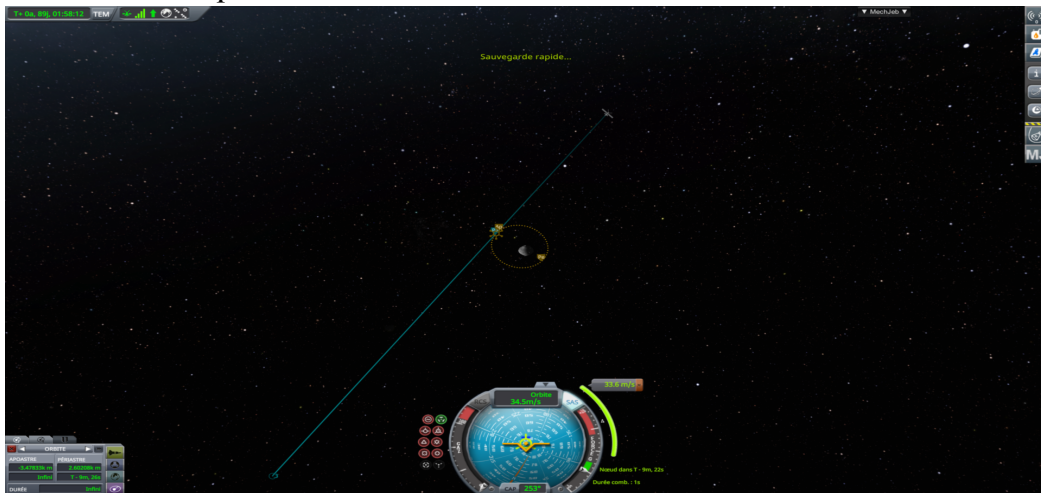
La trajectoire de vol a aussi été modifiée. Il a été préféré un décollage vertical afin de se soustraire plus rapidement de l'atmosphère et de la sphère d'influence de la terre



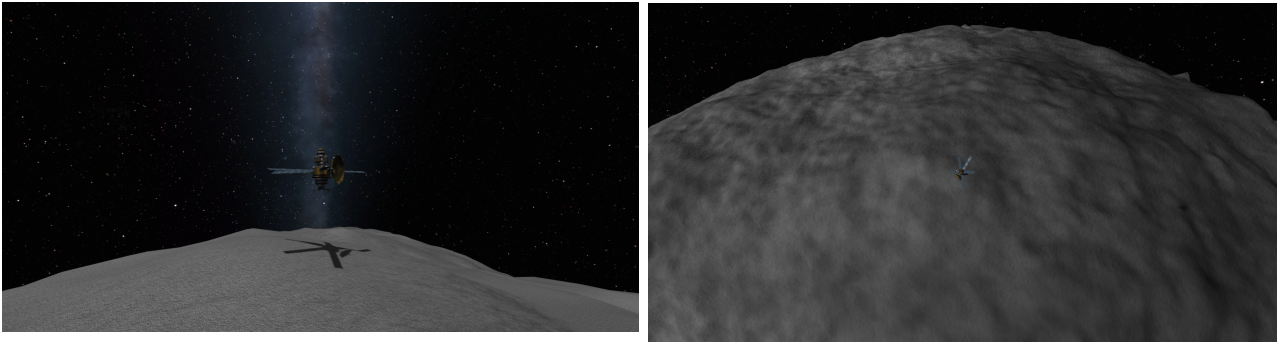
Là encore le temps de vol a été conséquent et gourmand en carburant. La sonde B a cependant rattrapé une bonne partie de son retard grâce à un plan de vol recalculé.



Pour la sonde B aussi il a été décidé de mener le troisième étage le plus loin possible. Cependant il a cette fois été convenue de ne pas placer la sonde sur une trajectoire de collision pour pouvoir larguer ce troisième étage au dernier moment et économiser encore plus le moteur ionique. Le reste de la mise en orbite puis l'annulation de la vitesse orbitale s'est faite au moteur ionique.







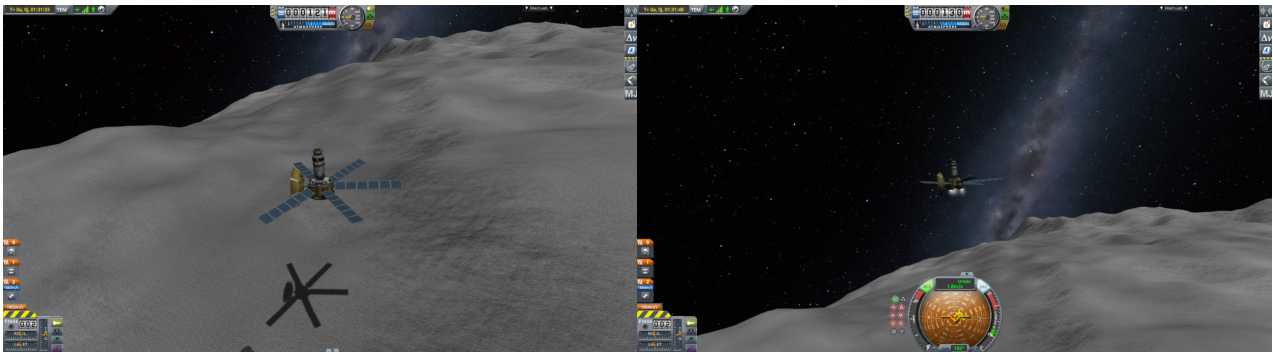
Afin d'avoir un terrain plus stable pour ne pas mettre en danger l'intégrité de la sonde nous avons paramétré une manœuvre supplémentaire pour viser le « bourrelet » à l'équateur de Ryugu.

Pour éviter un rebond comme pour la sonde A le moteur ionique a exercé une poussée au moment de toucher l'astéroïde ce qui a permis la stabilisation de la sonde.

La position sécurisée de la sonde lui a laissé le temps du prélèvement d'échantillon mais aussi des diverses mesures.

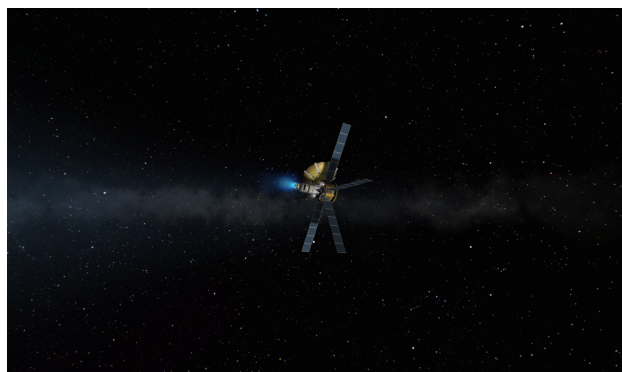
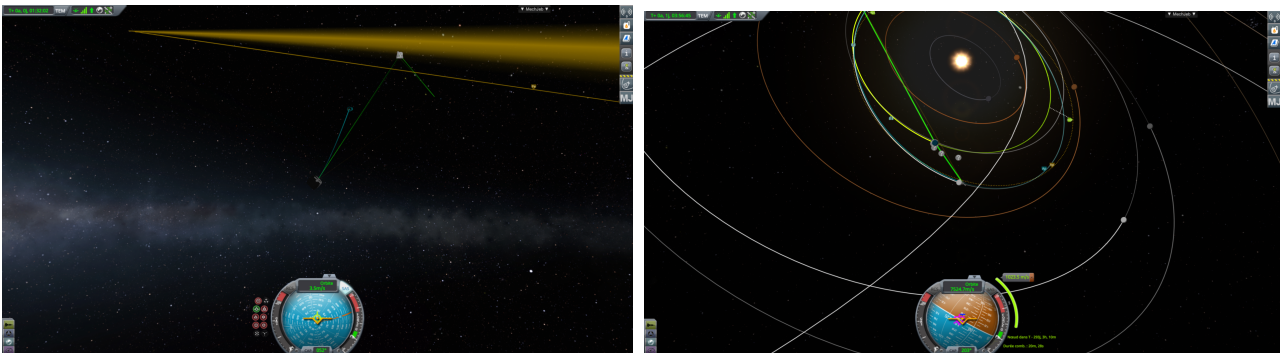
## RETOUR SUR TERRE ET RENTREE

Le décollage de la sonde A de Ryugu s'est déroulé comme prévu, le découplage du grappin a bien propulsé la sonde en altitude. Suffisamment pour que ses RCS et le moteur ionique reprennent le relais.



Sortir de la sphère d'influence de Ryugu a été extrêmement simple vu la faible force de pesanteur exercée par ce dernier.

Le voyage du retour prévu en deux ans a pu commencer sans tarder à la seule force du moteur ionique.



Hélas un problème de communication entre un stagiaire erasmus en poste au service ingénierie n'utilisant pas le système métrique et les sous-traitants en charge de la fabrication des réservoirs a entraîné une panne sèche à mi-chemin du retour.

Nos ingénieurs, curieux de voir le résultat hypothétique de cette mission on tenta une simulation informatique pour voir ce qu'il serait advenu de la sonde sans cette défaillance.

La sonde A est aujourd'hui perdue en orbite solaire sans espoir de récupération.



Ce qui suit n'est donc qu'une simulation effectuée grâce à notre superordinateur Hal12

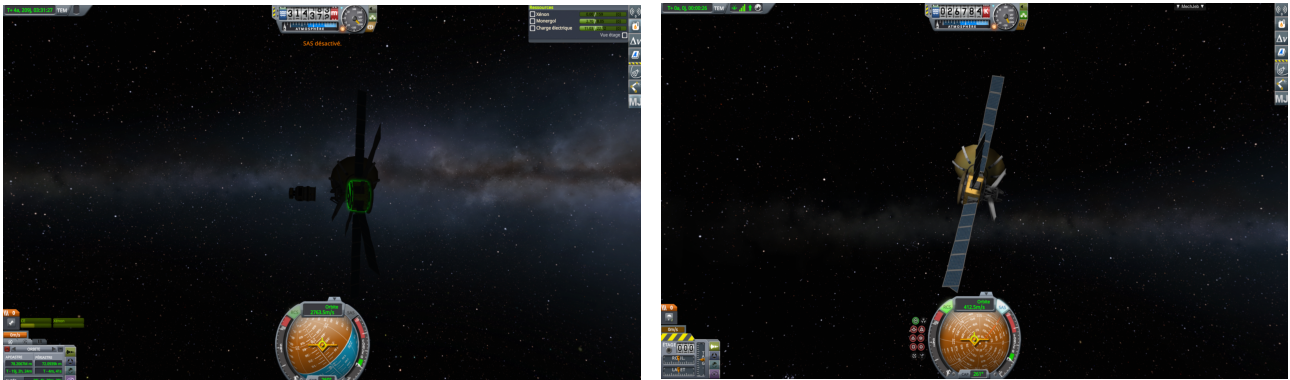
Dans cette simulation la sonde A parvient à rejoindre la sphère d'influence terrestre et tombe en panne sèche sur une trajectoire de collision avec celle-ci. Une rentrée directe n'étant pas envisageable, ordre est donné pour une poussée latérale aux RCS pour pénétrer les hautes couches de l'atmosphère et tenter un ambitieux freinage atmosphérique depuis une trajectoire interplanétaire.



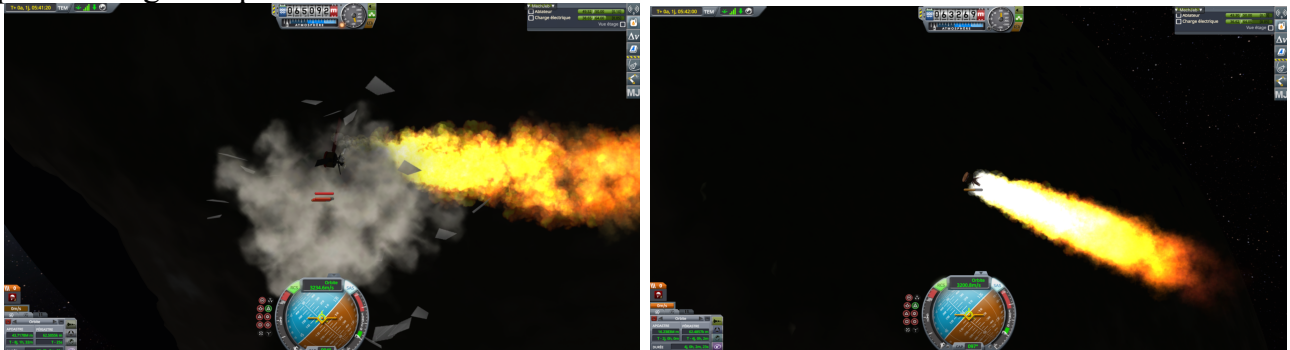
Ce faisant nous obtenons la trajectoire escomptée.



Pour minimiser la masse de la sonde et améliorer le freinage en améliorant le ratio « masse/surface de freinage » les aérofreins sont déployés et le compartiment moteur est largué une fois cette trajectoire obtenue. Le seul réservoir RCS étant dans le compartiment moteur notre sonde se retrouve sans moyen de propulsion ne pouvant s'orienter que grâce aux roues de réaction.



Comme prévu les panneaux et la parabole brûlent dans l'atmosphère et l'antenne courte portée intégrée reprend le relais.



Ce qui n'était pas prévu en revanche était la trop faible résistance des aérofreins qui eux aussi ont brûlés.

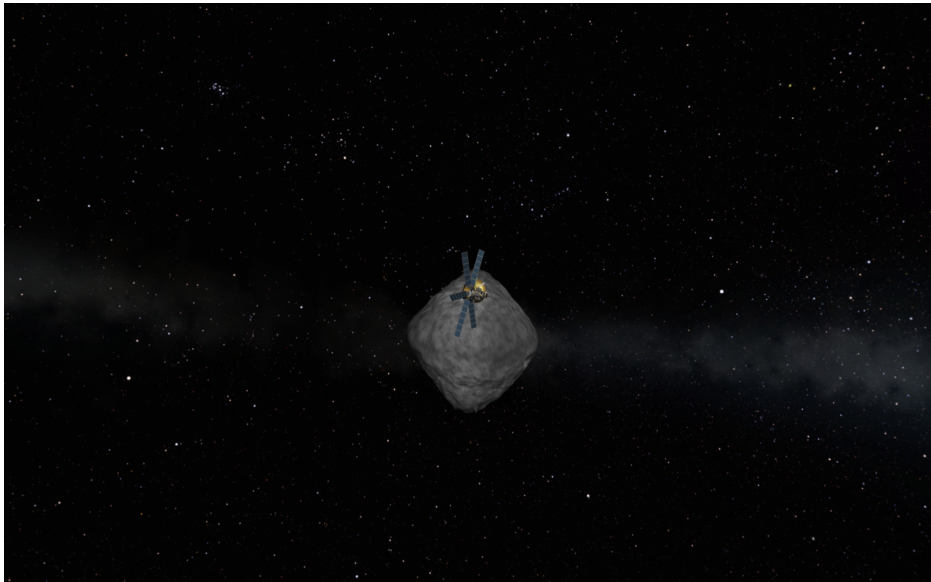
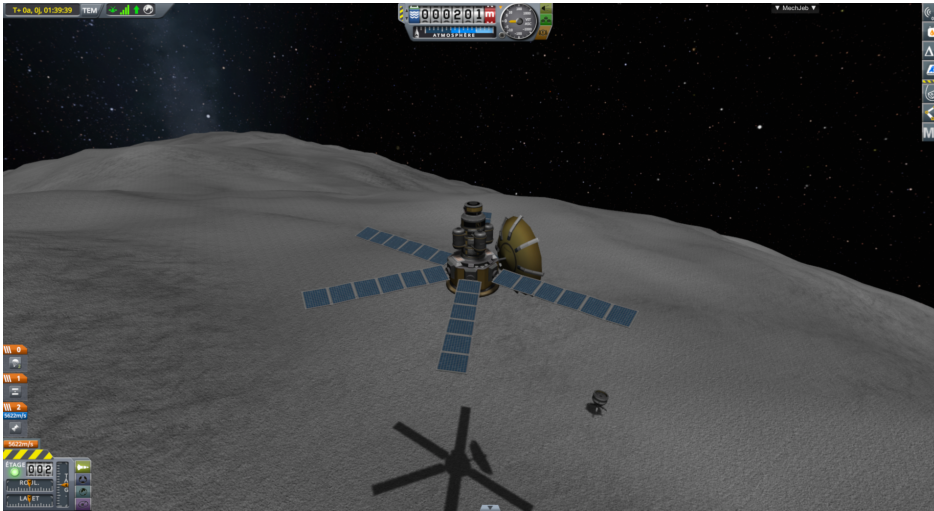


Voilà notre Sonde capturée après un premier passage.

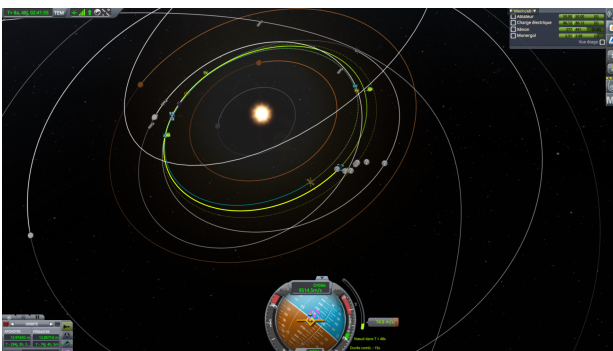
Il suffit cependant d'une demi-orbite pour vider la faible batterie du noyau pour empêcher tout espoir de déployer les parachutes quand la sonde finira par entrer définitivement dans l'atmosphère.



Le décollage de la sonde B de Ryugu s'est déroulée de façon très similaire moins de 4 semaines après celui de la sonde A.



Le surplus de carburant alloué par des réservoirs plus nombreux a permis cette fois-ci de rejoindre la terre sans problème.

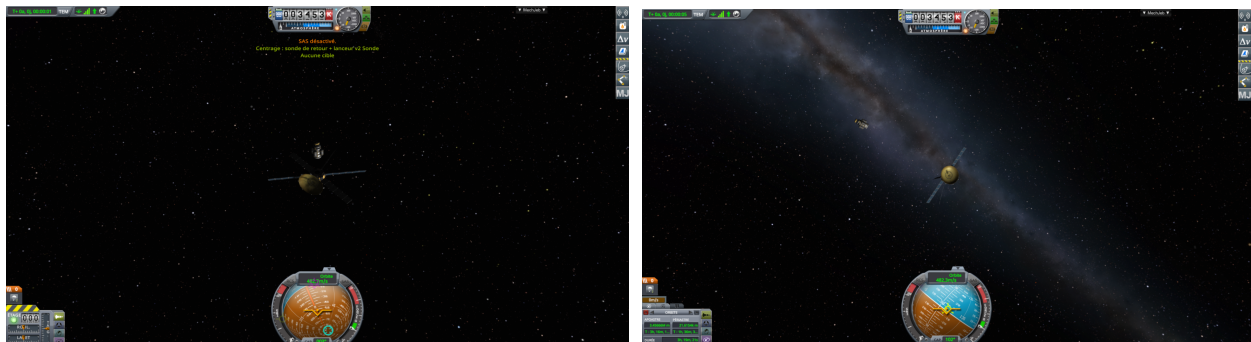


La possibilité d'une entrée directe et celle d'un freinage atmosphérique ayant été écartés par la simulation d'HAL12 il a été privilégié une mise en orbite ; le carburant étant encore disponible en quantité.

Cette orbite a ensuite été réduite pour une entrée plus douce dans l'atmosphère.



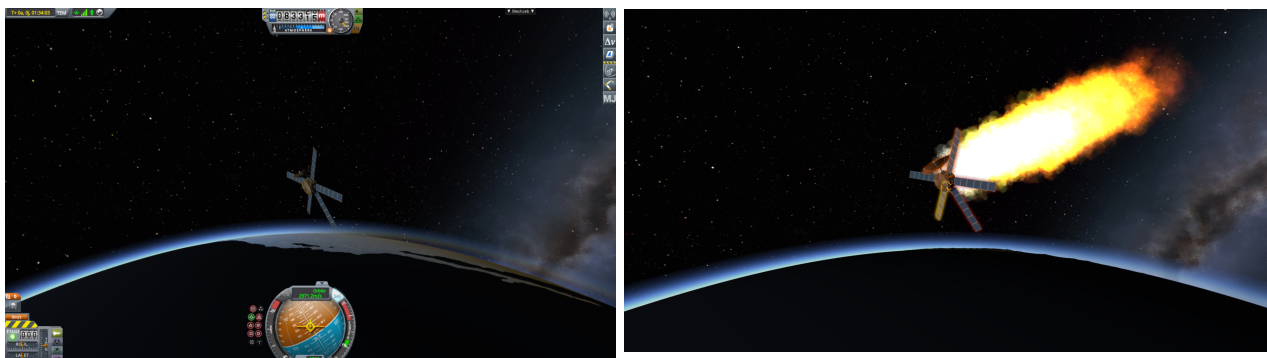
Une fois l'orbite réduite (à un périégée de 30000m) la sonde s'est débarrassée de son module technique.



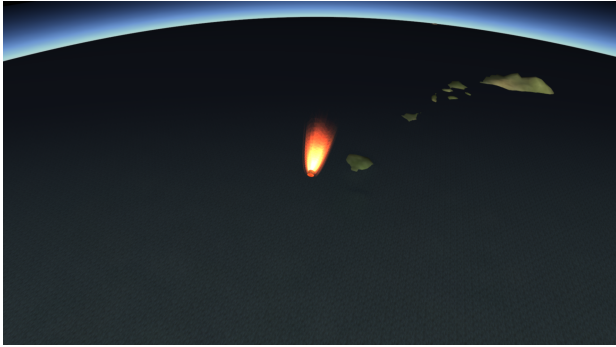
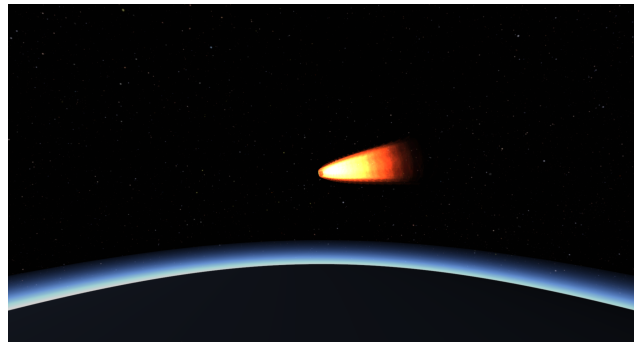
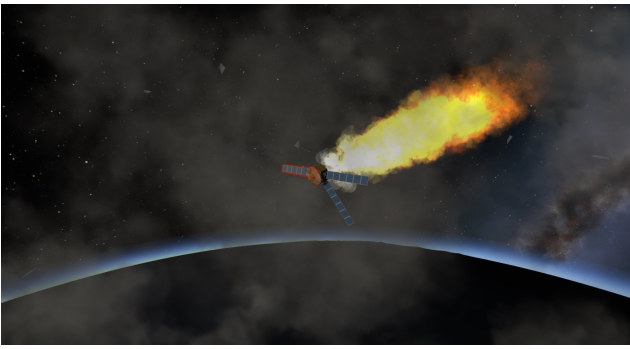
Pour rappel la sonde A était équipée d'un petit RTG n'offrant pas une puissance suffisante à son bon fonctionnement mais qui permettait l'ouverture des parachutes et de menues corrections aux RCS même si elle devait rebondir sur l'atmosphère et refaire une orbite sans ses panneaux solaires.

La rentrée s'est faite au-dessus de l'Amérique central et du Pacifique.

Et comme anticipé sur la simulation de sa sonde sœur la destruction des panneaux et de la parabole n'a pas endommagé le noyau.



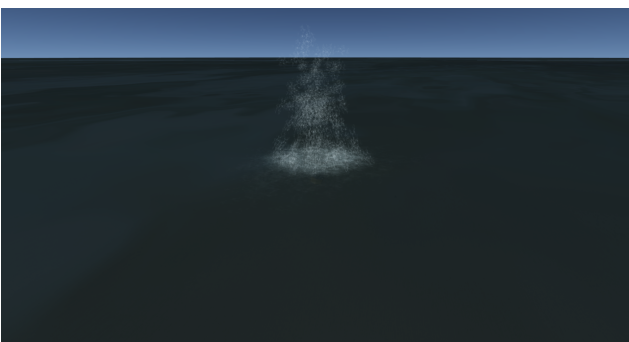
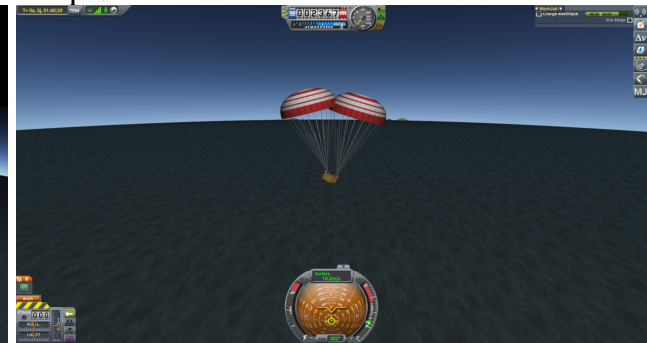
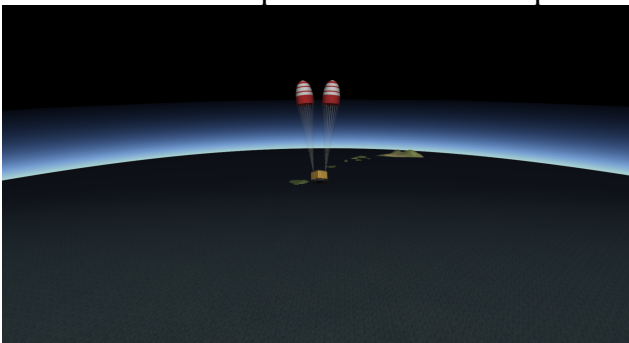




Une seule tentative aura suffi à rentrer et le bouclier thermique a pu être largué vers 22km d'altitude.



La sonde s'est posée sous ses parachutes dans l'eau au large des îles de Hawaï et l'échantillon ainsi que les résultats ont pu être récupérés.



La mission A est donc destinée à être oubliée par l'histoire et c'est la mission B qui portera le nom de Kerbuza2. Aussi il est impératif que ce rapport ne soit consulté que par le personnel qualifié. Si vous ne faites pas partie de cette catégorie merci de ne pas tenir compte des élucubrations et du scénario de fiction que vous avez lu plus haut. Sachez toute fois que le service « « nettoyage » » de l'agence a récemment vu ses subventions augmenter.

Rapport rédigé par Bob « le moche » Kerman  
Alias Shinishi

Le département « boutique et souvenir » vous invite à venir voir ses nouveaux articles exclusifs.

Le magasin de souvenirs est ouvert tout les jours jusqu'à 19h.