



# *Gravity* sans pesanteur

Roland Lehoucq  
CEA/SAp

A 600 km au-dessus de la Terre la température varie entre +125 et -100 °C.

Il n'y a rien pour transmettre le son.

Pas de pression atmosphérique.

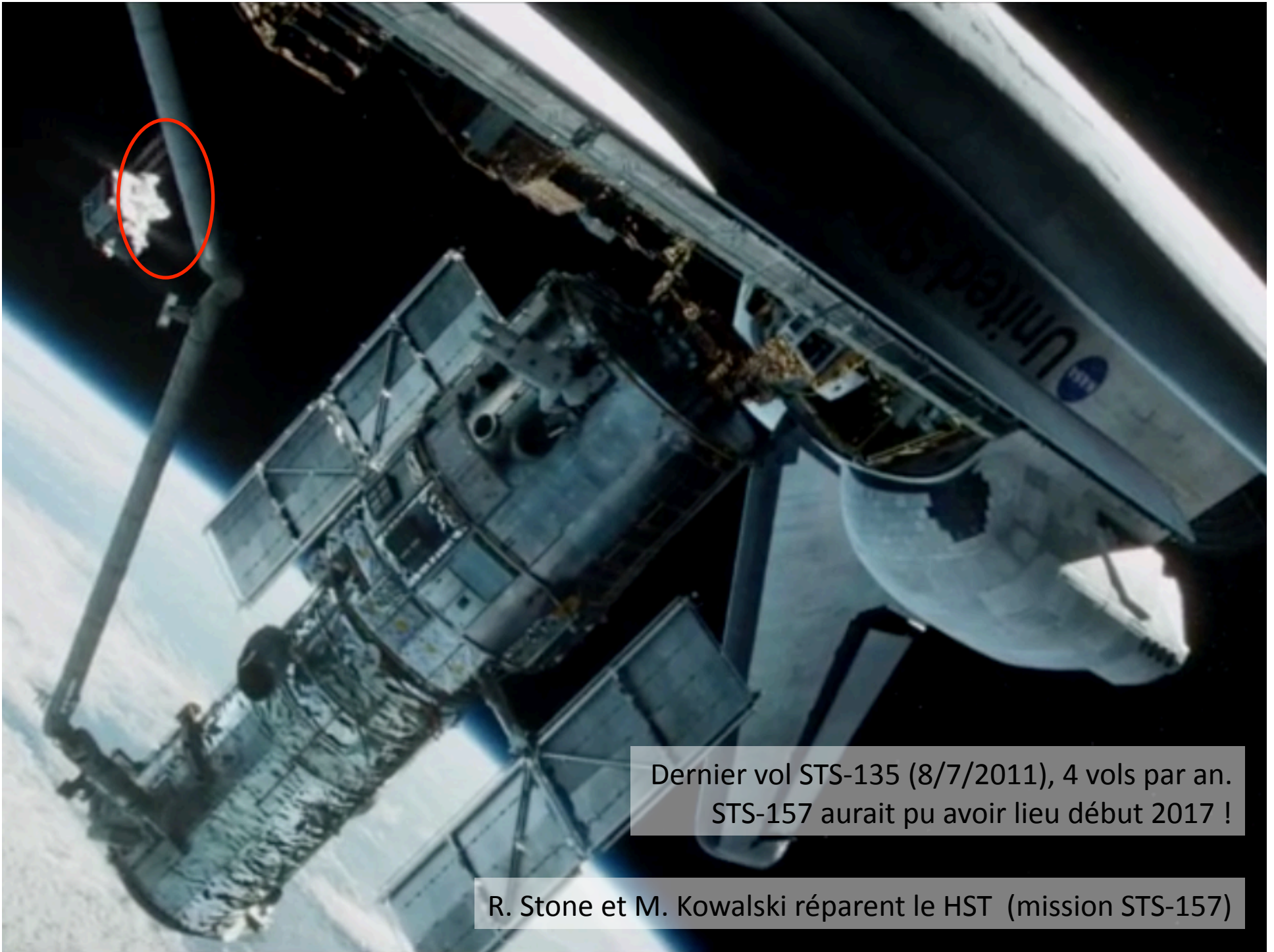
Pas d'oxygène.

La vie dans l'espace est impossible.



En 2007, des tardigrades ont survécu à une exposition au vide spatial à 260 km d'altitude !



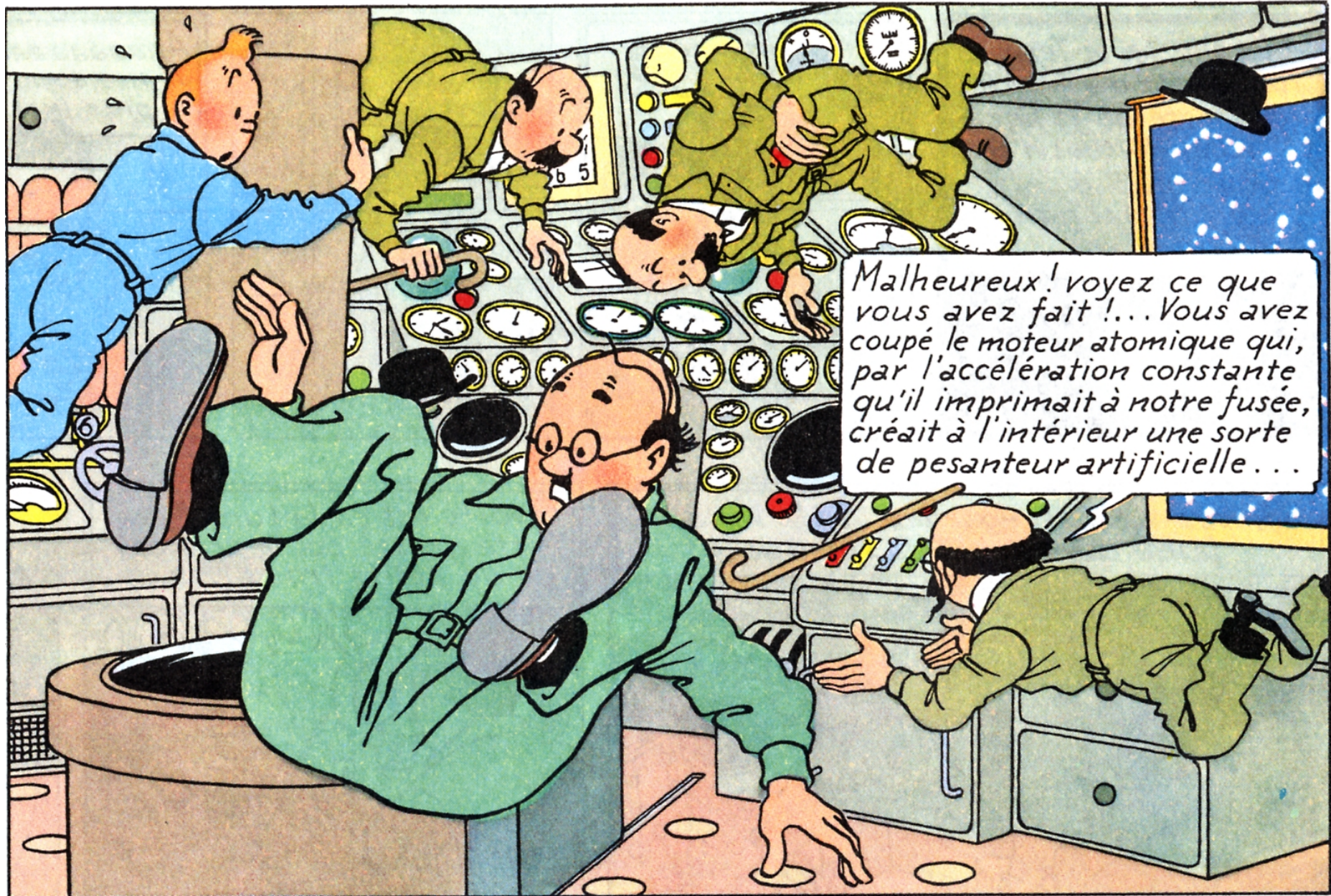


Dernier vol STS-135 (8/7/2011), 4 vols par an.  
STS-157 aurait pu avoir lieu début 2017 !

R. Stone et M. Kowalski réparent le HST (mission STS-157)



# L'impesanteur





# La chute libre est universelle

i.e. indépendante de la masse ou de la composition du corps.



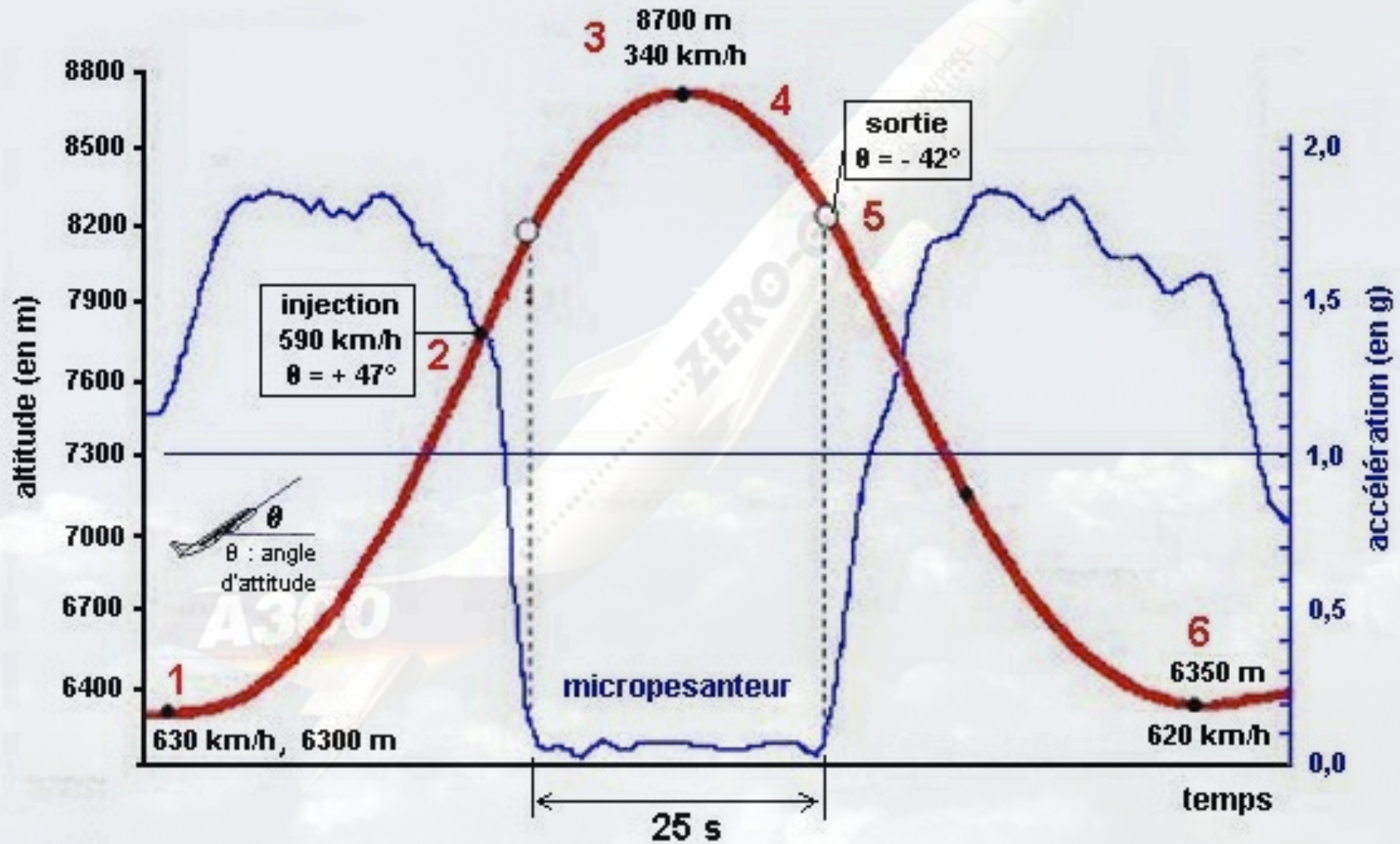




A bord de l'Airbus Zero G pendant les 25 secondes où il est en chute libre.



# Paramètres d'un vol parabolique





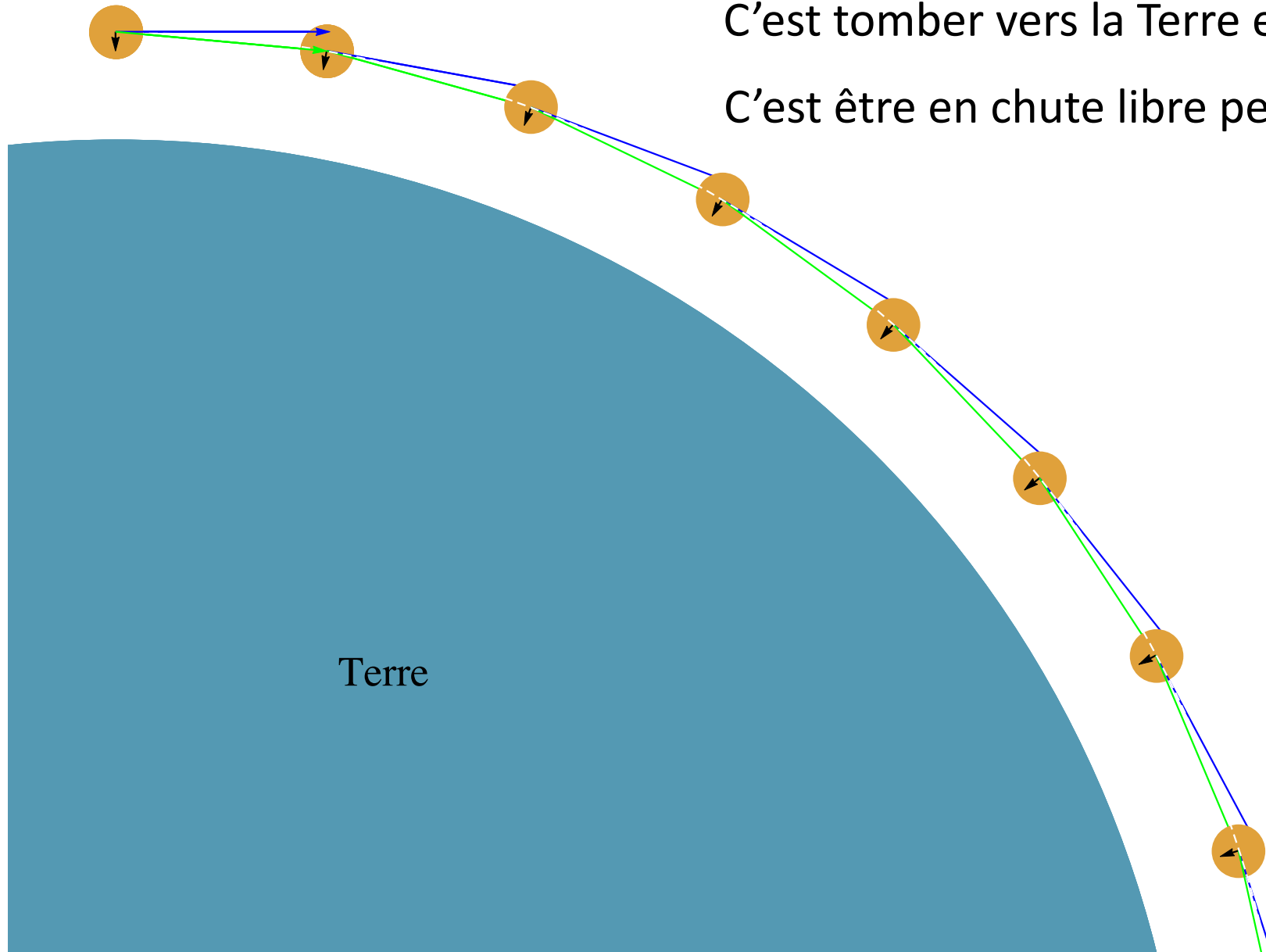


Objets flottants à l'intérieur de la navette, après la catastrophe.



# Que signifie « être en orbite » ?

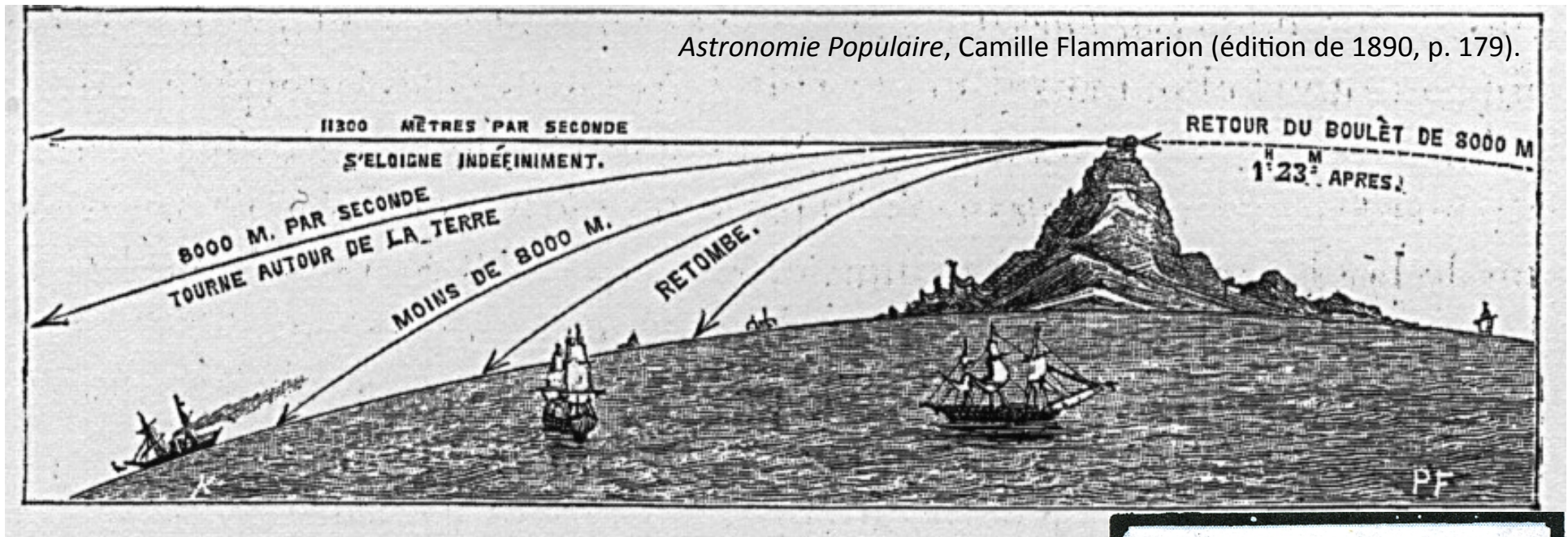
C'est tomber vers la Terre et la rater !  
C'est être en chute libre perpétuelle.





# Comment aller dans l'espace ?

*Astronomie Populaire*, Camille Flammarion (édition de 1890, p. 179).



Première vitesse cosmique = 7,9 km/s

Il faut aller suffisamment vite !

ISS : 400 km d'altitude, 7,65 km/s ( $\approx$  28 000 km/h)

Seconde vitesse cosmique = 11,2 km/s

*Allo, allo, ici la Terre...  
Vous venez d'atteindre  
la vitesse de 13 km.à  
la seconde: vous n'êtes  
donc plus soumis  
à l'attraction  
terrestre...*





# Comment se déplacer dans l'espace ?

Action et réaction !







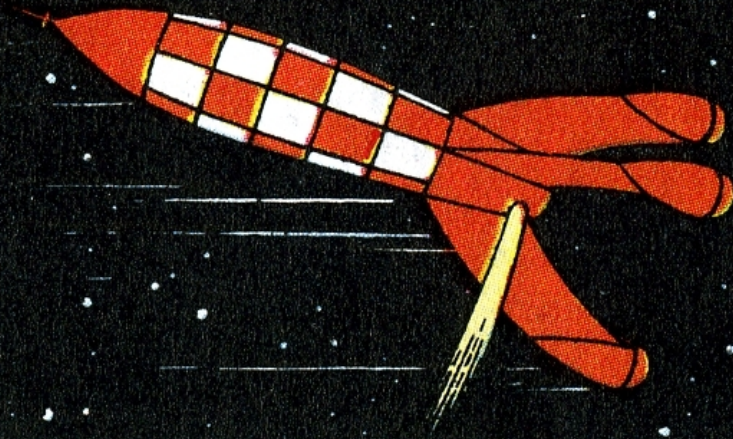
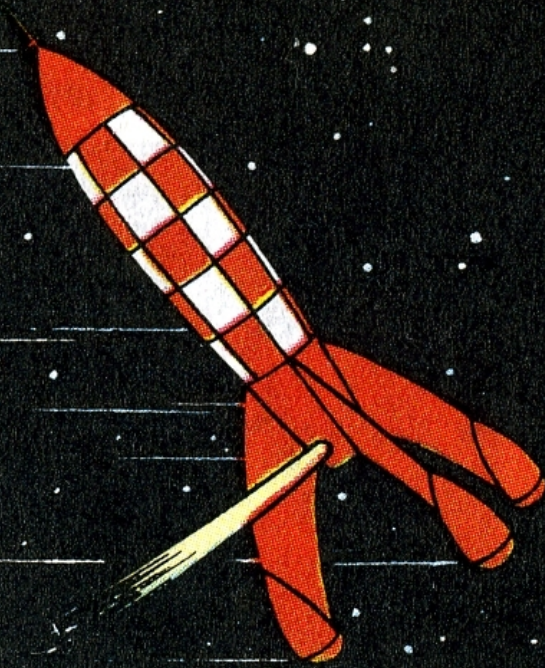
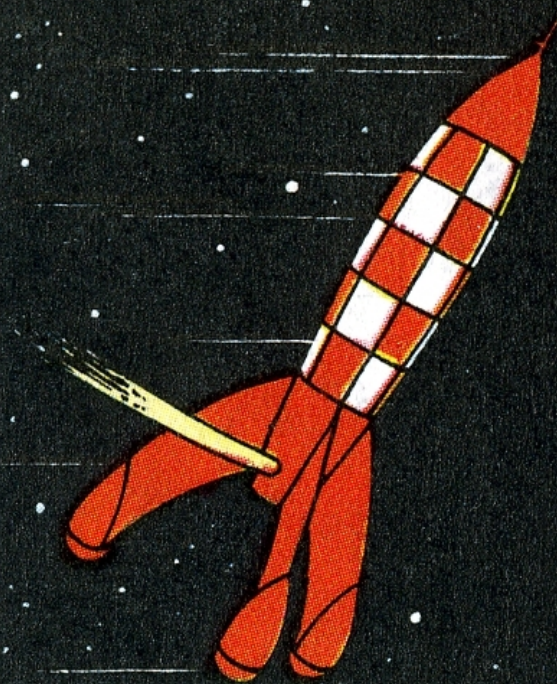
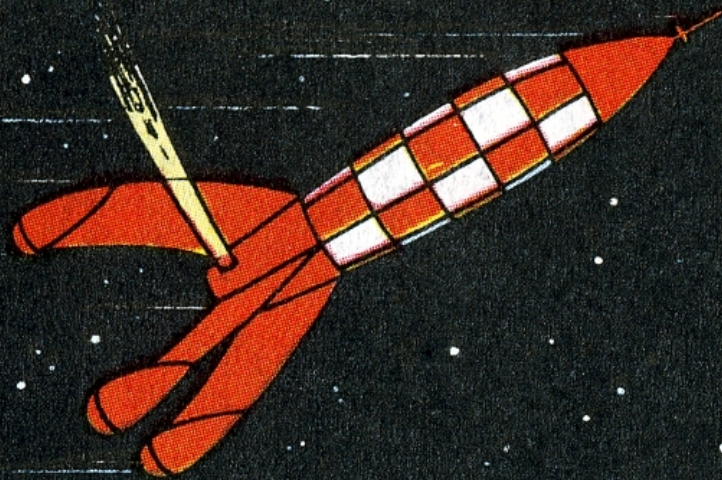
Manned Maneuvering Unit (MMU)



Simplified Aid for EVA Rescue (SAFER)



Le retournement de la fusée de Tintin





# Action et réaction interne



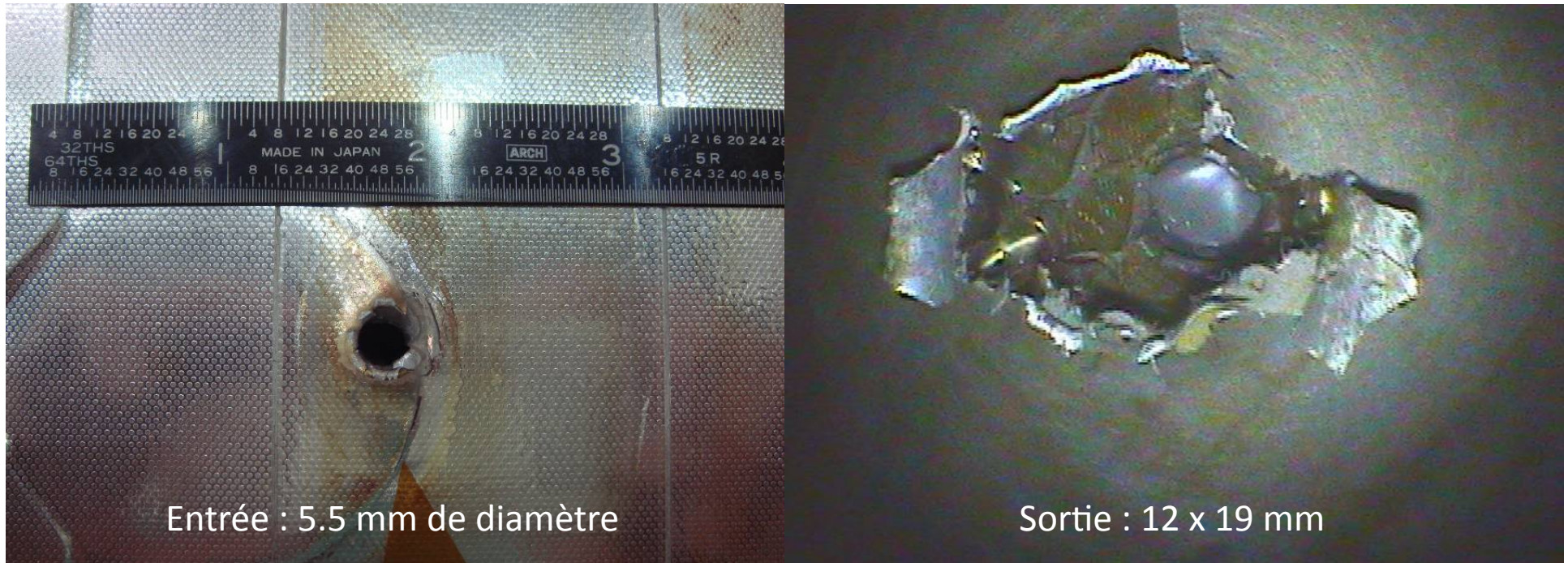
Un des 4 actionneurs gyroscopiques de l'ISS.



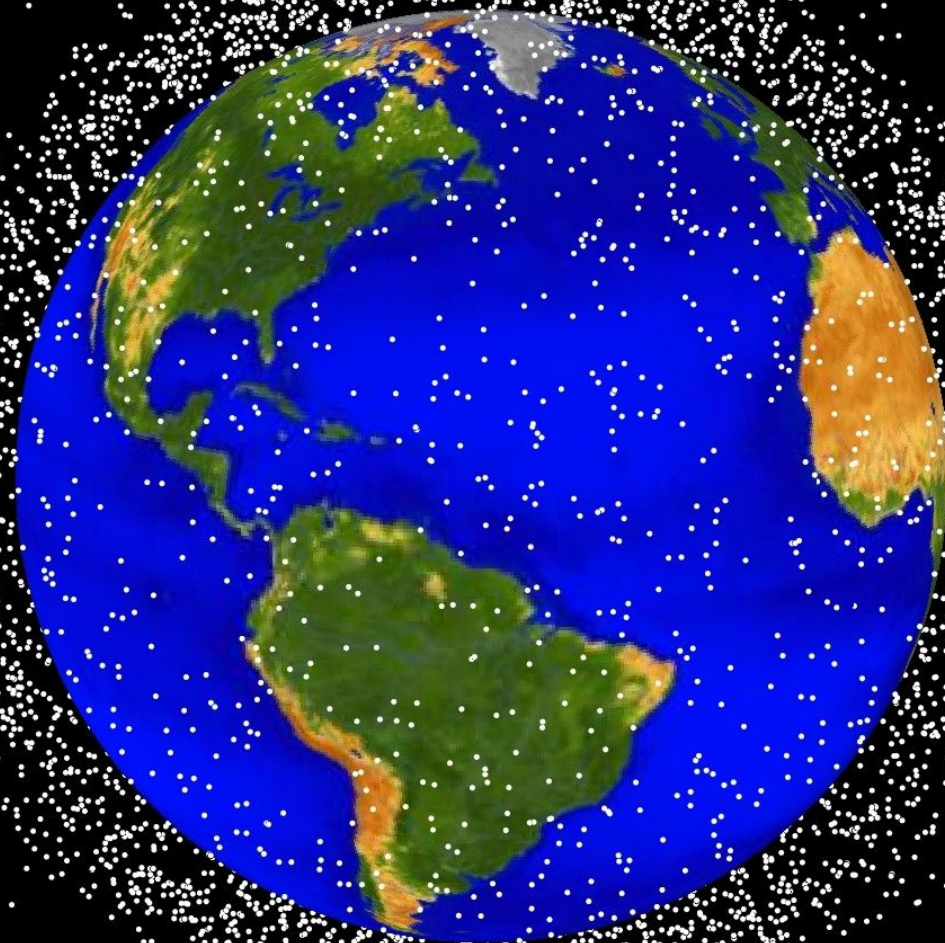


# Les débris spatiaux

« Le NORAD a détecté un nuage de débris qui se déplace à 30 000 km/h. »

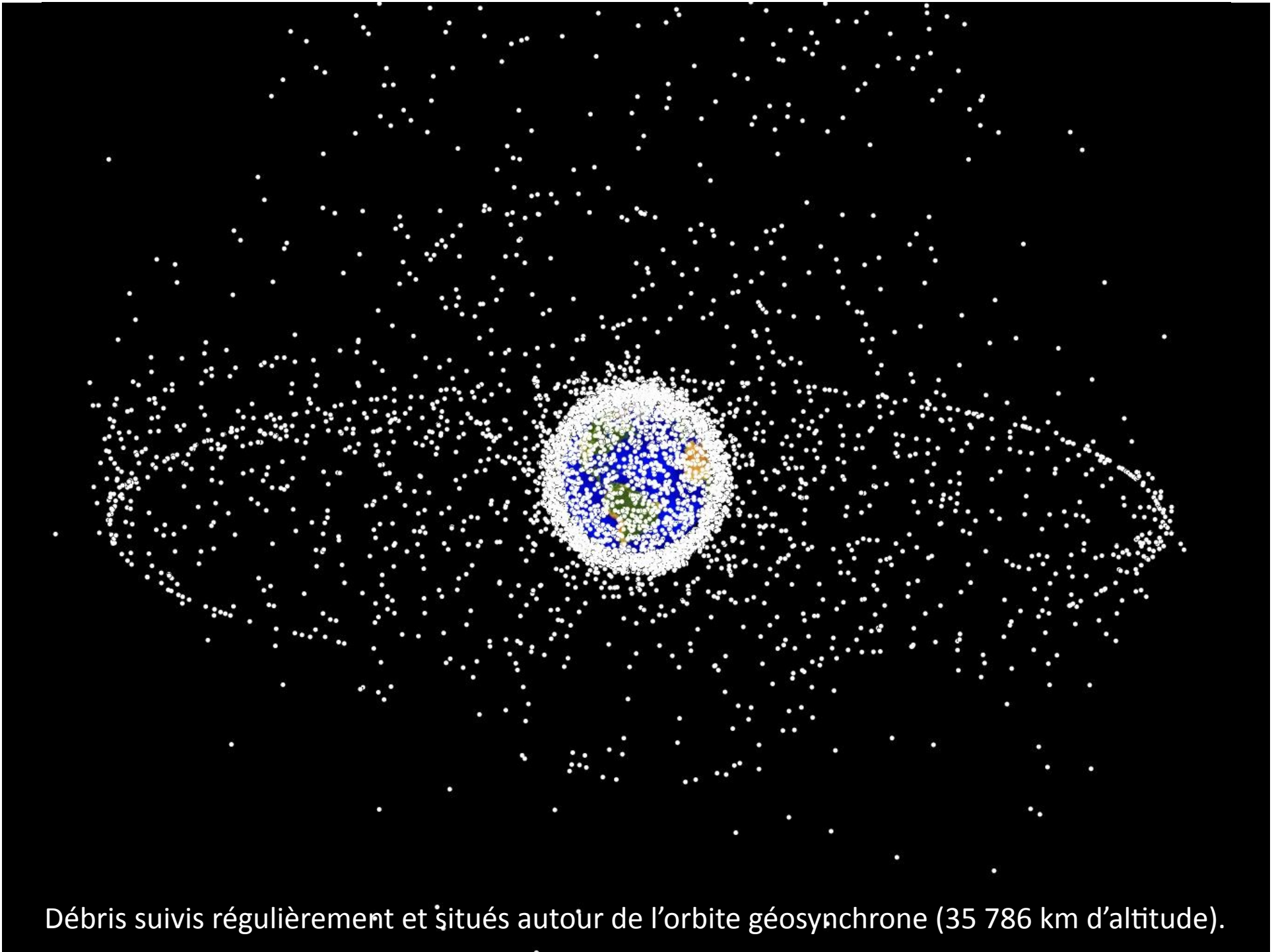


Perforation d'un radiateur de la navette Endeavour (STS-118)  
provoqué en août 2007 par un débris spatial.



Débris suivis régulièrement et situés à moins de 2 000 km d'altitude.



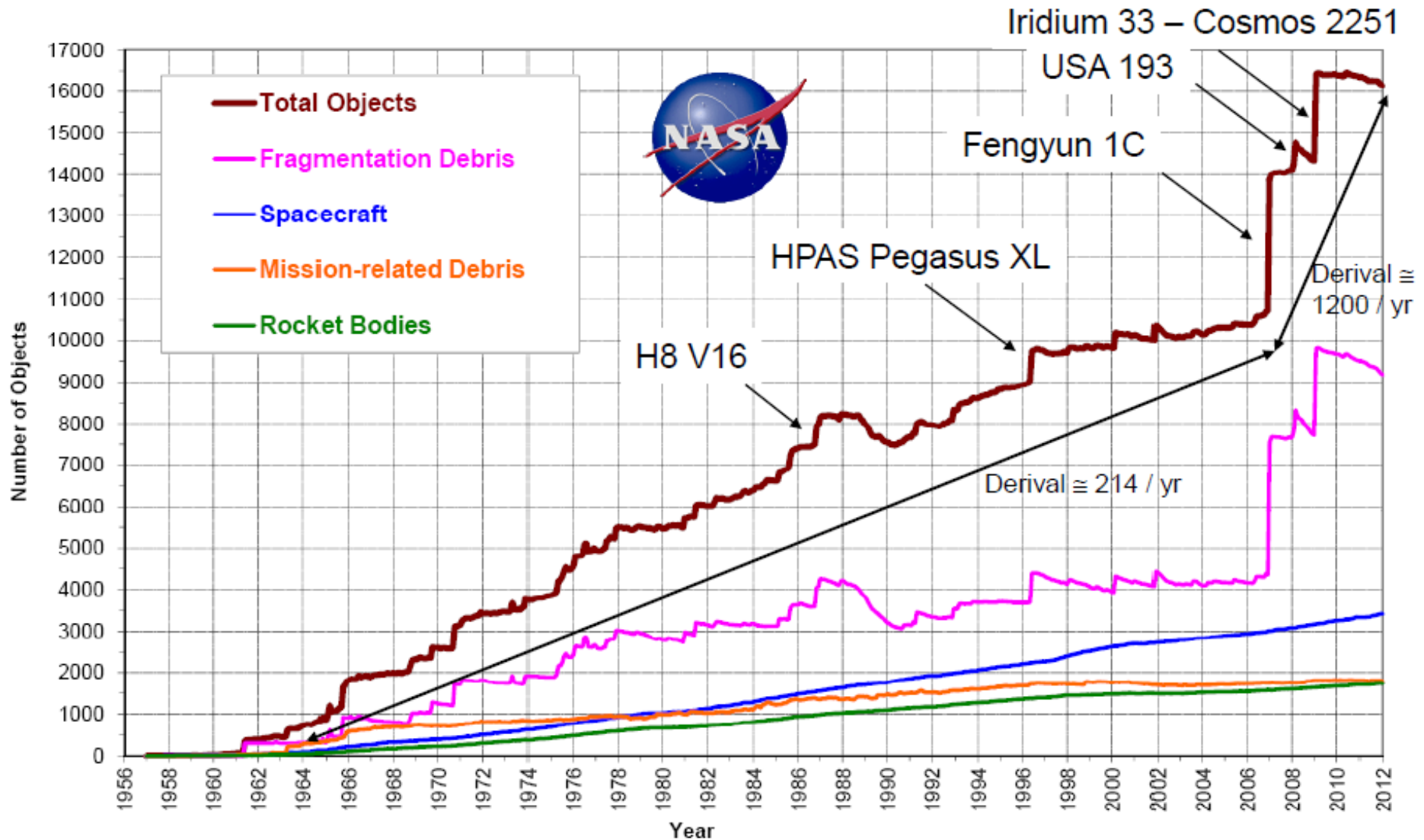


Débris suivis régulièrement et situés autour de l'orbite géosynchrone (35 786 km d'altitude).



# Situation in orbit: Number of catalogued objects (NASA)

Monthly Number of Objects in Earth Orbit by Object Type



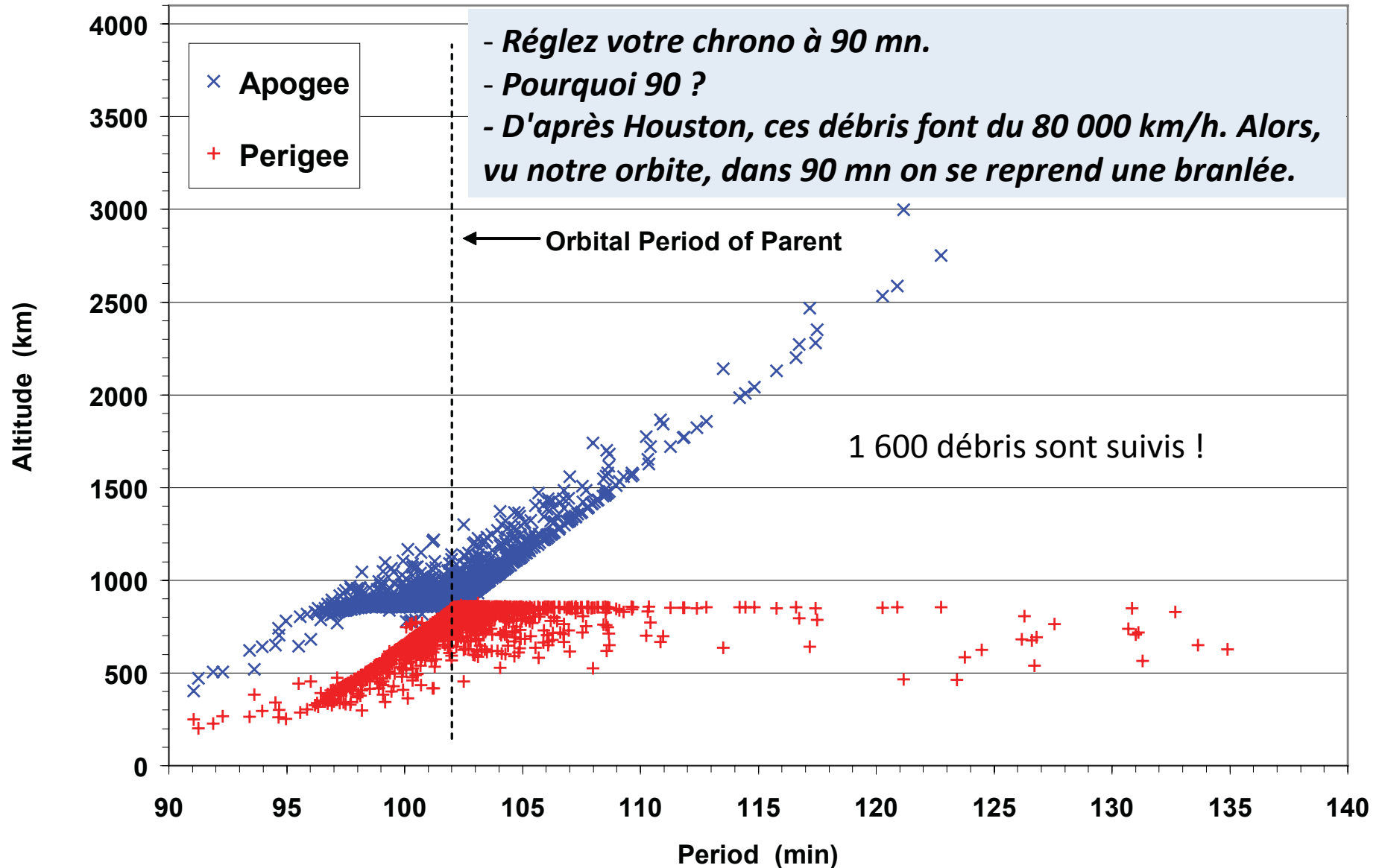


# Le cas Fengyun1C (test anti-satellite)



Distribution des orbites un mois après la destruction (en blanc, l'orbite de l'ISS)

# Le cas Fengyun1C (test anti-satellite)





# Station spatiale en vue !



Durée 2<sup>m</sup>39<sup>s</sup>

# L'entrée dans l'ISS



Durée 0<sup>m</sup>25<sup>s</sup>

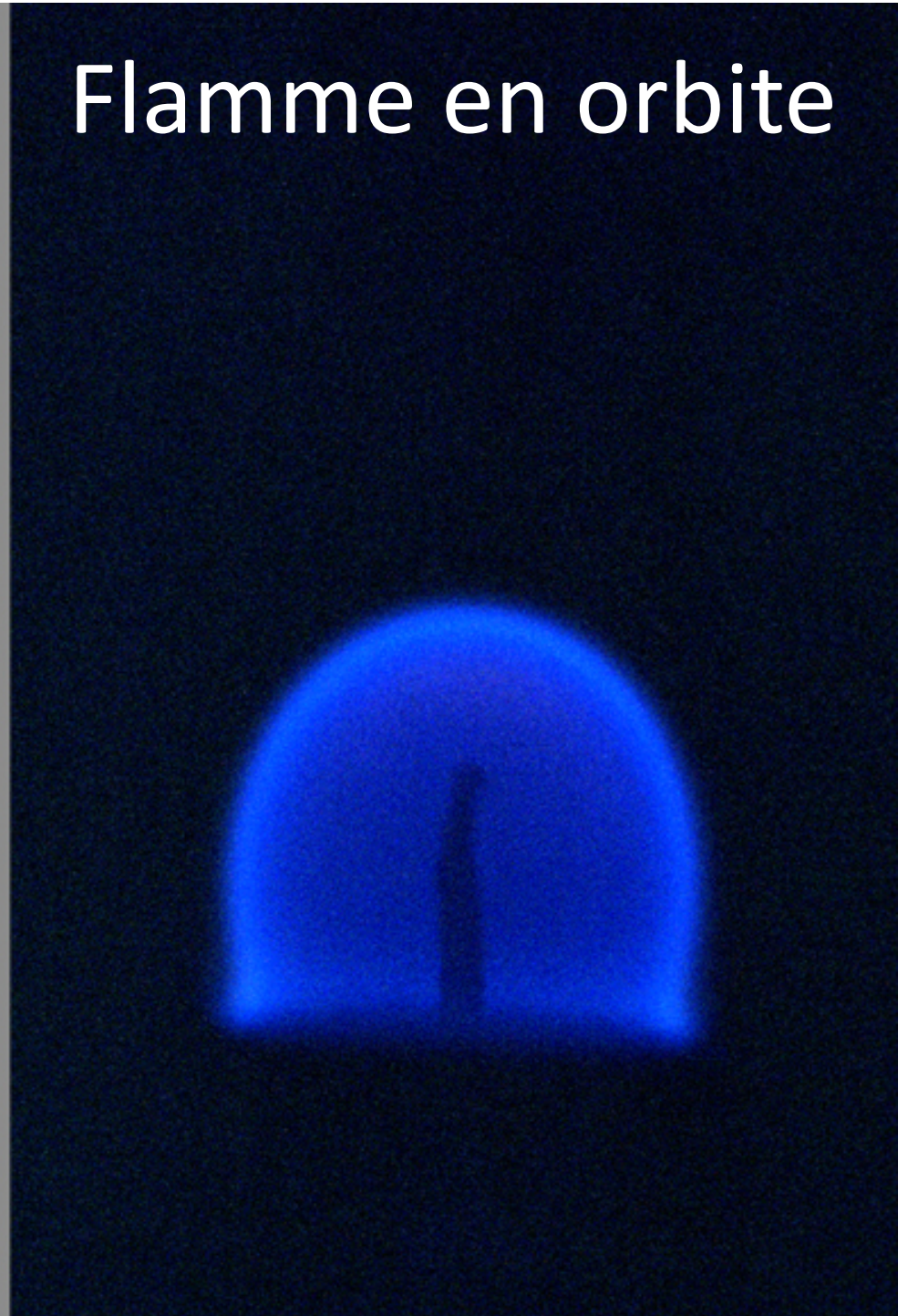


# Au feu !



Durée 0<sup>m</sup>21<sup>s</sup>

Flamme en orbite

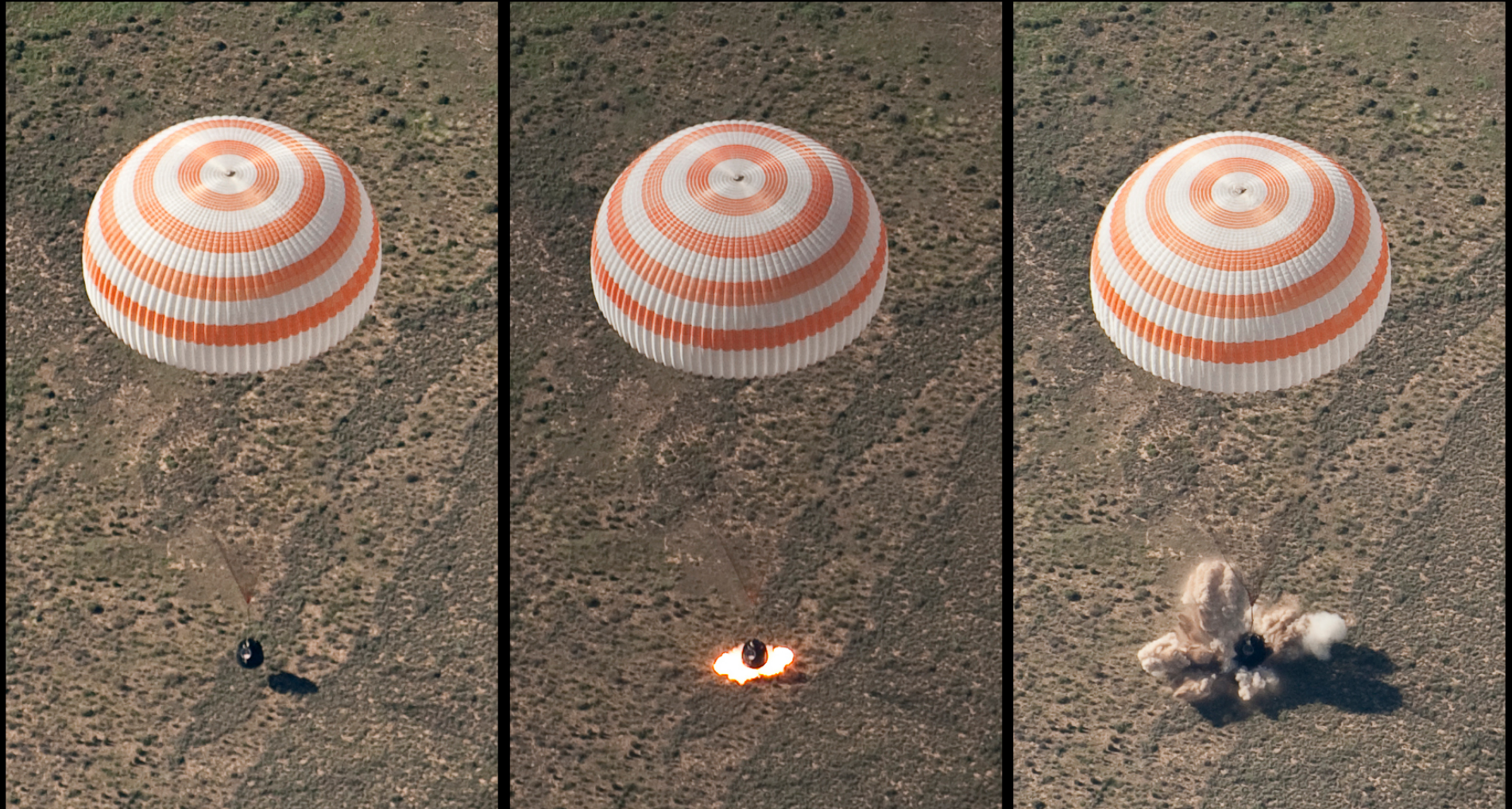




# Poursuite orbitale

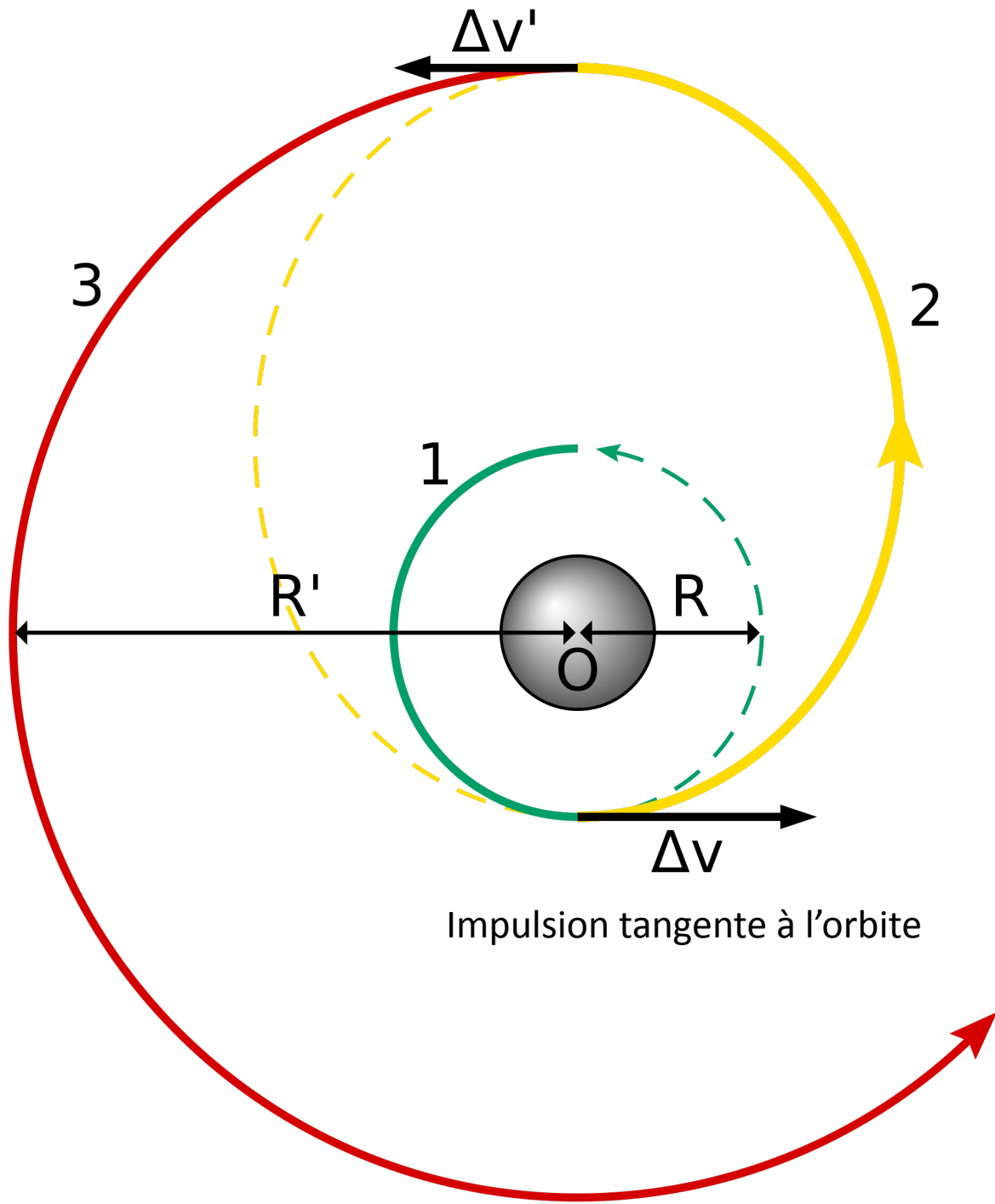






Allumage de rétrofusées quelques mètres avant l'atterrissage d'un Soyouz.





Impulsion tangente à l'orbite

# Le problème posé par *Gravity*

Il faut rattraper la station Tiangong, orbitant à 400 km d'altitude, en étant sur la *même* orbite mais 100 km en arrière.

**Solution n°1** : vous êtes pressés et ne disposez que de 10 minutes

$$\Delta v_x|_i = -101 \text{ m/s} \quad \Delta v_x|_f = -104 \text{ m/s}$$

$$\Delta v_y|_i = +143 \text{ m/s} \quad \Delta v_y|_f = -142 \text{ m/s}$$

**Solution n°2** : vous avez le temps et pouvez prendre une heure

$$\Delta v_x|_i = -15.3 \text{ m/s} \quad \Delta v_x|_f = -14.8 \text{ m/s}$$

$$\Delta v_y|_i = -2.7 \text{ m/s} \quad \Delta v_y|_f = -4.4 \text{ m/s}$$



C'est l'approche finale !



Durée 2<sup>m</sup>06<sup>s</sup>

# Retour sur Terre



Durée 2<sup>m</sup>36<sup>s</sup>



# Un peu d'astronomie !

Stone est éjectée et tournoie dans l'espace...





# The end !

Rassurez-vous, l'ISS est toujours là !  
Mais rien n'est rien prévu pour la désorbiter...

