

MISSION CASSINI TITAN – CHALLENGE KSC - GILFLO

CATEGORIE ALACOOOL avec MÉLANGE DA VINCI

PLAN

- Déterminations des objectifs principaux et secondaires
- Définition des expériences à effectuer en orbite et au sol
- Envoi d'un prototype vers le système de Saturne pour tests et définitions des futures sondes en fonction des retours d'expérience
- Explications de la technique d'approche choisie pour le système de Saturne et conséquences sur l'assemblage de la charge
 - Définitions des moteurs de sonde
 - Construction des différentes sondes
 - Construction d'un drone électrique pour Titan et explications sur le choix du design
 - Assemblage de la charge en fonction des critères retenus pour l'approche de Saturne
 - Définition du lanceur, de l'étage Centaur et choix des moteurs
- Description du voyage par screens commentés par textes depuis le lancement jusqu'aux interceptions et mises en orbite
- Visuel des désorbitations, des entrées atmosphériques et des atterrissages par vidéos commentées par textes
 - Expériences et survols en vidéos commentées par textes
 - Cerise sur le gâteau
 - Table des matières des screens
 - Chronologie des évènements

OBJECTIFS DU CHALLENGE

A/ Envoyer plusieurs sondes vers le système de Saturne pour visiter

-Titan - Encelade - Japet

B/ Effectuer des expériences scientifiques en orbite et/ou au sol et transmettre vers la Terre les résultats de ces expériences.

C/ Terminer en brulant dans les anneaux de Saturne

1/ Objectifs principaux fixés pour la visite de chacune des planètes

A-Expériences en orbite et transmission

- TITAN - JAPET - ENCELADE

B-Atterrissages

- TITAN - JAPET

C-Expériences au sol et transmission

- TITAN - JAPET

2/ Objectifs secondaires à effectuer si possible

A/ Faire atterrir sur TITAN un avion électrique drone

B/ Survol de TITAN - Recherche de liquide

C/ Effectuer des expériences scientifiques et transmettre vers la Terre

D/ Stocker des échantillons d'expériences dans une Storage Unit et les ramener sur Terre

3/ Définition des expériences à effectuer, enregistrer et transmettre

- Toutes les sondes disposent d'un Communotron qui transmet à 3,333mbits/s et nécessite 20 UE/s

A/ Gravité - Température - Accélération - Goo - Sc 9001 Science - EVA report (Utilitron).

- En orbite autour de chacune des planètes
- Au sol sur TITAN et JAPET

B/ Détection sismique - Champ de pression - Recueil d'échantillons (Utilitron Sampler)

- Surface scan (envoi impossible)
- Au sol sur TITAN et JAPET

4/ Décision d'envoi d'un prototype de test sur Titan pour définir les futures sondes

- Définition une sonde aussi légère que possible, capable d'effectuer les expériences prévues ci-dessus et

Mission Cassini Titan - Gilflo

d'atterrir sur Titan.

- Détermination sur le launchpad des besoins électriques en fonction de l'envoi le plus lourd en termes de transmission : 60mbit pour « Gravity data » et 200 pour « Atmospheric data »

A/ Critères du prototype pour TITAN

- TILEV : Titan Experience Lander Vehicule
- Légèreté donc si possible dimensions en circulaire 0.625m
- Doit contenir en double tous les éléments nécessaires aux expériences
(sauf SC9001 et Surface Scan)
- Moteurs de désorbitation à définir
- 4 trains
- Définir comment utiliser l'Utilitron Sampler
- Atterrissage par parachute
- Construction en dimensions 0.625 et envoi vers Titan pour Test

B/ Résultats du test

- Pas besoin de bouclier thermique
- Prévoir environ 300 DV de désorbitation
- Avec 1 masse totale de 1.2T, étant donné la faible gravité, prévoir des atterrisseurs format 100% pour éviter les vibrations au sol (tous réglages ressorts et amortisseurs inefficaces)
- Très peu de réception solaire à cause de l'éloignement donc Solar Array inefficaces

C/ Conséquences sur la construction des sondes

1/ Taille des expériences scientifiques et miniaturisation

- La miniaturisation des sondes pose le problème de la miniaturisation des éléments d'expériences scientifiques.
- Seulement les scanners et le SC 9001 Jr sont miniaturisables, ainsi que les Utilitrons pour le recueil d'échantillons et l'observation. Mais ces derniers sont déjà à une taille très petite

2/ Bilan électrique

- L'énergie électrique nécessaire la plus critique est celle nécessaire à la transmission : elle ne change pas avec la miniaturisation, car 60 mbits à transmettre à 3,333mbits/s, c'est 18s de transmission et le Communotron le plus léger demande 20 UE/s donc il faut au minimum 360 Unités d'énergie électrique sur la sonde pour supporter la transmission.
- Les panneaux solaires et les cellule photo extensibles sont les seuls capables de fournir de l'électricité de façon rapide pour les besoins de transmission. Ils sont malheureusement inefficaces, et ce, d'autant plus qu'ils doivent être miniaturisés, car le soleil est très loin du système de Saturne. Les tests ont montré leur inutilité.

3/Conclusions

- Si l'on veut doubler les expériences scientifiques, la miniaturisation maxi pour la construction ne peut aller en dessous de 0.625
- Une expérience avec l'Atmosphéric Fluid Spectro-Variometer demande 200 mbits à transmettre, donc 1200 unités de batteries ou suffisamment de Générateurs Thermo Electriques, ce qui est incompatible avec la miniaturisation des sondes.
- Un fuselage structural creux, peut servir à loger quelques générateurs miniaturisés qui produiraient 1UE/s pour recharger l'ensemble de batteries en 5mn. Il pourrait également loger un Extendatron capable d'amener près du sol l'Utilitron chargé de recueillir des échantillons.
- Pour procéder à une expérience atmosphérique, je vais étudier la construction d'un avion drone électrique format MK2 dont les soutes sont capables de contenir suffisamment de générateurs pour que les batteries supportent l'envoi des 600 mbits.

5/ Technique choisie pour l'approche du Système de Saturne

- Une fois en approche du Périgée de Saturne les différentes sondes seront larguées de l'étage Centaur pour procéder de façon autonome à l'interception des orbites des lunes auxquelles elles sont destinées. Les groupes moteurs attendant seront prévus et calculés pour ces interceptions et pour la désorbitation et l'atterrissage si prévu.

C/Détermination des sites d'atterrissage et survol

- Ils seront choisis après observation en orbite. S'il reste du carburant des survols seront effectués, notamment sur Japet
- Les survols de titan seront effectués par le Dragonfly

6/ Définition des moteurs utilisés pour les sondes

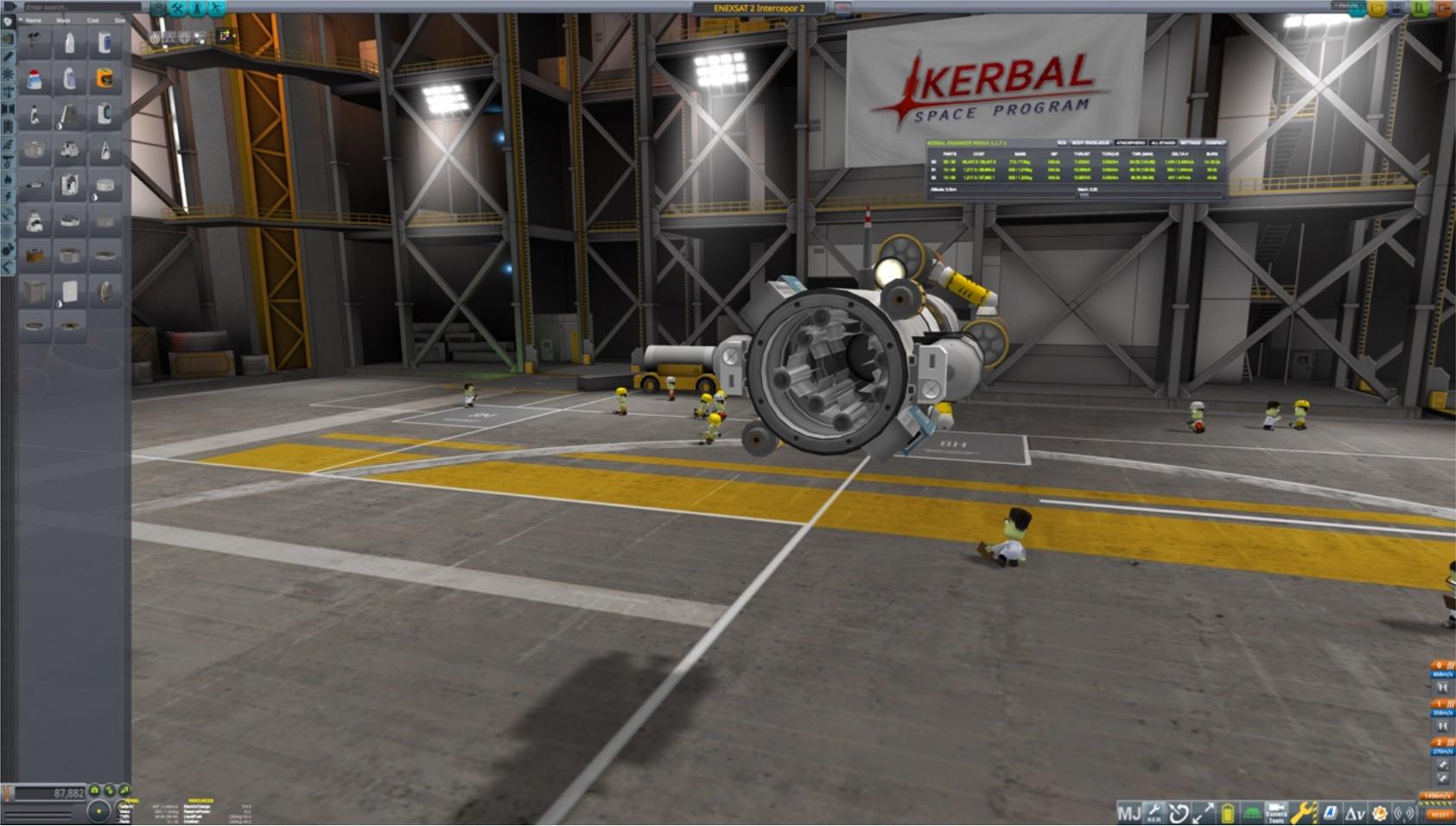
- Après comparaison avec les autres moteurs, le moteur Rhino miniaturisé entre 0.2 et 0.3 a montré le meilleur compromis DV et TWR en faible gravité.
- Il sera donc utilisé pour les sondes et également pour les moteurs de désorbitation ou d'interception d'orbite.

7/ Construction des sondes

A/ Encelade

- **ENEXSAT** : ENcelade EXperience SATellite
- Expériences : Cf S3-A
- Capacité électrique de 375 rechargé par 12 mini PB-NUK à 50% qui produisent 1,125/s. La capacité électrique permet de transmettre 60 mbit.
- Groupe propulseur : 4 « Rhino » à 0.2 qui donnent plus de 2400 DV VAC avec des TWR de l'ordre de 1 dans le vide et de plus de 80 dans la SOI d'Encelade. Ils permettront l'interception directe et la mise en orbite
- La sonde elle-même et ses équipements pèsent 400 kg et les groupes propulseurs 930 kg, soit un poids total de 1.326T

Vue de l'intérieur de la sonde avec le mini générateurs thermo nucléaires



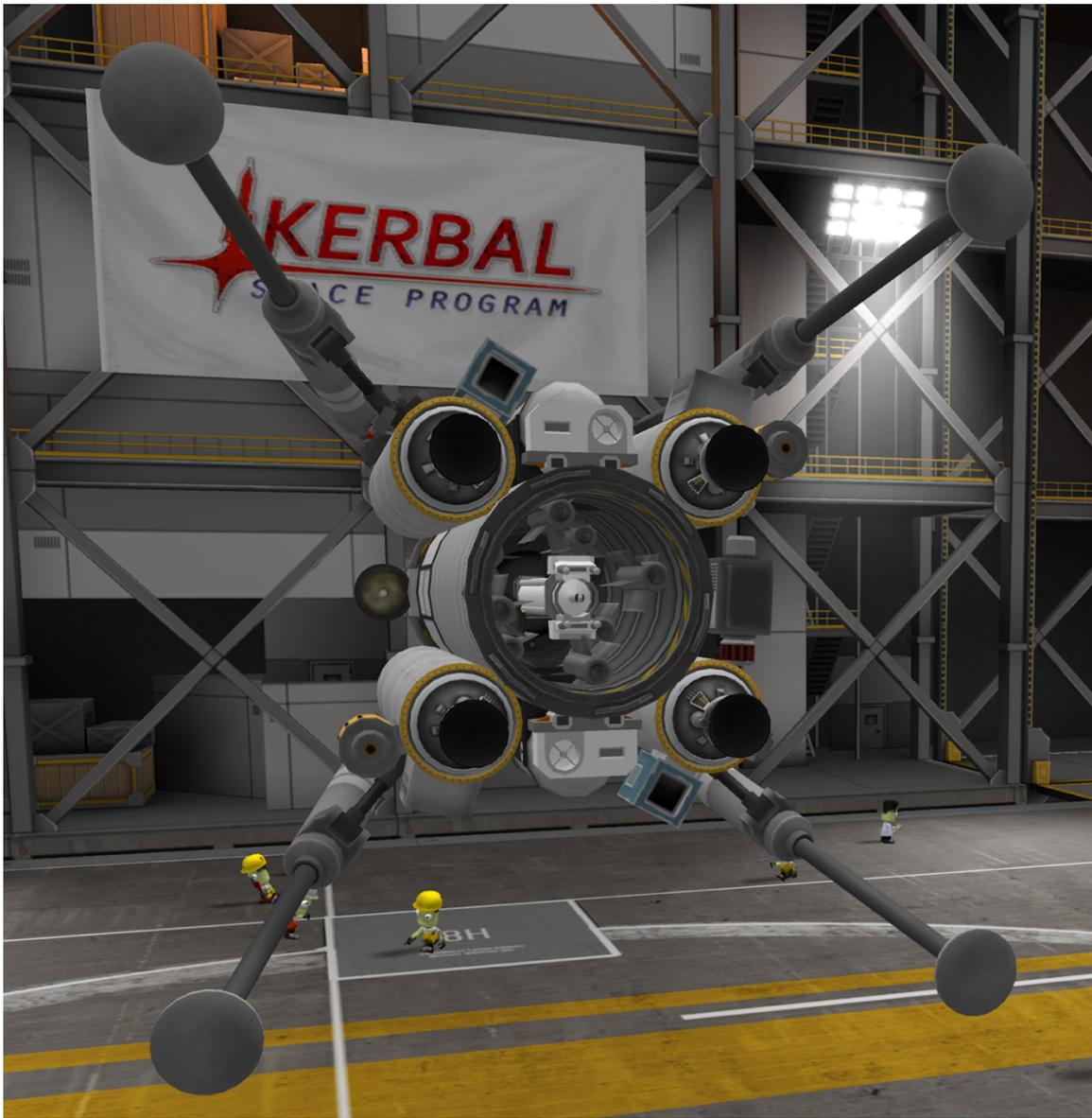


Mission Cassini Titan - Gilflo

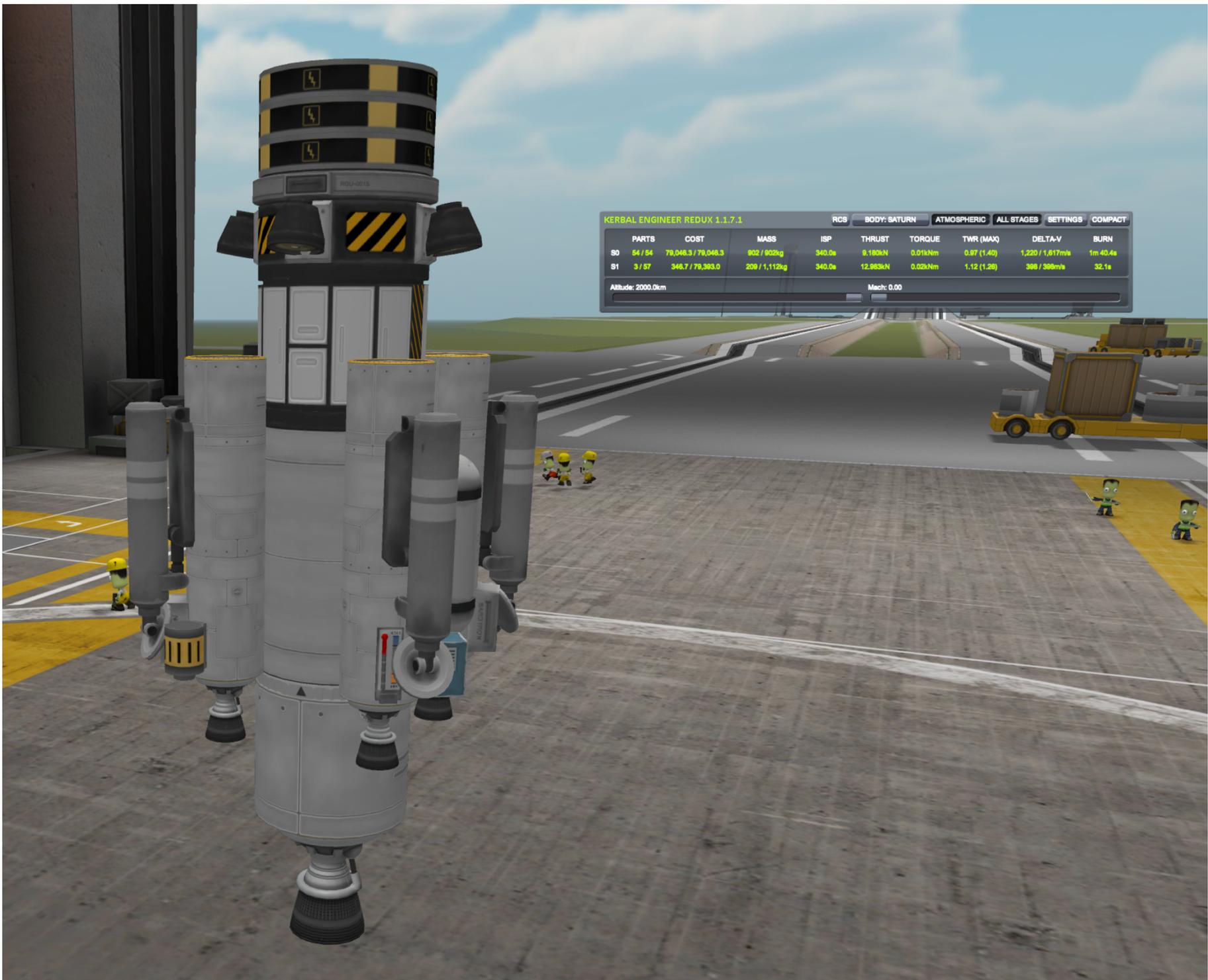
B/Japet

- **JALEV** : JApet Lander Experience Vehicule
- Expériences : Cf S3-A et S3-B
- Capacité électrique de 375 rechargé par 8 mini PB-NUK à 50% qui produisent 0,75/s. La capacité électrique permet de transmettre 60 mbit.
- Groupe propulseur : 4 « Rhinos » à 0.25 plus un étage bas avec un « Rhino à 0.5 qui délivrent 1600 DV VAC avec des TWR de l'ordre de 1 dans le vide et de plus de 50 dans la SOI de Japet. Les 2 étages permettent l'interception, la mise en orbite et l'atterrissage sur Japet.
- Japet étant plus loin de Saturne qu'Encelade, le nombre de DV nécessaire est moindre.
- Poids total en charge 1.11T - Poids total posé à vide 690 kg.
- Si la sonde se pose, il n'est pas prévu qu'elle redécolle.

Visuel du corps central dans lequel sont logés les mini PB-NUK et l'Utilitron Sampler télescopique



Mission Cassini Titan - Gilflo



KERBAL ENGINEER REDUX 1.1.7.1

PARTS	COST	MASS	ISP	THRUST	TORQUE	TWR (MAX)	DELTA-V	BURN	
S0	64 / 64	79,048.3 / 79,048.3	902 / 902kg	340.0s	9.190kN	0.01kNm	0.97 (1.40)	1,220 / 1,817m/s	1m 40.4s
S1	3 / 57	346.7 / 79,393.0	209 / 1,112kg	340.0s	12.983kN	0.02kNm	1.12 (1.28)	398 / 398m/s	32.1s

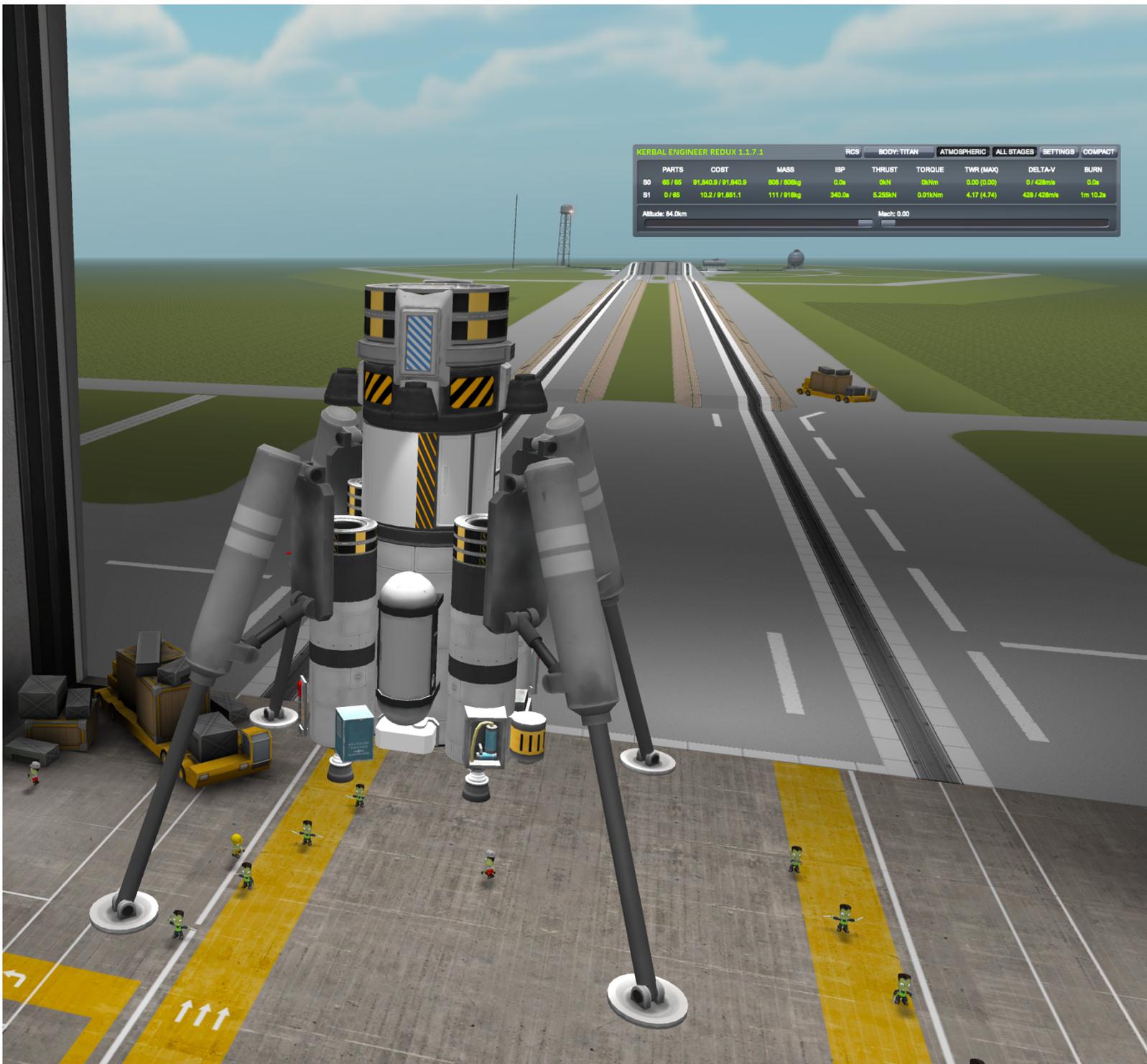
Altitude: 2000.0km Mach: 0.00

MISSION CASSEINI PLAN - GUTTO

C/Titan

- 1/ **TILEV** : **TI**tan **L**ander **E**xperience **V**ehicule
- Expériences : Cf S3-A et S3-B
- Capacité électrique de 390, rechargé par 12 mini PB-NUK à 50% qui produisent 1,125/s. La capacité électrique permet de transmettre 60 mbit. Il y a seulement 2 grosses batteries et plusieurs petites batteries au-dessus des réservoirs pour permettre la fixation des trains
- Groupe propulseur : 4 « Rhino » à 0.2 qui délivrent 436 DV VAC amplement suffisant pour la désorbitation.
- Atterrissage à l'aide de 2 parachutes.
- Poids total en charge 0.92T
- Même disposition que JALEV à l'intérieur de la coque creuse, mais avec 12 mini PB-NUK

- TILEV sera accompagné d'un Dragonfly, drone volant, et le « train » pour Titan sera poussé et mis en orbite, avant séparation par un groupe propulseur commun



KERBAL ENGINEER REDUX 1.1.7.1

RCS BODY: TITAN ATMOSPHERIC ALL STAGES SETTINGS COMPACT

PARTS	COST	MASS	ISP	THRUST	TORQUE	TWR (MAX)	DELTA-V	BURN	
B0	65 / 65	91,840.9 / 91,840.9	805 / 809kg	0.0s	0kN	0kNm	0.00 (0.00)	0 / 428m/s	0.0s
S1	0 / 85	10.2 / 91,881.1	111 / 918kg	340.0s	5.25kN	0.01kNm	4.17 (4.74)	428 / 428m/s	1m 10.2s

Altitude: 84.0km Mach: 0.00

Mission Cassini Titan - GUTLO

2/ Dragonfly et TEAV (Titan Experience Ascent Vehicule)

- Avion drone électrique pour survoler Titan
- Seul drone capable d'envoyer les résultats de test atmosphérique qui nécessitent 1200 UE.
- L'optimisation du poids pour l'énergie électrique passe par 8 Batteries (5 de 0.625 en soute avant et une sur le TEAV, plus 2 à 0.3 en soute arrière) fournissant 798 UE épaulées par 11 PB NUK (5 en soute avant, 2 +2 dans les réservoirs avant et arrière qui sont vide, plus 2 mini sur le TEAV). C'est aussi ce qui a déterminé le design MK2
- Les soutes permettent également l'emport du matériel d'expérience qui est déployé par moyens robotiques
- Le moteur électrique de chez Firespitter pèse 56 kg et développe 11.46 kN. Il consomme 6.8UE qui sont juste équilibrés par la production des générateurs qui est de 6.9

Pourquoi un avion plutôt qu'un quadcopter ou qu'un hélicoptère ?

- Grosse portance, plus moteur électrique assez puissant font qu'il monte à 45° « pendu » à son hélice.
 - Hyper facile à piloter, pas besoin d'électronique et surtout il va nous servir de lanceur pour le TEAV, posé sur son dos, et qui contient un module « Storage unit » destiné à ramener des échantillons sur Terre
 - Rentrée atmosphérique pilotable avec désorbitation assurée par 2 boosters latéraux éjectables
-
- Le TEAV, une fois en orbite, se sépare de son moteur et de sa pointe. Le STU attend que le TERV vienne s'y docker pour ramener sur Terre la partie STU. Le TEAV sur le dos du Dragonfly pèse 350 kg et son moteur « Rhino » à 0.375 développe 1128 DV VAC
 - Poids total Dragonfly-TEAV avec boosters: 2.29T. Poids sans boosters et avec TEAV 1.93T
 - Poids drone seul : 1.58T, le mélange Batteries - PB NUK fait gagner 500 kg par rapport à une solution qui consisterait en un tout « batteries » ou tout « chargeurs » pour absorber les pointes de consommation.



Vols de reconnaissance prévu avec le TEAV sur le dos

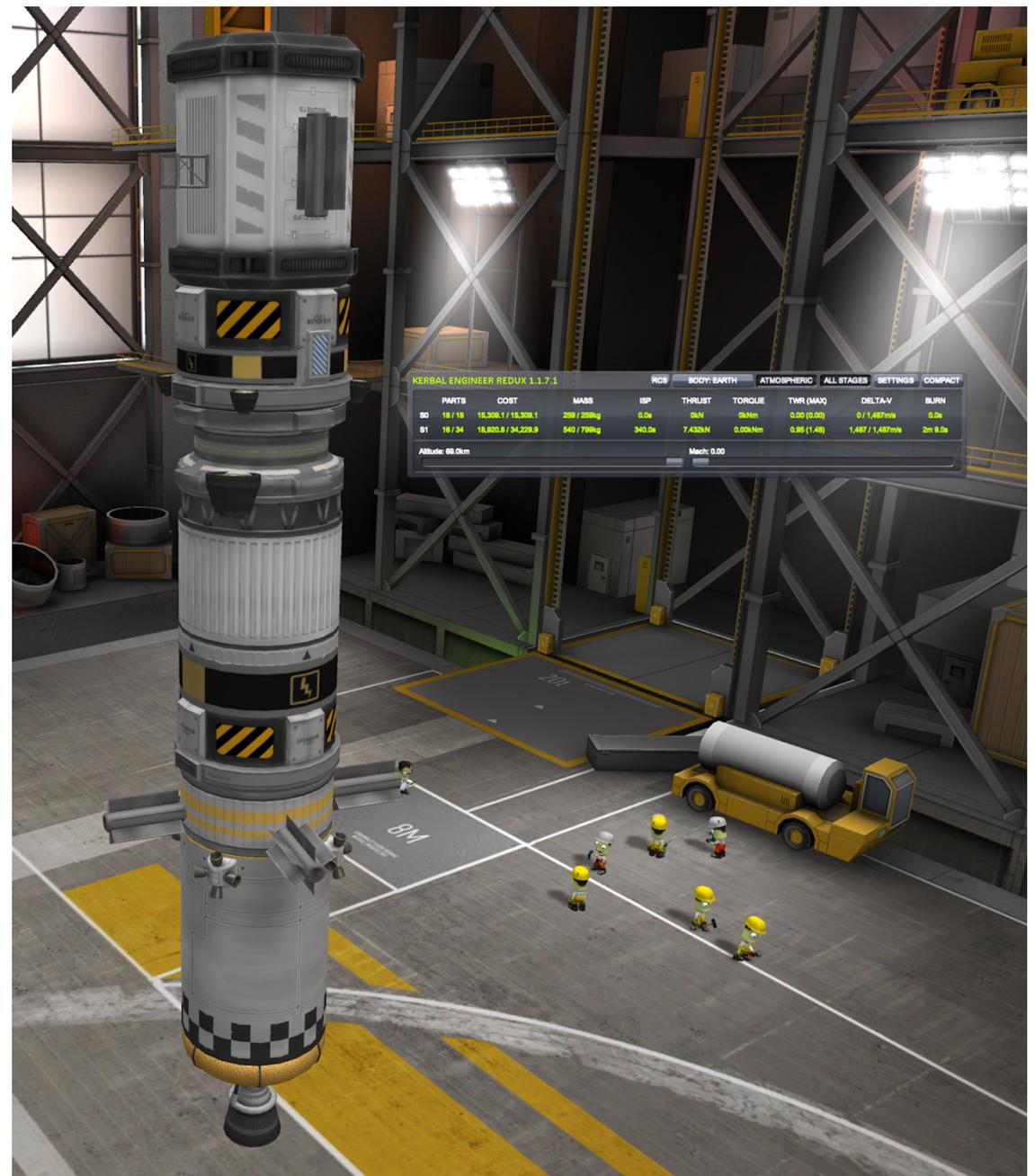
VUE SOUTES OUVERTES (La 1ere soute à l'avant n'est pas prévue pour s'ouvrir)

Mission Cassini Titan - Gilflo



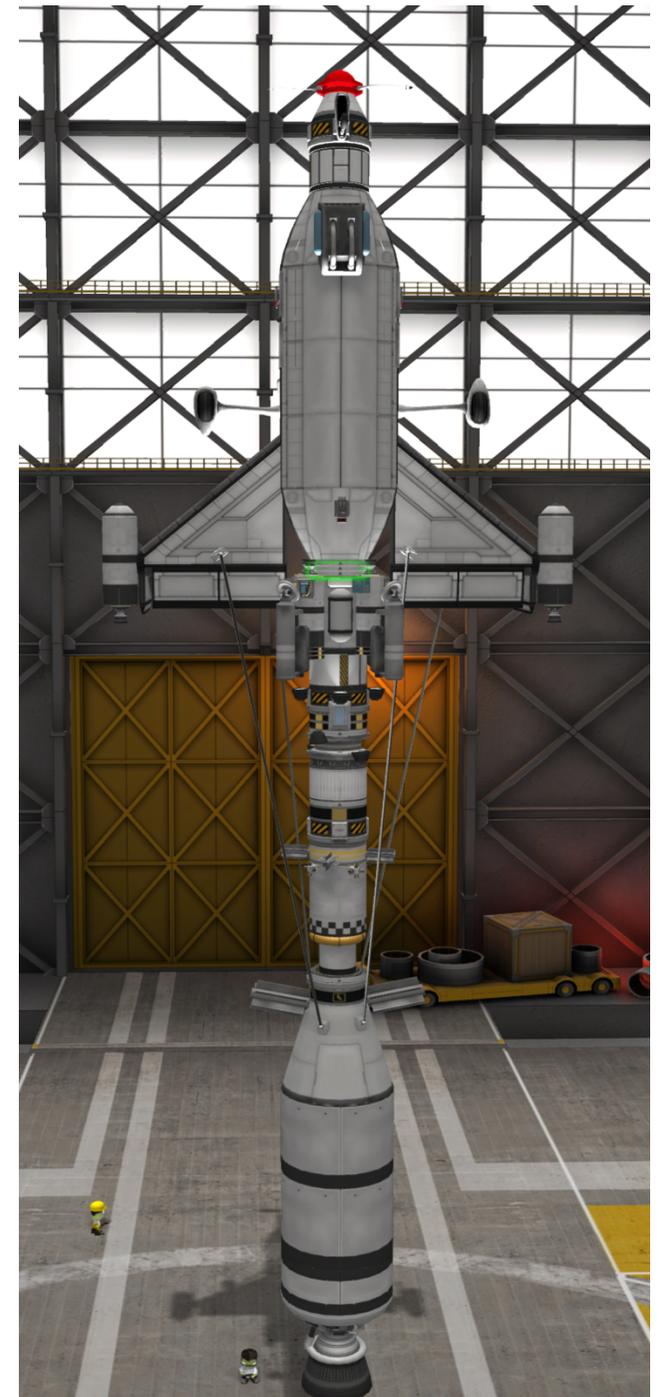
3/ TERV : Titan Experience Return Vehicle

- Il comporte un bouclier thermique pour une rentrée directe du STU. La séparation se fait au niveau bouclier. Le moteur « Rhino » à 0.4 délivre 1487 DV VAC en charge, ce qui est suffisant pour le retour.
- Poids en charge avec module STU : 800 kg
- Moteurs RCS équilibrés pour le docking



4/ Le « Titan Train »

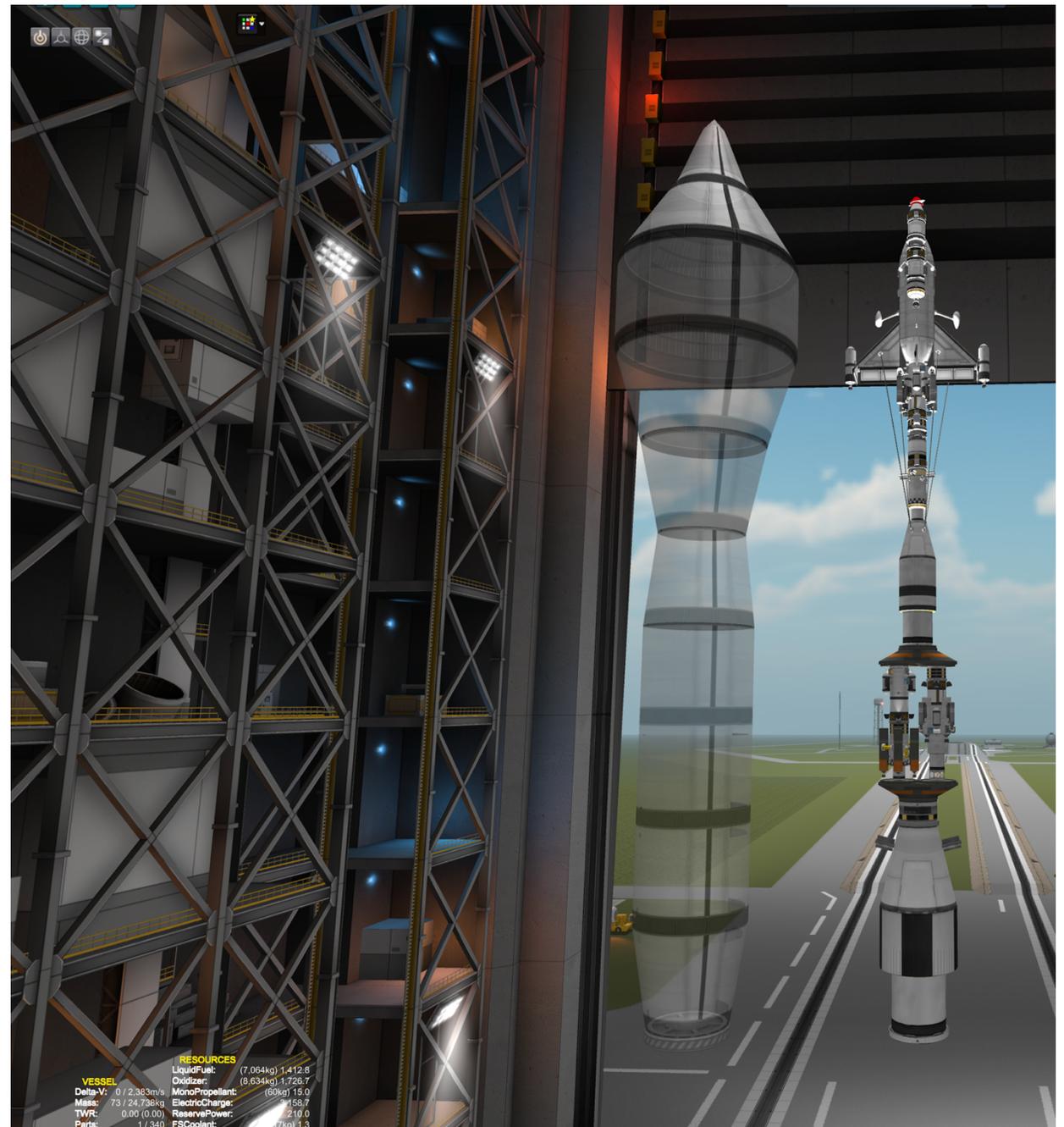
- Il comporte en ligne le Dragonfly avec le TEAV, le TILEV et le TERV. Il est accouplé à un groupe propulseur autonome avec un « Rhino » de 1.25 qui développe 1500 DV VAC. Après la mise en orbite autour de Titan, les éléments du train seront séparés. Il devrait rester assez de carburant au groupe pour finir en panache dans l'atmosphère de Saturne.
- Poids du Train auquel seront accouplés en binôme le JALEV et l'ENEXSAT avec leurs intercepteurs desorbiter : 8.3T



8/ Le Lanceur

A/ L'étage « **CENTAUR** »

- Le 3^{ème} étage comporte 341 pièces et pèse 24,7T. Il est propulsé par un moteur Rhino de 1.725m.
- La charge, qui comporte 330 pièces est situé au-dessus du réservoir. Elle comporte ENEXSAT et JALEV accouplés. On trouve ensuite le « TITAN TRAIN ».





B/ Le Lanceur **CASSINI TITAN**

- Il comporte 372 pièces et pèse 266,4T charge incluse.
- Le 1er étage est composé de 2 booster latéraux propulsés par 2 moteurs Vector de 1.625m. Ils fonctionneront jusque vers 11500m où le 2ème étage prendra le relais avec son moteur central Vector de 1.875m.
- L'injection vers Jupiter sera effectuée par ce qui reste de l'étage 2, puis lors de la séparation, le « Fairing » sera éjecté et l'étage CENTAUR prendra le relais.

9/ Le voyage

A/ Utilisation de MechJeb

Il sera utilisé si nécessaire pour le calcul des nœuds d'interception d'orbite

Il ne sera pas utilisé pour la mise en orbite du lanceur, ni pour les manœuvres autour des lunes, ni pour le pilotage des atterrissages, décollage et transfert, ni pour le calcul d'assistance gravitationnelle

B/ Lancement et mise en orbite de parking

La description sera faite par screenshots avec commentaires à l'intérieur de l'image

C/ Assistance gravitationnelle

Une solution graphique sera expliquée

D/ Injection vers Jupiter, puis poursuite vers Saturne

A la suite de la solution graphique, la solution trouvée sera commentée dans les screenshots

D/ Interception des différentes orbites des Lunes

Chronologie et mise en orbite commentées dans les screenshots

E/ Expériences en orbite et/ou au sol, désorbitation, alunissage, atterrissage, vols

Ils seront filmés et commentés par texte sur le film

F/ Retour vers la Terre : film et screens

10/ Cerise sur le gâteau

Une visite des fonds sous-marins de Titan !

Oui, il y a des fonds sous-marins !

Oui j'ai pu les visiter de façon tout à fait inattendue et rien que pour ça, cela valait le coup d'y aller et, encore plus, d'essayer !!

La méthode est surprenante !

11/ Description des vidéos HD 1080 : Total 27'14

1-Satellites HD 1080 2'47 *Musique: Game of thrones*

Expérience en orbites autour d'Encelade et Japet - descriptions et constatations

2-Atterrissage JALEV HD 1080 3'18 *Musique: Philadelphia*

Atterrissage de JALEV sur JAPET - Survol de JAPET - Expériences au sol

Descriptions et constatations

3-Atterrissage Dragonfly HD 1080 4'48 *Musique: What's going on*

Désorbitation - Entrée atmosphérique - Survol d'une région de lacs et atterrissage

4-Atterrissage TILEV HD 1080 3'58 *Musique: Come closer*

Expériences en orbite - Désorbitation et rentrée atmosphérique - Atterrissage en région montagneuse et expériences au sol.

5-Dragonfly Expériences HD 1080 1'55 *Musique: Prélude of dreams*

Expériences au sol de Dragonfly - Transmission et stockage dans le STU

6-Survol de Titan à la rencontre de TILEV HD 1080 2'38 *Musique: road to glory*

Vol du Dragonfly jusqu'à TILEV - Survol à basse altitude de régions montagneuses de Titan

7- Mise en orbite du TEAV HD 1080 3'19 *Musique: Game of Thrones*

Dragonfly met en orbite le TEAV pour que le STU puisse se docker à l'ERV qui l'attend, puis il redescend vers la région des lacs

8-Sous la surface de Titan HD 1080 3'43 *Musique: Destination Unknown*

La cerise sur le gâteau !!!

PLAN DES SCREENS

PAGES 1 à 3

Lancement et mise en orbite du Lanceur CASSINI TITAN

PAGE 4

Explication de la méthode graphique pour déterminer les solutions temporelles pour l'assistance gravitationnelle

PAGES 5 à 15

Développement des 2 solutions, choix et conséquences

PAGES 16 à 17

La Phase de prise d'orbites en ordre chronologique

PAGES 18 à 20

Prise d'orbite de JAPET

PAGES 21 à 24

Prise d'orbite de TITAN

PAGES 25 à 27

Prise d'orbite d'ENCELADE

PAGES 28-29

Centaur brule dans l'atmosphère de Saturne

PAGES 30

Plan des vidéos à regarder

PAGES 31 à LA FIN

RETOUR de l'ERV vers la Terre avec sa charge

CHRONOLOGIE

TEMPS ÉCOULÉ

An 44 jour 142 01H20	: LANCEMENT	
An 44 jour 143 02 :24	: CHARGE EN ORBITE DE PARKING À 1000KMS	
An 44 jour 223	: SOLUTION DE TRANSFERT VERS JUPITER (dans 264j)	
An 45 jour 61	: INJECTION VERS JUPITER (durée du voyage 2Ans 100j).	345 J
An 47 jour 161	: PÉRIGÉE DE JUPITER - ASSISTANCE GRAVITATIONNELLE.	3 Ans 19 J
An 54 jour 390	: A 306 JOURS DU PERIGÉE DE SATURNE	10 Ans 248 J
An 55 jour 264	: ENXSAT AU PÉRIGÉE DE SATURNE.	11 Ans 122 J
An 55 jour 268	: L'ÉTAGE CENTAUR BRULE DANS L'ATMOSPHÈRE DE SATURNE	11 Ans 126 J
An 55 jour 279	: CAPTURE DE L'ORBITE DE TITAN.	11 Ans 137 J
An 55 jour 326	: CAPTURE DE L'ORBITE DE JALEV	11 Ans 184 J
An 58 jour 267	: DÉBUT DE CAPTURE DE L'ORBITE D'ENCELADE	14 Ans 125 J
An 58 jour 270	: ATERRISSAGE DE JALEV SUR JAPET	
	ATERRISSAGE DE DRAGONFLY SUR TITAN	14 Ans 128 J
An 58 jour 272	: ATERRISSAGE DE TILEV SUR TITAN	14 Ans 130 J
An 58 jour 291	: T EAV EN ORBITE RETOUR AUTOUR DE TITAN	14 Ans 149 J
An 60 jour 78	: INJECTION DE L'ERV ET DU STU VERS LA TERRE	15 Ans 362 J
An 66 Jour 260	: LE STU EST RETROUVÉ FLOTTANT AU MILIEU DU PACIFIQUE	22 Ans 158 J

