

50 ème anniversaire d'Apollo XI

J'ai décidé de participer au challenge dans la version Alacool avec mon propre cahier des charges pour être le plus proche possible de la réalité en

- Utilisant le mod RSS
- En reproduisant une fusée et un LEM avec des dimensions, masses et performances et une allure le plus ressemblant possible

La problématique des mod RSS et RO

Si l'on veut approcher la réalité, les moteurs et réservoirs stock ne sont pas adaptés, pas plus que les carburant, les pods, l'électricité produite, etc..... De même le burn classique de KSP ne permet pas une optimisation suffisante pour monter en orbite et atteindre la vitesse de libération supérieure à 7500m/s. Dans la réalité on ne circularise pas pendant une 2^{ème} manœuvre.

En fait il faut faire un seul burn avec un pitch variant sans cesse pour que le vecteur vitesse s'approche toujours le plus possible de l'apogée à tout moment de la trajectoire, de façon que la circularisation de l'orbite soit pratiquement simultanée avec l'atteinte de l'apogée.

Une recherche dans le mod Realism Overhaul permet de comprendre tout cela, mais aussi que ce mod n'est pas à jour pour la 1.7.

De plus certains mods qui fournissent différents éléments pour RO ne sont pas à jour : manque cruels de moteurs et pas de mise à jour du mod permettant de créer des réservoirs sur mesures ce qui est très important pour les adapter aux moteurs.....sans compter l'usine à gaz des carburants...

Pour ceux qui veulent en savoir plus : <https://github.com/KSP-RO/RealismOverhaul/wiki>

Dans la réalité des réservoirs plus légers contiennent plus de fuel, ce qui explique les différences de poids et de taille des réservoirs quand on fait du RSS sans RO

Bref, RSS oui, RO non

Mais tout n'est pas perdu pour utiliser RSS

Le nouveau MechJeb permet un burn style RO, RO/RSS Primer Vector, qui permet de monter en orbite sur un burn. J'ai testé avec une fusée Stock, ça marche ! Quant à le faire en manuel, c'est vraiment pour sa satisfaction personnelle !

Mais ça ne suffit pas

Il faut des moteurs plus performants que les moteurs stock sous peine de fabriquer une fusée 2 fois plus lourde que la normale.

Donc pour coller à la réalité il faut un 1^{er} étage LFO et des étages cryogéniques avec des moteurs plus performants.

Il faut aussi une carte des DV nécessaires en RSS

La voici, et comme vous le voyez, il en faut des DV pour aller sur la lune !

Dans la recherche de moteurs performants, un très bon mod : <https://forum.kerbalspaceprogram.com/index.php?/topic/130776-12-14-real-scale-boosters-016-2018-03-12/>

Il propose d'ailleurs les fameux moteurs F1 du 1^{er} étage ainsi que tous les autres éléments de Saturn V et quelques moteurs cryogéniques. Il n'est pas à jour pour la 1.7.X, mais ça fonctionne tout de même

Autre mod à jour indispensable pour les moteurs cryogéniques :

<https://forum.kerbalspaceprogram.com/index.php?/topic/106089-17x-cryogenic-engines-igh-isp-chemical-rockets-updated-july-31/>

Ca y est, on va pouvoir commencer à bosser !

Auparavant, une petite plongée dans les wiki anglais et français d'Apollo 11 et de Saturn V et voici un petit tableau synthétique reprenant les caractéristiques principale de la fusée. Ils ne sont pas tous d'accord sur les chiffres, mais ça donne une bonne idée de la fusée à créer

Caractéristiques	Lanceur Saturn V			Orbit PKG	CSM		LEM	
	Etage 1	Etage 2	Etage 3		Cde Module	Service Module	Etage Descente	Etage Remontée
Dimensions (H x D)	42x10m	24,8x10m	19,9x6,6m		D=3,9m	5x3,9m	1,65x4,12m	D=2,34m
Masse avec Carbu	2279T (2300T EN)	481T	107T (119T EN)		6,5T	24T	10,6T	4,5T
Moteurs	5 F1	5J2	1 J2		AJ10-37			
Carburant	LFO	LH2	LH2			LH2	Peroxyde d'Azote - Helium.....	
Wiki Saturn 5 FR Tps fnt	2mn30	6mn	2mn16 +5mn35	180 x 165				
Wiki Saturn 5 EN Tps fnt	2mn42	6mn25	2mn27 + 5mn47	186 x 183				
Particularités	Larguage à 67km et 2300m/S Wiki EN		Fin insertion orbit terrestre + injection lunaire			3 piles à combustible	37 H autonomie électrique	Réservoirs et moteurs intégrés ds la structure
DV	2580 SL	4130 VAC	4130 VAC			2800 VAC	2470 VAC	2220 VAC
Energie électrique						Piles à combustible	Batteries 35H	
Payload	140T en orbite 180 kms 47 T en interception lunaire			Orbite lunaire	30,5T		15,1T	

Création du LEM

Après une 10 aines de version voici le LEM, le plus proche possible des dimensions, masses et DV réels
Moteur de descente LH2, moteur de montée LFO, meilleur compromis pour le moment. Pod de 3,7m de diamètre à base de Cupola
une batterie de 1000, 3 PB-NUK associés à des panneaux photovoltaïques...

APOLLO 11 v13

KERBAL ENGINEER REDUX 1.1.6.0

	PARTS	COST	MASS	ISP	THRUST	TORQUE	TWR (MAX)	DELTA-V	BURN
S0	121 / 121	79,098.6 / 79,098.6	5,668 / 5,668kg	452.3s	23.337kN	0.98kNm	2.53 (4.11)	2,150 / 4,540m/s	6m 53.9s
S1	24 / 145	9,235.2 / 88,333.8	10,208 / 15,876kg	430.0s	87.794kN	2.28kNm	3.40 (5.99)	2,389 / 2,389m/s	5m 29.8s

VESEL
Delta-V: 2,389 / 4,540m/s
Mass: 10,208 / 15,876kg
TWR: 3.40 (5.99)
Parts: 24 / 145

RESOURCES
ElectricCharge: 1,112.5
MonoPropellant: (180kg) 45.0
ReservePower: 80.0
LiquidFuel: (980kg) 196.0
Oxidizer: (6,861kg) 1,372.1
LqdHydrogen: (1,204kg) 16,989.1

Engineer's Report
Craft Stats
Parts: 145
Mass: 15.876t
Size
Height: 4.9m
Width: 6.3m
Length: 6.3m
Design checklist
Show severity: [Icons]

87,934

MJ KER [Icons]

Etage de descente octogonale de 4,05m de diamètre avec 4 atterrisseurs. Poids total de l'ensemble : 15,8T , proche du LEM

Comme dans la réalité, une partie des réservoirs du module de remontée, ainsi que le moteur sont intégrés dans le module (clip in)

KERBAL ENGINEER REDUX 1.1.6.0

PARTS	COST	MASS	ISP	THRUST	TORQUE	TWR (MAX)	DELTA-V	BURN	
S0	121 / 121	79,098.6 / 79,098.6	5,668 / 5,668kg	452.3s	23.337kN	0.98kNm	2.53 (4.11)	2,150 / 2,150m/s	6m 53.9s

Engineer's Report

Craft Stats

Parts:	121
Mass:	5,668t
Size:	
Height:	1.7m
Width:	3.3m
Length:	3.1m

Design checklist

Show severity: [Icons]

VESEL

Delta-V:	2,150 / 2,150m/s
Mass:	5,668 / 5,668kg
TWR:	2.53 (4.11)
Parts:	121 / 121

RESOURCES

ElectricCharge:	1,112.5
MonoPropellant:	(180kg) 45.0
ReservePower:	80.0
LiquidFuel:	(980kg) 196.0
Oxidizer:	(1,198kg) 239.5

Les inter étages et découpler

Parlons maintenant d'un mod qui permet de « sculpter » les découpler pour en faire des inter étages qui « fluidifient » la ligne votre fusée
<https://forum.kerbalspaceprogram.com/index.php?/topic/170781-13-17-decoupler-shroud/>

Ce mod permet d'ajuster les diametres inferieurs et superieurs du decoupler ainsi que sa hauteur et son aspect : un must have !

Je ne sais pas faire ça avec les decoupleurs Stock



Le mod Deadly Re-entry

Pour l'utiliser avec RSS, il faut lui adjoindre le mod Real Heat qui fonctionne avec RO, sinon DR ne sert à rien

<https://github.com/KSP-RO/RealHeat>

L'entrée atmosphérique en RSS sans RO est délicate car, contrairement au mod RO qui propose des couches d'isolations multiples sur les pods, nous n'avons que les boucliers thermiques pour protéger la capsule.

Sans DR, la rentrée directe est possible comme dans la réalité. Avec DR, il faut bien calculer son arrivée et un tour d'orbite s'impose il faut 2 freinages aérodynamiques si on veut réussir sa rentrée, mais cela ne peut se faire qu'avec une apoapsis inférieure ou égale à 7000kms, ce qui impose que le module de commande soit créé non seulement pour la circularisation lunaire et le retour vers la Terre, mais aussi pour une réduction de l'Apoapsis après interception de l'orbite terrestre au retour.

DR va donc dimensionner le CSM

Et c'est pourquoi, nous avons besoin de réservoir et moteur cryogéniques pour le CSM qui servira à l'interception lunaire 800-1000DV, au retour vers la Terre 800 DV et dans le cas de DR, au freinage pour diminuer l'apoapsis à 7000 kms avant la rentrée (2000 DV).

Les 2800 DV VAC initiaux sont suffisants pour une rentrée sans DR et permettent de tenir les masses et dimensions prévues d'environ 30T sur le CSM réel

Mais avec DR, 4000DV VAC sont nécessaires d'où une masse totale proche des 38T, 18m de haut au lieu de 9m et un diamètre semblable, 3,85m au lieu de 3,9m

La Tour de sauvetage

Son but est de détacher le module de commande de la fusée en cas d'imprévu, de l'éloigner et de la faire monter suffisamment haut pour pouvoir déployer les parachutes afin qu'il atterrisse et sauve les cosmonautes.

3 moteurs dans la réalité, 4 Vectors à 0,425m sur ma version qui montent la capsule à 2000m si panne au décollage.

Dans tous les cas, la tour est larguée près la mise à feu du 2^{ème} étage, comme lors du lancement d'Apollo 11.

KERBAL ENGINEER REDUX 1.1.6.0

PARTS	COST	MASS	ISP	THRUST	TORQUE	TWR (MAX)	DELTA-V	BURN	
S1	0 / 31	42.2 / 17,046.8	527 / 9,497kg	118.0s	121.21kN	478kNm	1.30 (1.38)	66 / 12,607m/s	5.0s
S3	0 / 31	19.2 / 17,066.0	240 / 9,737kg	118.0s	55.169kN	68.62kNm	0.58 (0.59)	29 / 12,541m/s	5.0s
S4	0 / 31	308.4 / 17,374.4	3,360 / 13,097kg	295.0s	252.50kN	1.14kNm	1.96 (2.64)	858 / 12,512m/s	38.5s
S8	0 / 42	2,845.9 / 42,101.8	25,833 / 44,611kg	180.0s	74.666kN	0.11kNm	0.17 (0.36)	1,329 / 11,655m/s	9m 17.8s
S10	12 / 201	121,518.5 / 253,479.1	137,707 / 198,253kg	370.0s	685.87kN	1.20kNm	0.35 (0.82)	3,086 / 10,326m/s	10m 0.7s
S12	22 / 223	682,706.0 / 936,185.1	764,711 / 962,965kg	370.0s	8,656.44kN	3.34kNm	0.92 (2.57)	3,748 / 7,240m/s	4m 20.0s
S14	28 / 251	1,763.4 / 2,699.6K	2,741.04 / 3,704.01t	366.0s	50,866.5kN	6.54kNm	1.40 (3.70)	3,492 / 3,492m/s	2m 42.6s

Altitude: 0.0km Mach: 0.00

RESOURCES

ElectricCharge:	2,371.7
MonoPropellant:	(387kg) 96.8
AblativeShielding:	(100kg) 100.0
ReservePower:	160.0
Ablator:	(1,382kg) 1,382.4
LiquidFuel:	(1,039.29t) 207,858.4
Oxidizer:	(1,900.50t) 380,100.2
SolidFuel:	(6,581kg) 877.5
LqdHydrogen:	(133,961kg) 1,890,765.6

VESEL

Delta-V:	3,492 / 12,607m/s
Mass:	2,741.04 / 3,704.01t
TWR:	1.40 (3.70)
Parts:	28 / 251

Engineer's Report

Craft Stats

Parts:	251
Mass:	3,704,409t
Size	
Height:	111.9m
Width:	22.9m
Length:	22.9m

Design checklist

Show severity: [Icons]

13143m/s

La mise en orbite en RSS

Il faut atteindre près de 7900m/s qui est la vitesse de libération. Comme je l'ai expliqué, une montée stock avec circularisation est impossible sans une débauche de DV.

Rien ne sert d'avoir trop de TWR, sauf pour s'arracher du sol dans le 3000 1^{er} metres. Il faut donc étager soigneusement la fusée, ne pas courir après le TWR en altitude et trouver le meilleur compromis poussée-masse moteur-DV.

Le burn continue avec recherche continue de l'optimisation proximité de l'apogée-gain de vitesse en jouant sur le pitch (RSS primer vector de MechJeb) permet une mise orbite à moindre cout DV.

Etage 3

Sur Saturn V, il termine la mise en orbite tout en laissant les DV nécessaires pour l'injection lunaire : 3200 d'après la carte des DV

The screenshot shows the Kerbal Space Program interface during the construction of a Saturn V stage 3. The central 3D view displays a large, cylindrical fuel tank with a white variant, highlighted in green. The interface includes a part selection menu on the left, a central 3D view of the rocket stage, and various status panels on the right and bottom.

Part Selection Menu (Left): A grid of parts including fuel tanks, engines, and structural components.

Part Info Panel (Center-Right): Details for the selected **FL-T400 Fuel Tank**.

Property	Value
Same Vessel Interaction	No
Scale	6.500m
Part Info	Hidden
Autostrut	Heaviest Part
Rigid Attachment	Off
Select Tank Type	
Disable Cooling	
LH2	280934.8 / 280934.8
Oxidizer	18729.0 / 18729.0
Flow Priority	-10 [0]
Fuel Delivery Overlay	
Variant	White
Tank Type	LH2/Ox

Engineer's Report (Bottom-Right):

Property	Value
Parts	12
Mass	137.707t
Size	
Height	16.1m
Width	6.8m
Length	6.8m

Vessel and Resources (Bottom-Left):

Category	Value
Delta-V:	0 / 7.370ms
Mass:	0 / 137.707kg
TWR:	0.00 (0.00)
Parts:	0 / 12
LiquidHydrogen:	(19.904kg) 280.934.8
Oxidizer:	(83.849kg) 18.729.0
ElectricCharge:	0.0
SolidFuel:	(480kg) 64.0

Bottom-Right Panel: Shows a speed of 6457m/s and a 'RESET' button.

137,7T et 12,6m par 6,5m de diametre Reservoirs et moteur cryogéniques comme dans la réalité : Ici, moteur cryo « Erebus » 2,5m

Etage 2

Alors que l'étage 1 monte la fusée à 70-72 kms d'altitude, l'étage 2 complète la mise en orbite presque jusqu'à la fin en accélérant doucement.

TWR initial de 1,1 ce qui permet de gagner des DV et d'économiser les masses moteurs

5 moteurs cryo« Erebus » 3,1m, les J2 de Saturn V

38m par 10, plus haut que le vrai et plus de DV : 4356

Etage 1

Les 5 moteurs F1 qui arrachent le mastodonte sont ici des RS25 de RealScale Boosters tweascalés à 198%

Les moteurs F1 proposé par le même mod ainsi que les éléments de Saturn V ne sont pas compatibles RSS

Il pèse 2741T et développe 3500 DV contre 2279T et 2580 DV dans la réalité : 39,7m par 10 très proche en dimension de l'étage réel de Saturn V

Les inter étage sont toujours du Syle « Saturn » créés avec Decoupler shroud

Partie Electrique

3 PB NUK inserés dans le LEM fournissent l'électricité nécessaire

2 Gigantor solar panels montés sur le CSM remplacent les piles à combustibles que je n'ai pas trouvées

Ils permettent l'alimentation de l'isolation d'une partie des réservoirs Cryogeniques

Comparaison Réel – Réplique En rouge les chiffres du wiki US/Anglais

Caractéristiques	Lanceur Saturn V			Orbit PKG	CSM		LEM	
	Etage 1	Etage 2	Etage 3		Cde Module	Service Module	Etage Descente	Etage Remontée
Dimensions (H x D)	42x10m	24,8x10m	19,9x6,6m		D=3,9m	5x3,9m	1,65x4,12m	D=2,34m
Masse avec Carbu	2279T (2300T EN)	481T	107T (119T EN)		6,5T	24T	10,6T	4,5T
Moteurs	5 F1	5J2	1 J2		AJ10-37			
Carburant	LFO	LH2	LH2		LH2		Peroxyde d'Azote - Helium.....	
Wiki Saturn 5 FR Tps fnt	2mn30	6mn	2mn16 +5mn35	180 x 165				
Wiki Saturn 5 EN Tps fnt	2mn42	6mn25	2mn27 + 5mn47	186 x 183				
Particularités	Language à 67km et 2300m/S Wiki EN		Fin insertion orbit terrestre + injection lunaire		3 piles à combustible		37 H autonomie électrique	Réservoirs et moteurs intégrés ds la structure
DV	2580 SL	4130 VAC	4130 VAC		2800 VAC		2470 VAC	2220 VAC
Energie électrique					Piles à combustible		Batteries 35H	
Payload	140T en orbite 180 kms 47 T en interception lunaire			Orbite lunaire	30,5T		15,1T	
Hauteur totale	Avec tour d'ejection: 110,6m			Masse totale	3000T			

REPLIQUE

Dimensions (H x D)	39,7x10m	38x10m	12x6,5 m	1/ 314 x 111	17,9x3,85m		2,9x4,05m	1,7x3,7 m
Masses avec Carbu	2741T	764,77	137,7T	2/ 122 x 101	38,77		10,10	5,7 T
Moteurs	5 RS25 -198% RealScale Boosters	5 Erebus CR 0120 3,125m Cryogenic Engines	1 Erebus CR 0120 2,175m Cryogenic Engines	Orbite moyenne CSM 110 kms		1 CE-2X Ulysse 1,875m Cryogenic Engines	1 Erebus CR 0120 0,9m Cryogenic Engines	RS25 -16% RealScale Boosters
Carburant	LFO	LH2	LH2			LH2	LH2	LFO
DV	3492 SL	4356 VAC	3586 VAC			4000 VAC	2389 VAC	2150 VAC
Energie électrique					2 gigantor solar array		Batterie + 3 PB-NUK	
Payload	> 180T en orbite 180 kms et 54T en interception lunaire							
Hauteur totale	Avec tour d'ejection: 111,9m			Masse totale	3704T			

Ce tableau permet de comparer le réel, tableau écrit en noir et la réplique, écrit en bleu

Pour des dimensions globales semblables la réplique est plus lourde 700 T avec un nombre de DV plus important à l'étage 1

Ceci est du en partie à la masse plus importante a envoyer en orbite lunaire, principalement à cause de Deadly Re entry:

53T contre 46T, d'où également un 3eme étage plus important en masse, mais curieusement pas en taille sur la réplique. Cela peut s'expliquer par le fait que sur la réplique les inter étage sont directement pris en compte par le découpler, il n'y a pas de « hauteur perdue »

Sur la version sans DR, la fusée fait 450T et 10m de moins pour des diamètres identiques, le CSM et le LEM font le même poids que dans la réalité. Seul, le premier étage est plus lourd et nécessite plus de DV qu'en réel, ce qui peut s'expliquer par le modèle atmosphérique KSP

Plutôt qu'un grand discours, voici une vidéo très originale de la mise en orbite avec quelques commentaires qui suffiront et une bande son que j'espère que vous apprécierez

La suite est prévu au debut du mois prochain si j'ai le temps