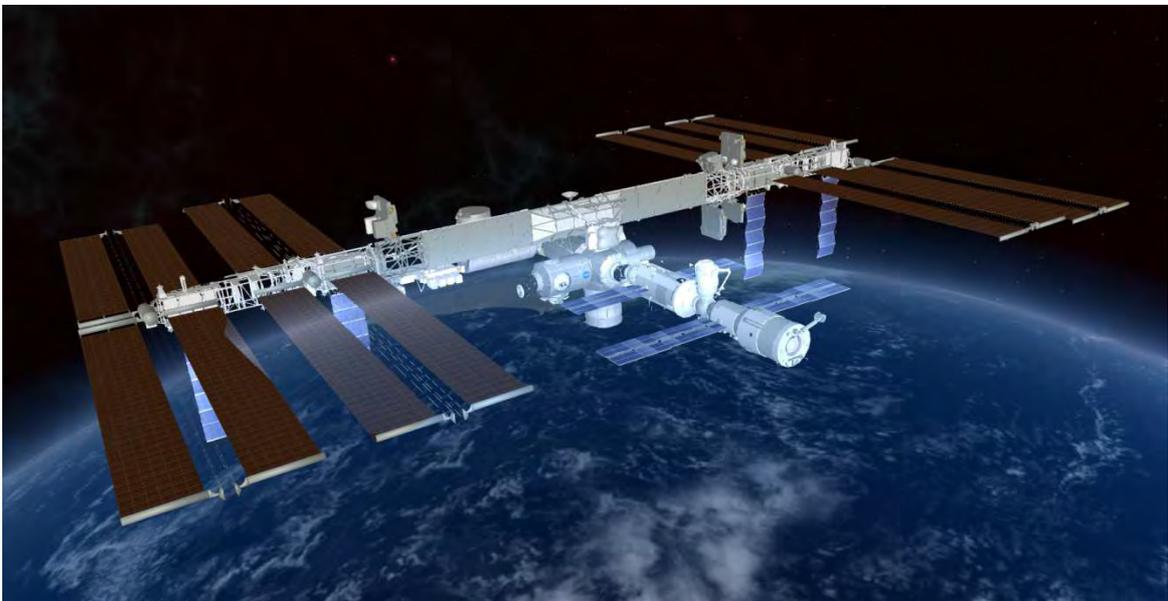


Initiation à la mise en œuvre des applications IDM



Jean-Luc LE GAL
jean-luc.legal@cnes.fr

Juillet 2022

Introduction

Le projet de station spatiale internationale ISS (International Space Station) est lancé par la NASA en 1983 et est développé conjointement avec l'agence spatiale russe et la participation des agences spatiales européenne, japonaise et canadienne. L'assemblage en orbite débute en 1998 et va durer une quinzaine d'années. C'est donc une période de plus de 15 ans qui s'est écoulée entre les premières réflexions sur le projet et la mise en orbite du module initial Zarya.

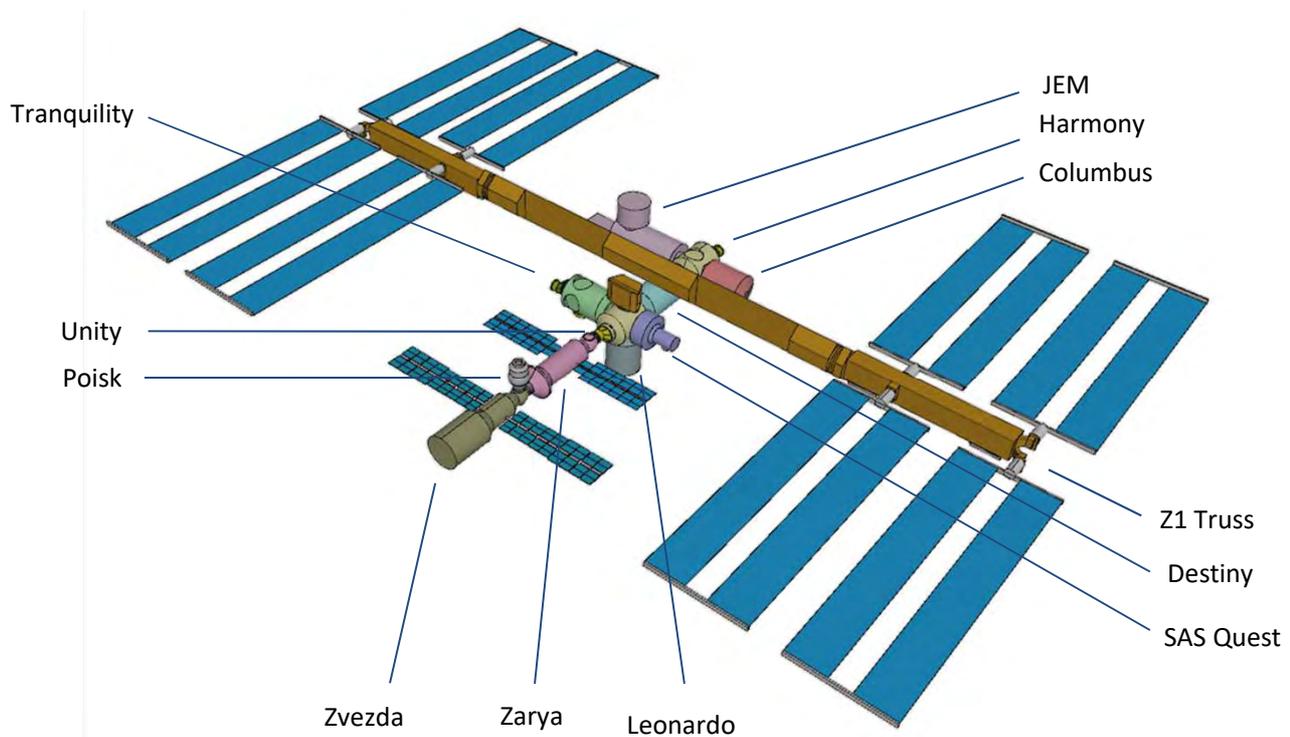
La station est avant tout un laboratoire scientifique unique où sont menées des expériences qui ne pourraient pas se faire sur Terre (impact de l'impesanteur sur le corps humain, création de nouveaux matériaux...). Depuis 2009, ces expériences sont menées par 6 astronautes présents en permanence dans la station (3 avant cette date).

La station s'étend sur 110 m de longueur, 75 m de largeur et 30 m de hauteur. Sa masse est d'environ 400 tonnes et les panneaux solaires, d'une superficie de 2500 m², fournissent 110 kW d'électricité.

L'ISS évolue autour de la terre à une altitude comprise entre 370 km et 450 km (période d'environ 90 mn) sur une orbite inclinée à 51°. L'orbite basse choisie résulte de nombreux compromis qui visent notamment à réduire les coûts de mise à poste et à limiter ceux nécessaires au rehaussement de la station.

La station se compose de :

- 1 module d'habitation équipé d'une coupole (Tranquility)
- 3 modules laboratoires (Destiny, Columbus, JEM)
- 2 modules logistique de stockage (Zarya, Leonardo)
- 1 module de service (Zvezda)
- 2 modules nœuds d'interconnexion (Unity, Harmony)
- 1 SAS (Quest)
- 1 compartiment d'amarrage (Poisk)
- 1 poutre support aux panneaux solaires et radiateurs (Z1 Truss)



L'exercice proposé consiste à modéliser le nœud Unity, à réaliser l'assemblage des différents modules, à établir un bilan de masse de l'ensemble et à produire une séquence animée.

1^{ère} partie : Construction du module UNITY

➤ Initialisation du projet « Unity »

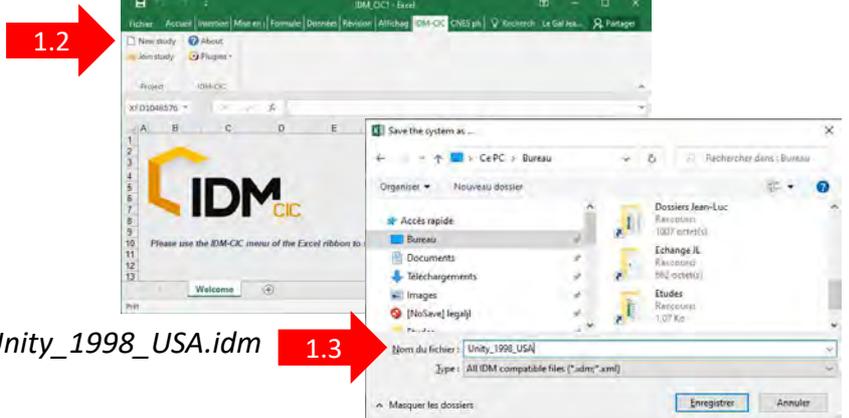
1.1 - Lancer l'application IDM-CIC :

double clic sur l'icone



1.2 - Créer un nouveau projet

clik gauche sur « New study »



1.3 - Sauvegarder le fichier :

Enregistrer sous > Bureau / Unity_1998_USA.idm

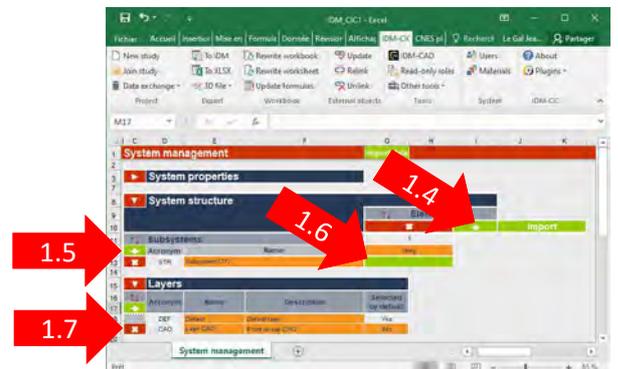
➤ Structuration du projet

1.4 - Créer l'« Element » Unity

1.5 - Créer le « Subsystem » Structure (STR)

1.6 - Rendre le sous-système Structure « applicable » à l'élément Unity

1.7 – Créer le layer « CAD » : Point de vue CAO



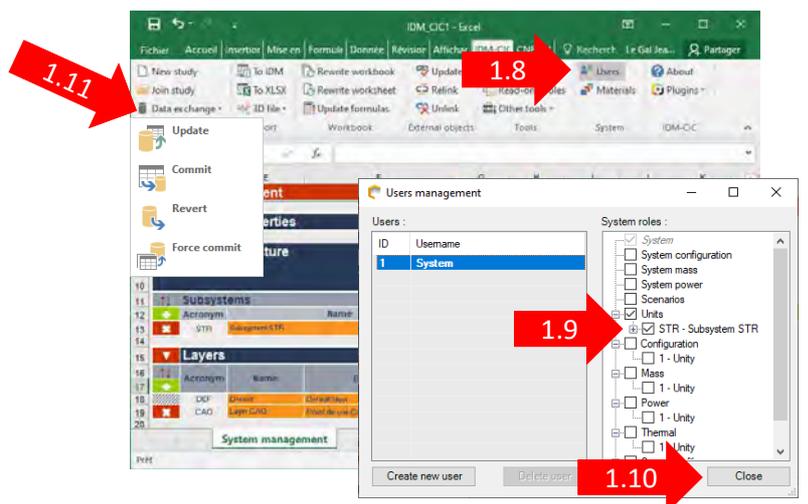
➤ Gestion des droits d'écriture

1.8 - Sélectionner le menu « Users »

1.9 - Activer les droits d'écriture
du sous-système « STR »

1.10 - Valider par « Close »

1.11 - Sauvegarder par
« Data exchange / Force commit »



➤ Création de la partie inférieure de l'« adapter »

1.12 - Sélectionner l'onglet « Subsystem STR »

1.13 - Ajouter l'« Equipment » Adapter :

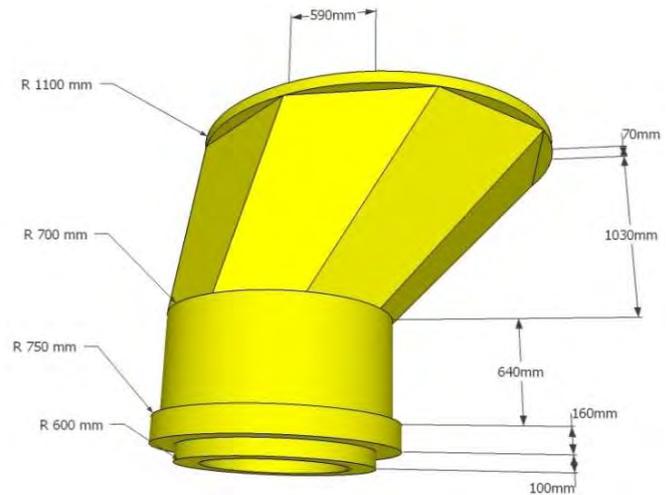
Cliquer sur **+ Eq** pour créer un équipement
Renommer « Equipment 1 » par « Adapter »

1.14 - Afficher les « shapes » :

Cliquer sur le menu « Display options / Shapes »

1.15 - Créer et positionner les shapes de type :

- Hollow cylinder
- Filled cylinder
- Filled cylinder



1.16 - Visualiser :

Id	Name	Hidden	Layers	Front	Opacity	Back	Topology	3D	Help	d1 [mm]	d2 [mm]	d3 [mm]	d4 [mm]	A1 [°]	A2 [°]	S/R [mm]	X [mm]	Y [mm]	Z [mm]
Import data																			
Shapes																			
1	Hollow cylinder	No	Default				HCyl			600	100	150	0	360			0	0	0
2	Filled cylinder	No	Default				FCyl			750	160			0	360	1	0	0	100
3	Filled cylinder	No	Default				FCyl			700	640			0	360	1	0	0	260

➤ Création de la partie supérieure de l'« Adapter »

1.17 - Importer D:\Utilisateurs\legalj\Desktop\Templates\Pyramids_v1.idm

1.18 - Importer la shape paramétrique « Pyramid_8 »

1.19 - Sélectionner « Properties », « Pictures » et « Shapes »

1.20 - Sélectionner l'affichage des « propriétés », « pictures » et « coordiante systems »

1.21 - Afficher l'image

1.22 - Définir les paramètres de la pyramide et positionner la shape (Z=900 mm)

D-inf =1400 mm

deltaX= 590 mm

D-sup = 2200 mm

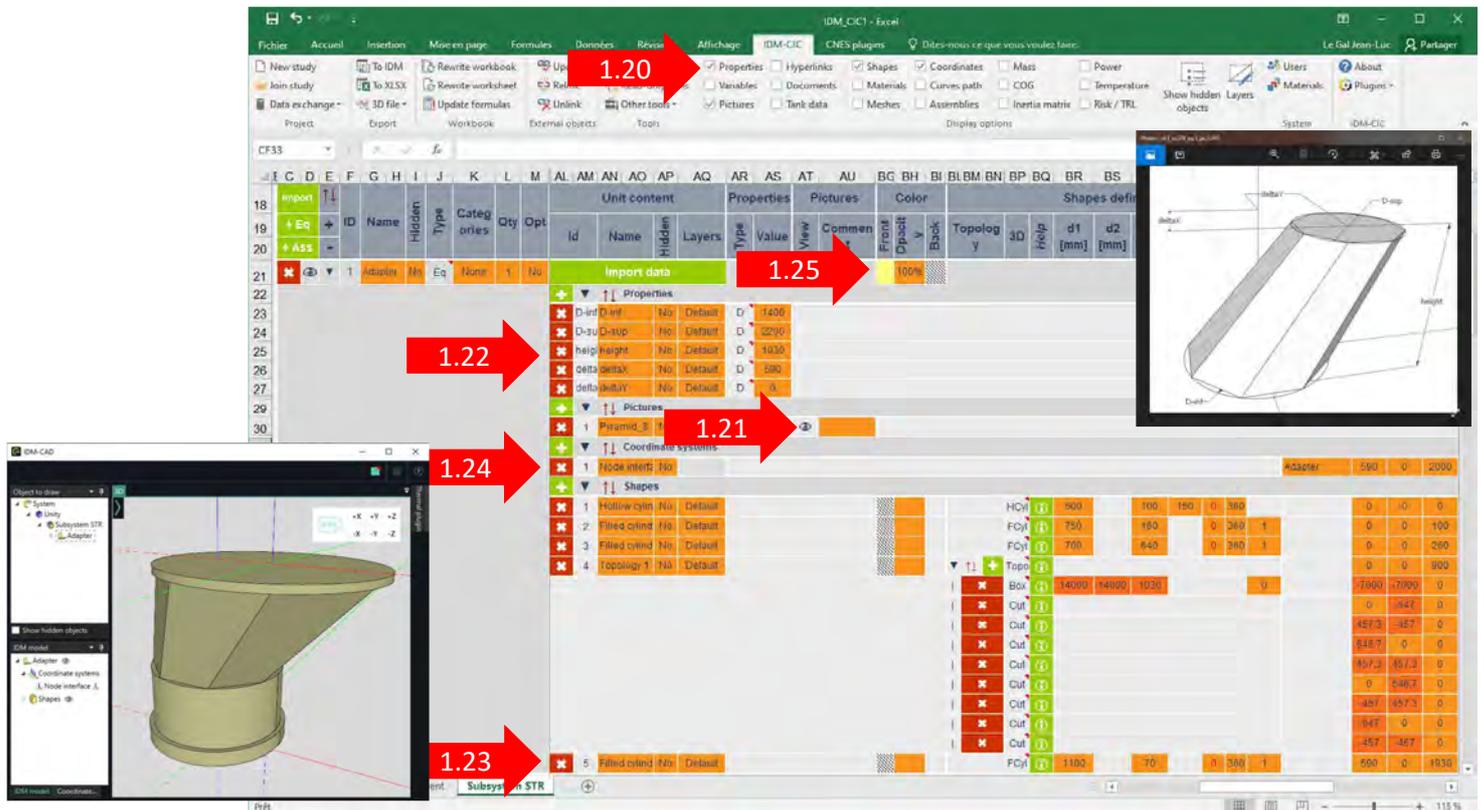
deltaY=0

height =1030 mm

1.23 - Créer une shape de type « Filled cylinder » (Rayon = 1100, Hauteur = 70) et la positionner (X= 590, Z= 1930)

1.24 - Créer le repère « Node interface » (X=590 mm ; Z = 2000 mm)

1.25 - Définir la couleur



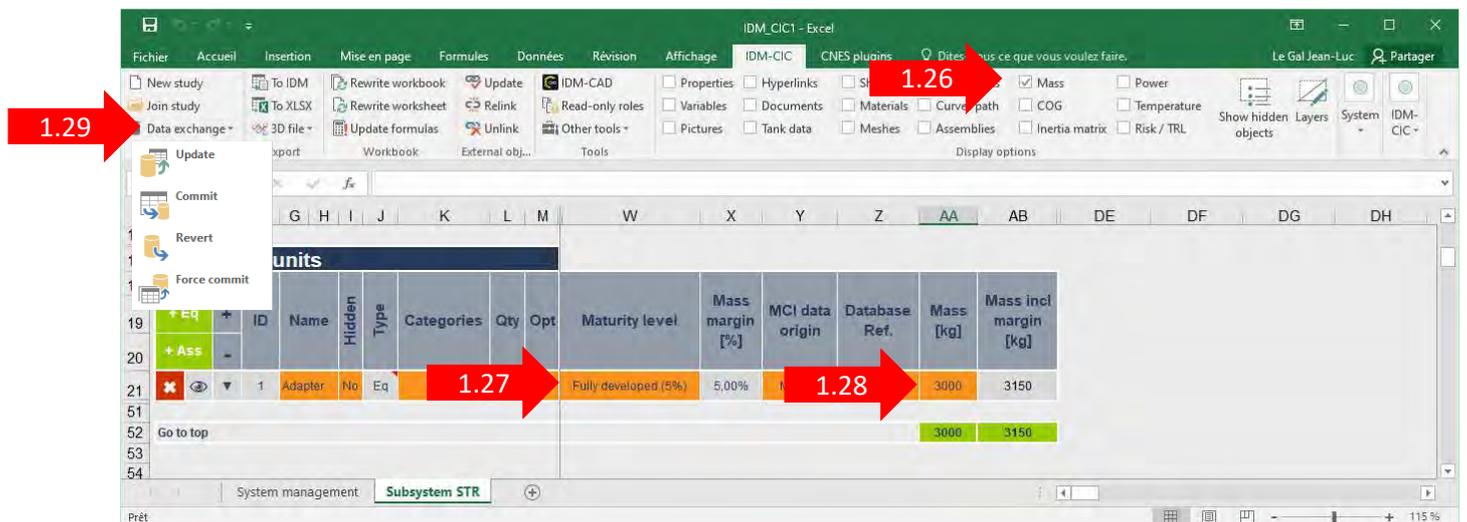
➤ Attribution de la masse à l'équipement « Adapter »

1.26 - Sélectionner l'affichage des caractéristiques de la masse : « Display options / Mass »

1.27 - Sélectionner la marge de 5%

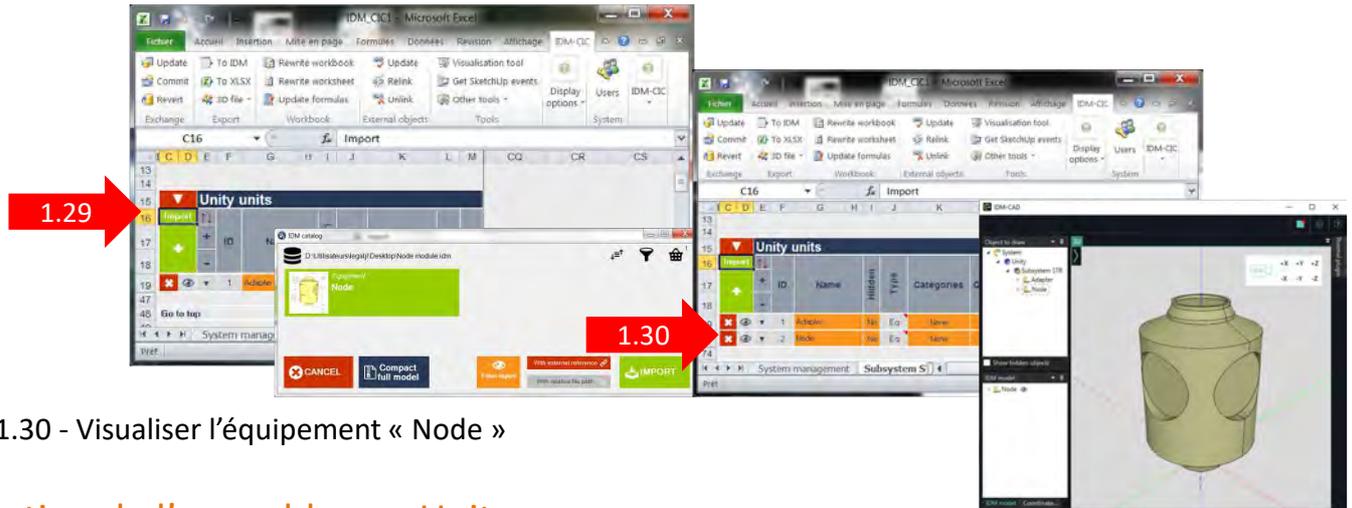
1.28 - Définir la masse à 3 000 kg

1.29 - Data exchange / Commit



➤ Import de l'équipement « Node »

1.29 - Importer l'équipement « Node » du modèle « Node module.idm »



1.30 - Visualiser l'équipement « Node »

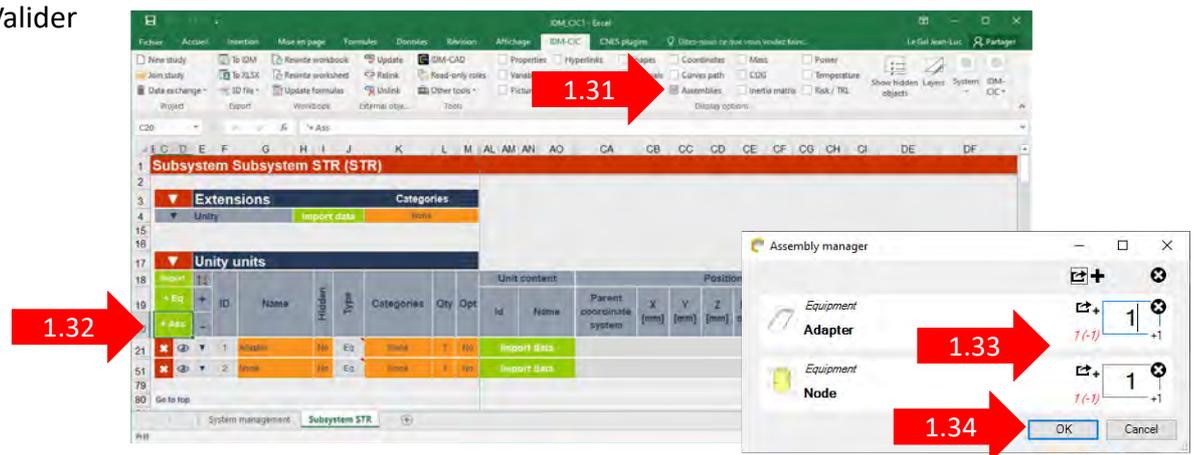
➤ Création de l'assemblage « Unity »

1.31 - Afficher les assemblages « Display options/ Assemblies »

1.32 - Créer l' « Assembly »

1.33 - Sélectionner « Adapter » + « Node »

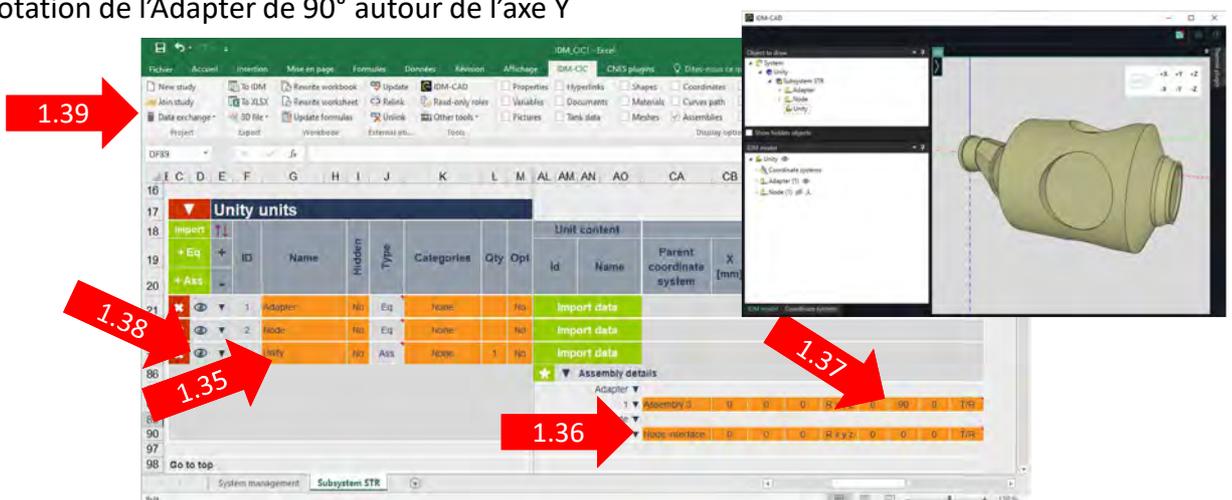
1.34 – Valider



1.35 – Renommer « Assembly » en « Unity »

1.36 - Positionnement du « Node » sur le repère « Node interface »

1.37 - Rotation de l'Adapter de 90° autour de l'axe Y

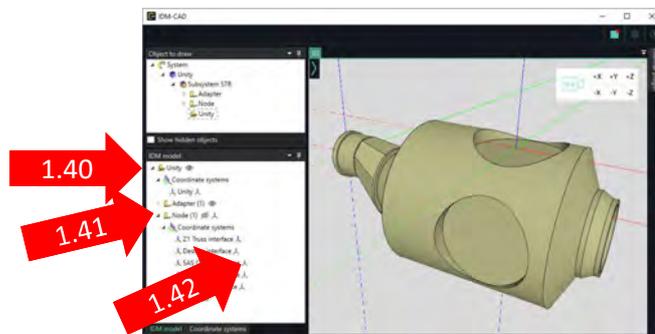


1.38 - Visualiser le module

1.39 - Data exchange / Commit

➤ Visualisation des repères d'interfaces

- 1.40 - Sélectionner l'assemblage « Unity »
- 1.41 - Sélectionner l'équipement « Node »
- 1.42 - Afficher les repères



➤ Affichage du bilan de masse du module Unity

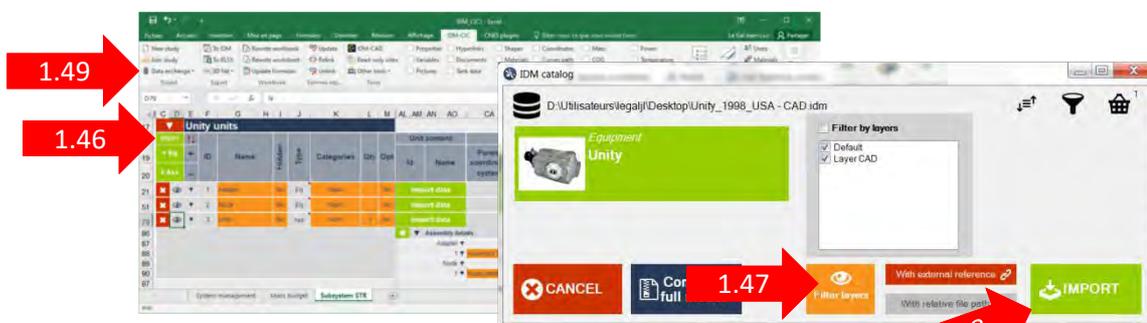
- 1.43 - Sélectionner le menu « System / Users »
- 1.44 - Activer les droits d'écriture « Mass / Unity »
- 1.45 - Sélectionner la feuille « Mass Budget »

Subsystem	Name	Unit	Mass (Kg)	Margin (%)	Forced values
Unity	Unity	1	11900.00	5.00%	11900.00 5.00% 680.00 12180.00 100.00%
Adapter	Adapter	1	3000.00	5.00%	3000.00 5.00% 150.00 3150.00
Node	Node	1	8600.00	5.00%	8600.00 5.00% 430.00 9030.00
Total dry mass without system margin			11900.00	5.00%	680.00 12180.00
System margin					0.00% 0.00 12180.00
Total wet mass including all margins					12180.00

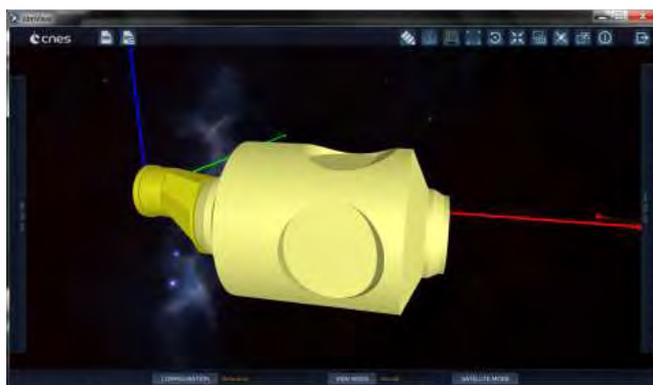


➤ Importation du modèle détaillé CAO

- 1.46 - Importer dans le sous-système STR l'équipement « Unity » du modèle « Unity_1998_USA -CAD.idm »
- 1.47 - Sélectionner le « layer » CAD



- 1.48 - Valider
- 1.49 - Data exchange / Commit
- 1.50 - Fermer la fenêtre Excel sans enregistrement
- 1.50 - Visualiser le modèle avec IDM View



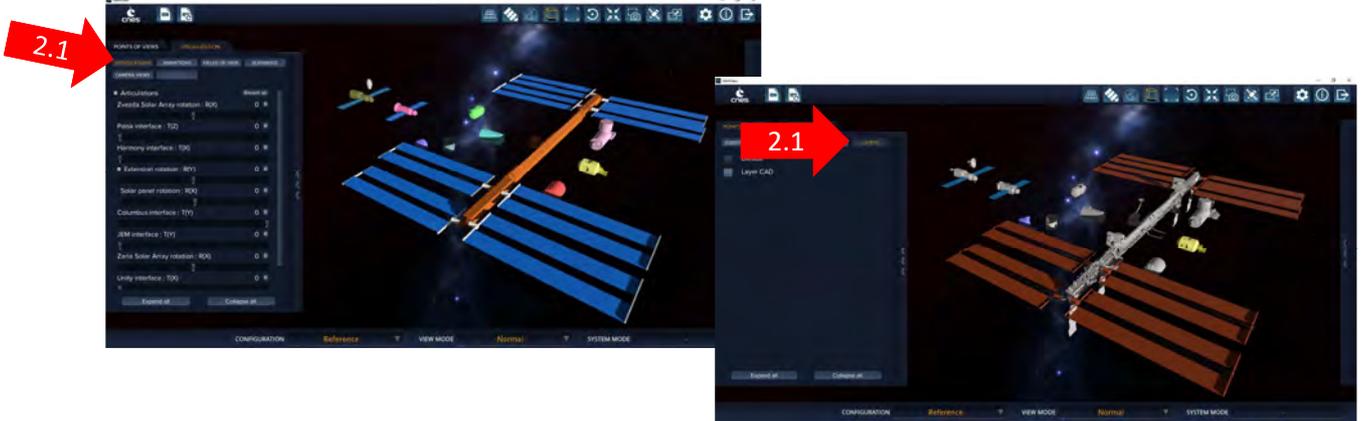
2nd partie : Assemblage de la station ISS

➤ Consultation du modèle « ISS_modules »



2.1 - Consulter le modèle avec IDM View

Onglet « POINTS DE VUE » menus « SUBSYSTEM » et « LAYERS »

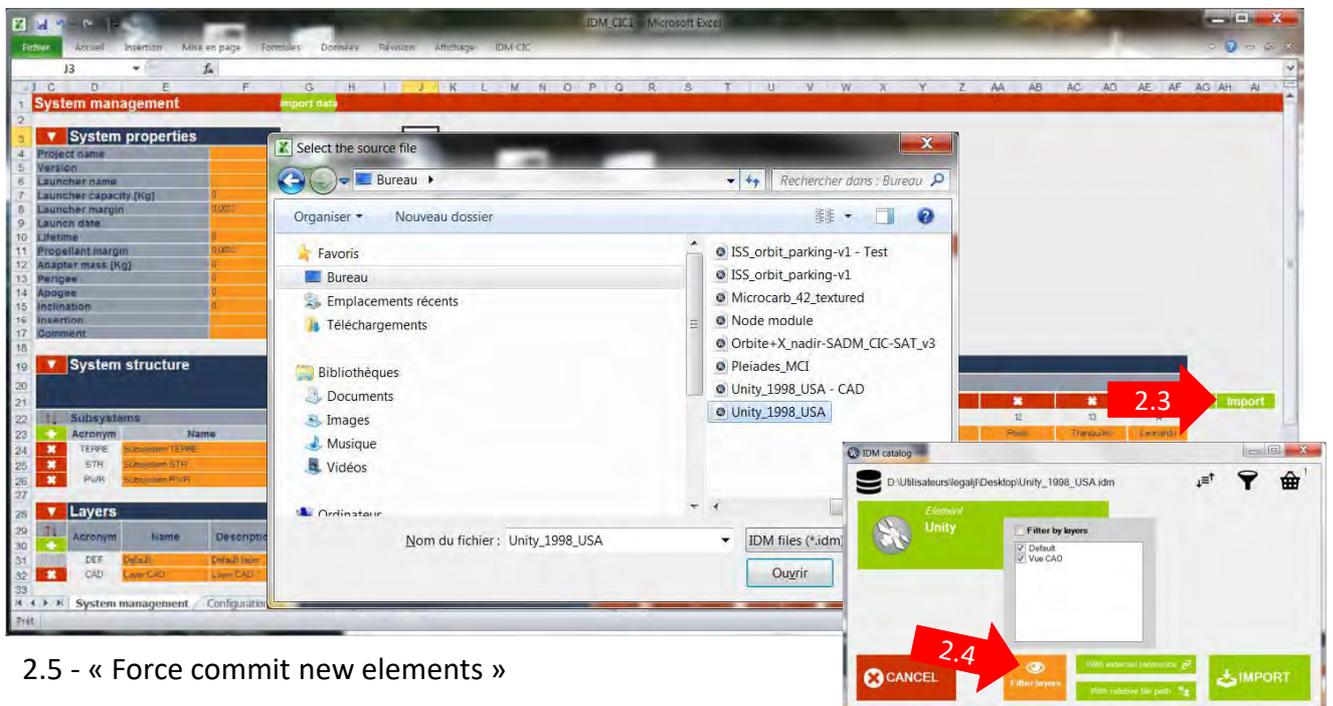


➤ Assemblage des modules de l'ISS

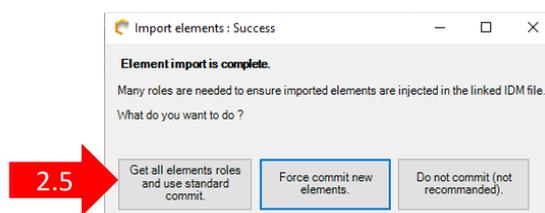
2.2 - Ouvrir le modèle « ISS_modules »

2.3 - Importer l'Element « Unity » dans la feuille « System management »

2.4 - Sélectionner les layers et le lien (layers Default + CAD, With external reference)



2.5 - « Force commit new elements »



➤ Assemblage du nœud Unity au module Zaria (1998)

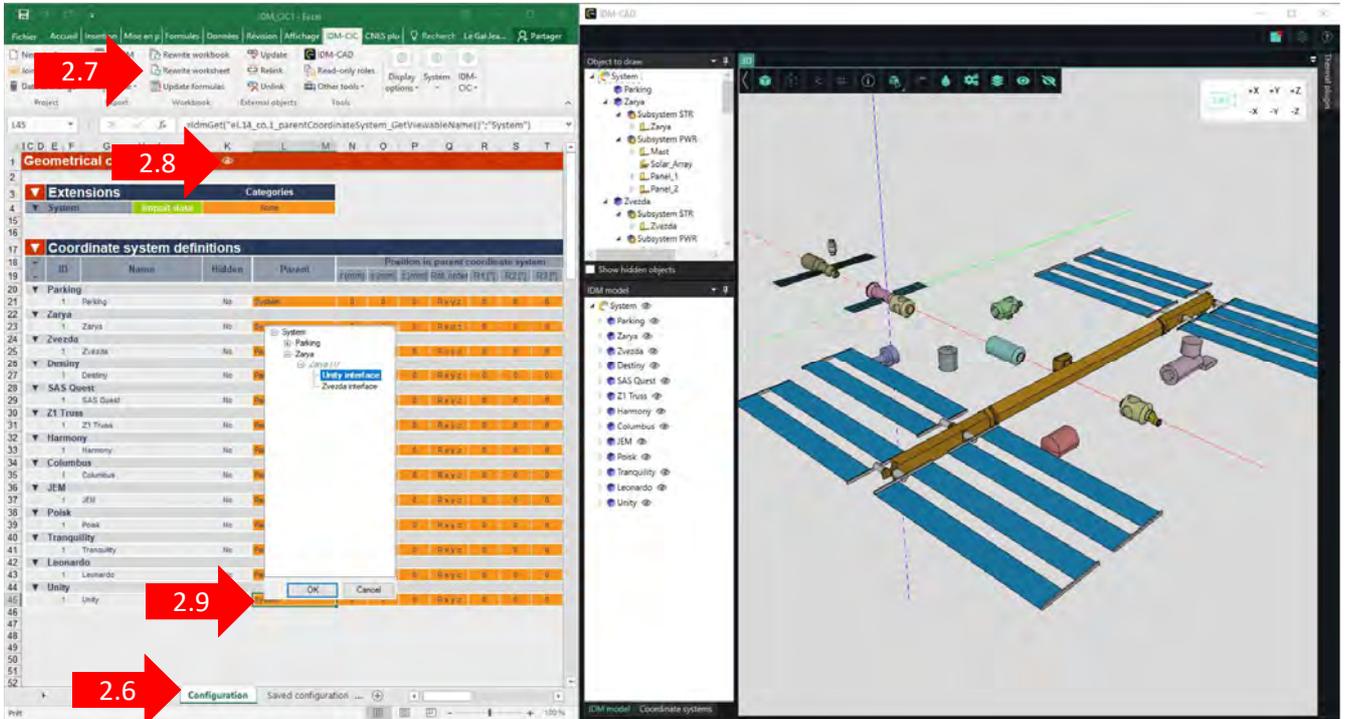
2.6 - Sélectionner la feuille « Configuration »

2.7 - Actualiser la page : Rewrite worksheet

2.8 - Visualiser la station

2.9 - Positionner le module Unity sur l'interface du module Zaria

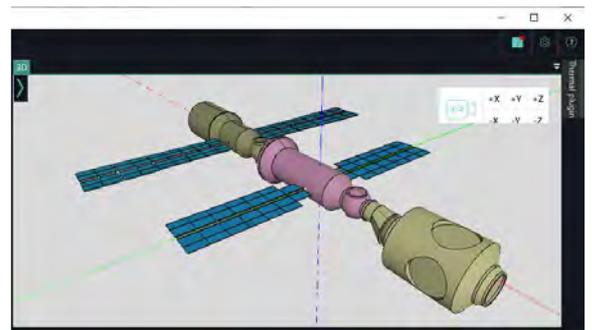
(visualisation du repère par « clic droit » dans l'arborescence des repères)



➤ Assemblage du module Zvezda au module Zaria (2000)

2.10 - Sélectionner le repère « Zvezda interface » du module Zaria

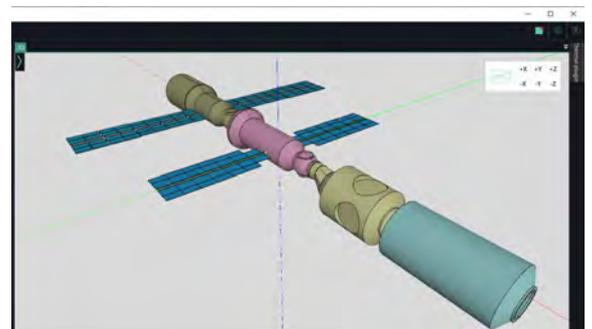
ID	Name	Hidden	Parent	Position in parent coordinate system
1	Parking	No	System	0 0 0 0 0 0
1	Zaria	No	System	0 0 0 0 0 0
1	Zvezda	No	System	0 0 0 0 0 0
1	Destiny	No	System	0 0 0 0 0 0
1	SAS Quest	No	System	0 0 0 0 0 0
1	Z1 Truss	No	System	0 0 0 0 0 0
1	Harmony	No	System	0 0 0 0 0 0
1	Columbus	No	System	0 0 0 0 0 0
1	JEM	No	System	0 0 0 0 0 0
1	Poisk	No	System	0 0 0 0 0 0
1	Tranquility	No	System	0 0 0 0 0 0
1	Leonardo	No	System	0 0 0 0 0 0
1	Unity	No	System	0 0 0 0 0 0



➤ Assemblage du module Destiny au nœud Unity (2001)

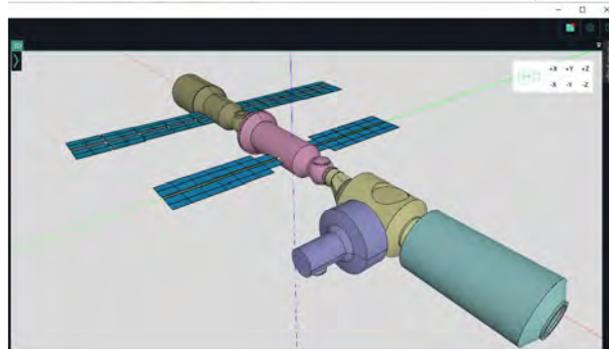
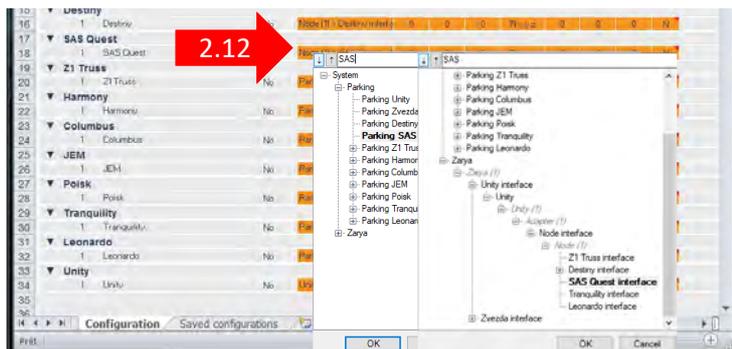
2.11 - Sélectionner le repère « Destiny interface » du module Unity

ID	Name	Hidden	Parent	Position in parent coordinate system
1	Zvezda	No	System	0 0 0 0 0 0
1	Destiny	No	System	0 0 0 0 0 0
1	SAS Quest	No	System	0 0 0 0 0 0
1	Z1 Truss	No	System	0 0 0 0 0 0
1	Harmony	No	System	0 0 0 0 0 0
1	Columbus	No	System	0 0 0 0 0 0
1	JEM	No	System	0 0 0 0 0 0
1	Poisk	No	System	0 0 0 0 0 0
1	Tranquility	No	System	0 0 0 0 0 0
1	Leonardo	No	System	0 0 0 0 0 0
1	Unity	No	System	0 0 0 0 0 0



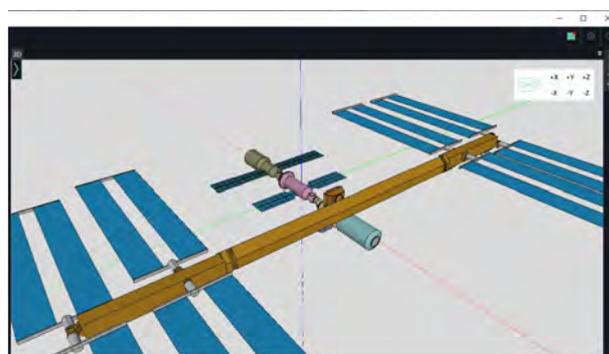
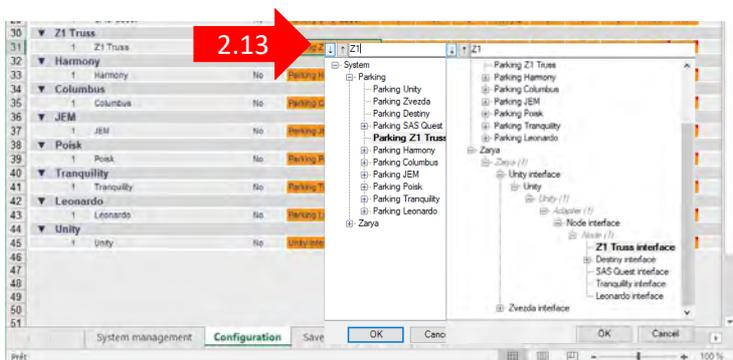
➤ Assemblage du SAS Quest au nœud Unity (2001)

2.12 - Sélectionner le repère « SAS Quest interface » du module Unity avec recherche [CTRL]+[F] puis



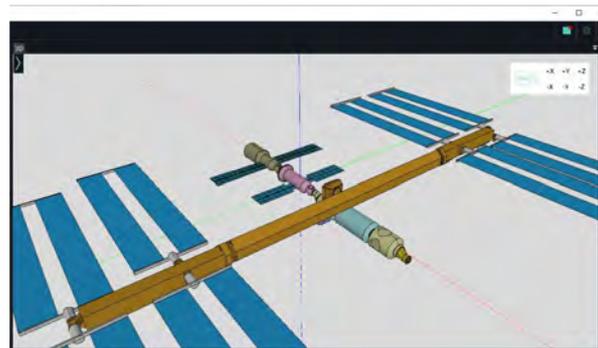
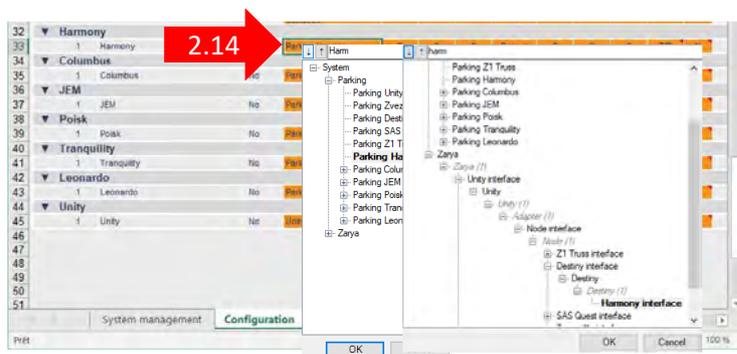
➤ Assemblage de la poutre principale Z1 Truss au nœud Unity (2007)

2.13 - Sélectionner le repère « Z1 Truss interface » du module Unity



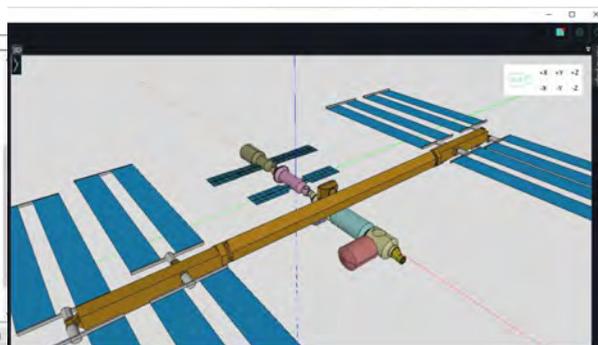
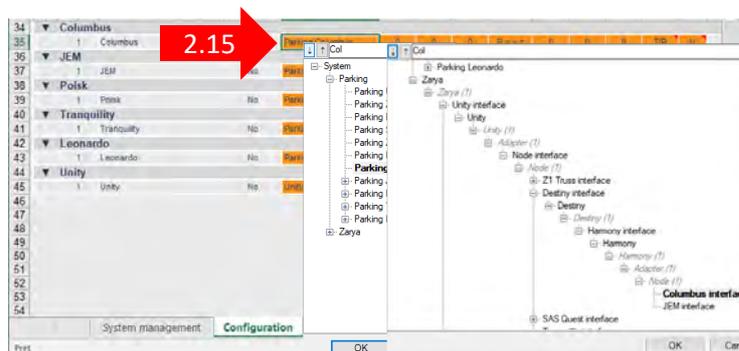
➤ Assemblage du nœud Harmony au module Destiny (2007)

2.14 - Sélectionner le repère « Harmony interface » du module Destiny



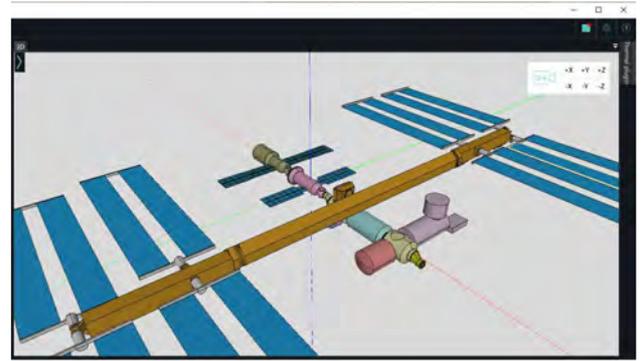
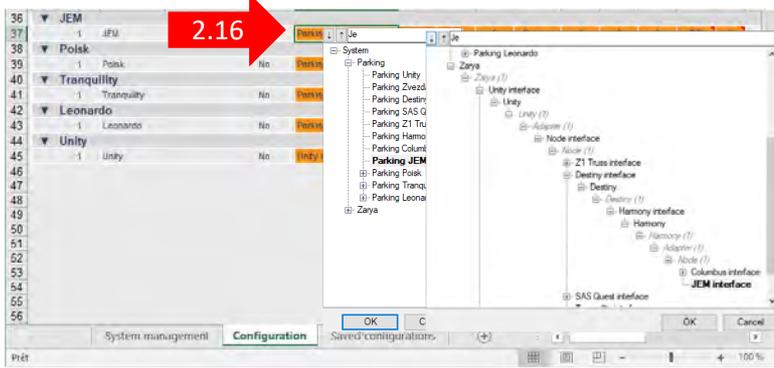
➤ Assemblage du module Columbus au nœud Harmony (2008)

2.15 - Sélectionner le repère « Leonardo interface » du module Unity



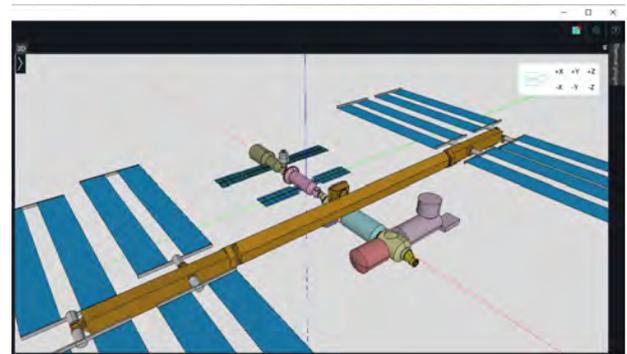
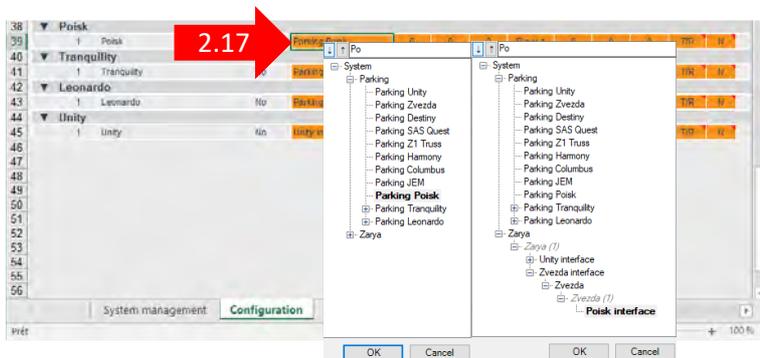
➤ Assemblage du module JEM au nœud Harmony (2008)

2.16 - Sélectionner le repère « JEM interface » du module Harmony



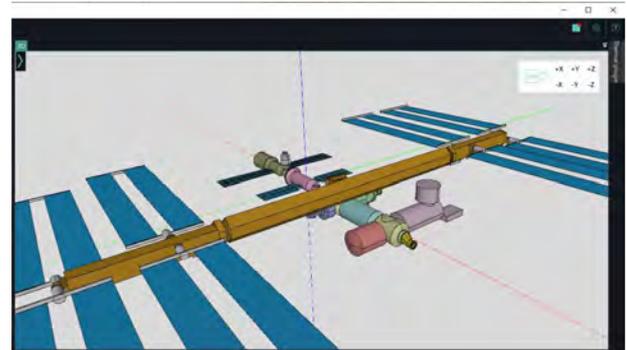
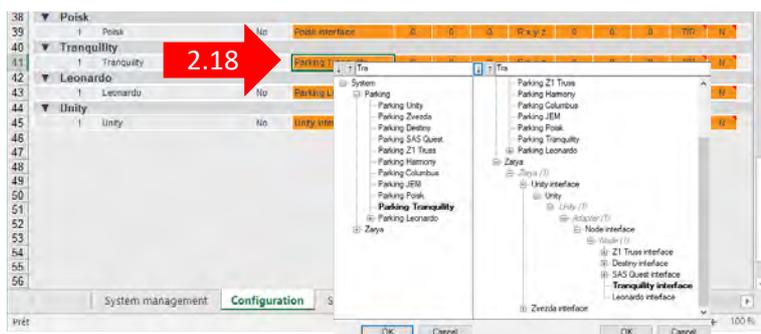
➤ Assemblage du module Poisk au module Zvezda (2009)

2.17 - Sélectionner le repère « Poisk interface » du module Zvezda



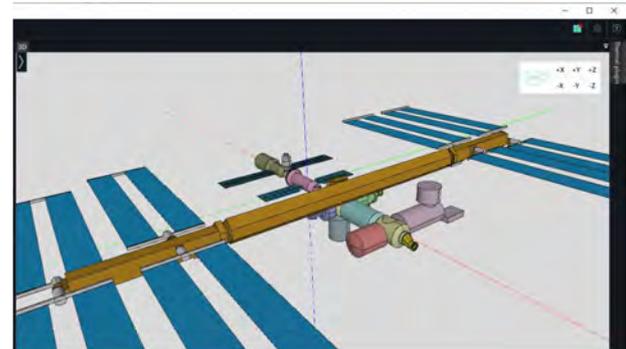
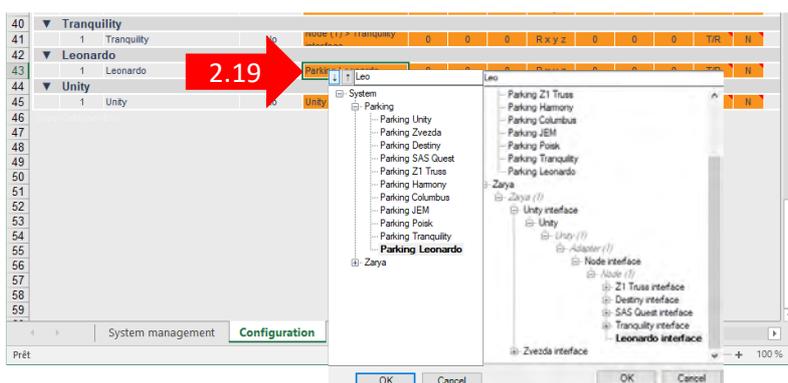
➤ Assemblage du module Tranquility au nœud Unity (2010)

2.18 - Sélectionner le repère « Tranquility interface » du module Unity



➤ Assemblage du module LEONARDO au nœud Unity (2011)

2.19 - Sélectionner le repère « Leonardo interface » du module Unity



➤ Visualisation de la station assemblée

2.20 - Sélectionner le menu « IDM-CAD »

2.21 - Sélectionner les éléments à visualiser

The screenshot shows the IDM-CAD interface within an Excel spreadsheet. The 'IDM-CAD' menu is highlighted with a red arrow labeled '2.20'. The 'System' folder is expanded in the 'IDM model' tree, with a red arrow labeled '2.21' pointing to it. A 3D model of the station assembly is visible in the background.

2.22 – Sauvegarder par « Data exchange / Force commit »

➤ Etablissement du bilan de masse de la station

2.23 - Attribuer les droits d'écriture : « System / Users / System mass » et « System / Users / Mass »

2.24 - Sélectionner la feuille « Mass Budget »

The screenshot shows the IDM-CAD interface within an Excel spreadsheet. The 'IDM-CAD' menu is highlighted with a red arrow labeled '2.23'. The 'Mass Budget' sheet is visible, showing mass budget data for Leonardo, Unity, and System. A red arrow labeled '2.24' points to the 'Mass Budget' sheet tab.

ID	System	Target wet mass [Kg]	Without margin [Kg]	Margin [%]	Margin [Kg]	Including margin [Kg]	% of total
130	Leonardo	0	Without margin				
135	Total dry mass without system margin		4500				
136	System margin						
137	Total wet mass including all margins					4725,00	
138							
139	Unity	0	Without margin [Kg]	Margin [%]	Margin [Kg]	Including margin [Kg]	% of total
147	Total dry mass without system margin		11600,00	5,00%	580,00	12180,00	
148	System margin			0,00%	0,00	12180,00	
149	Total wet mass including all margins					12180,00	
150							
151	System		Without margin [Kg]	Margin [%]	Margin [Kg]	Including margin [Kg]	
152	Total dry mass without system margins		258476,00	5,00%	12923,80	271399,80	
153	Total dry mass including system margins					271399,80	
154	Total propellant mass		0,00	0,00%	0,00	0,00	
155	Total propellant mass including system margin			0,00%	0,00	0,00	
156	Total wet mass including all margins					271399,80	
157							

➤ Visualisation avec IDM View des modèles simplifiés et détaillés

2.25 - Sélectionner « POINTS OF VIEWS / LAYERS »

2.26 - Sélectionner le layer CAD

2.27 - Afficher les textures

2.28 - Choisir la représentation de la Terre (« clics successifs »)



➤ Réalisation d'une séquence animée

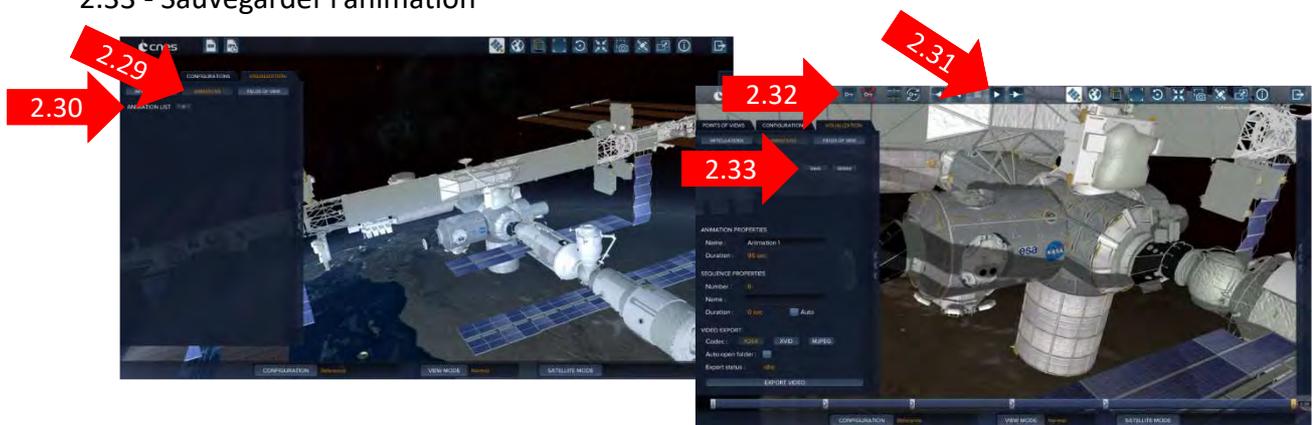
2.29 - Sélectionner « VISUALIZATION / ANIMATIONS »

2.30 - Créer une nouvelle animation « + »

2.31 - Créer des images clés

2.32 - Visualiser

2.33 - Sauvegarder l'animation



➤ Visualiser le satellite sur orbite

2.34 - Sélectionner « VISUALIZATION / SCENARIOS »

2.35 - Sélectionner « SCENARIOS AVAILABLE »/ Default »

2.36 - Lancer la visualisation : bouton « play »

