

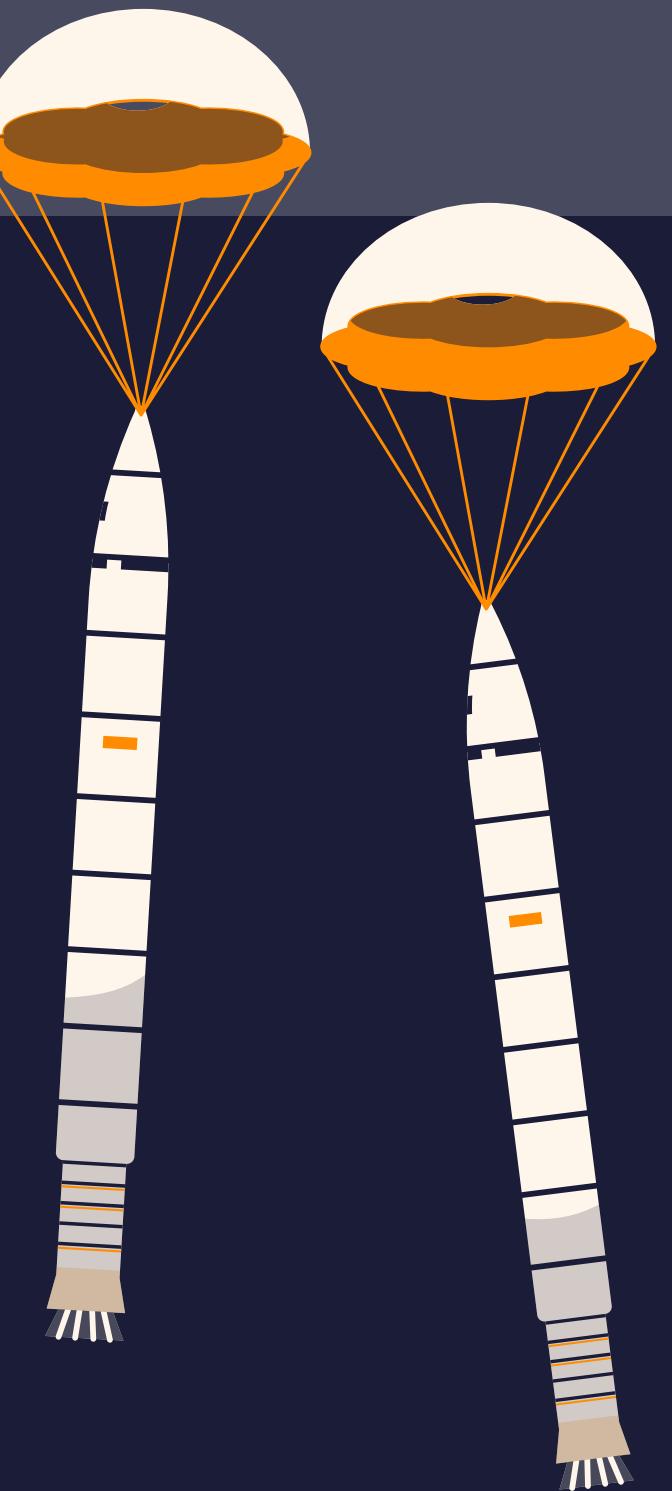
Hackathon ENS PS

by les petits loups de
saclay



Les principales menaces d'origine humaine

- missile: ASAT (anti satellite activities)
- cyber attaque (destruction des systèmes, espionnage, vol de données sensibles)
- débris
- interférences électromagnétiques

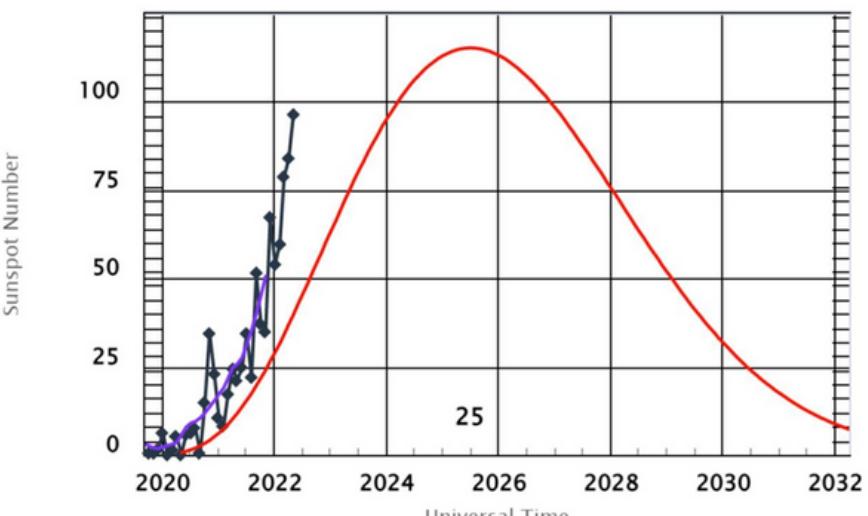


Les principales menaces d'origine naturelle

- températures extrêmes (-175 à 160°C)
- érosion/oxydation des matériaux par l'oxygène atomique dans la LEO
- débris
- vents solaires



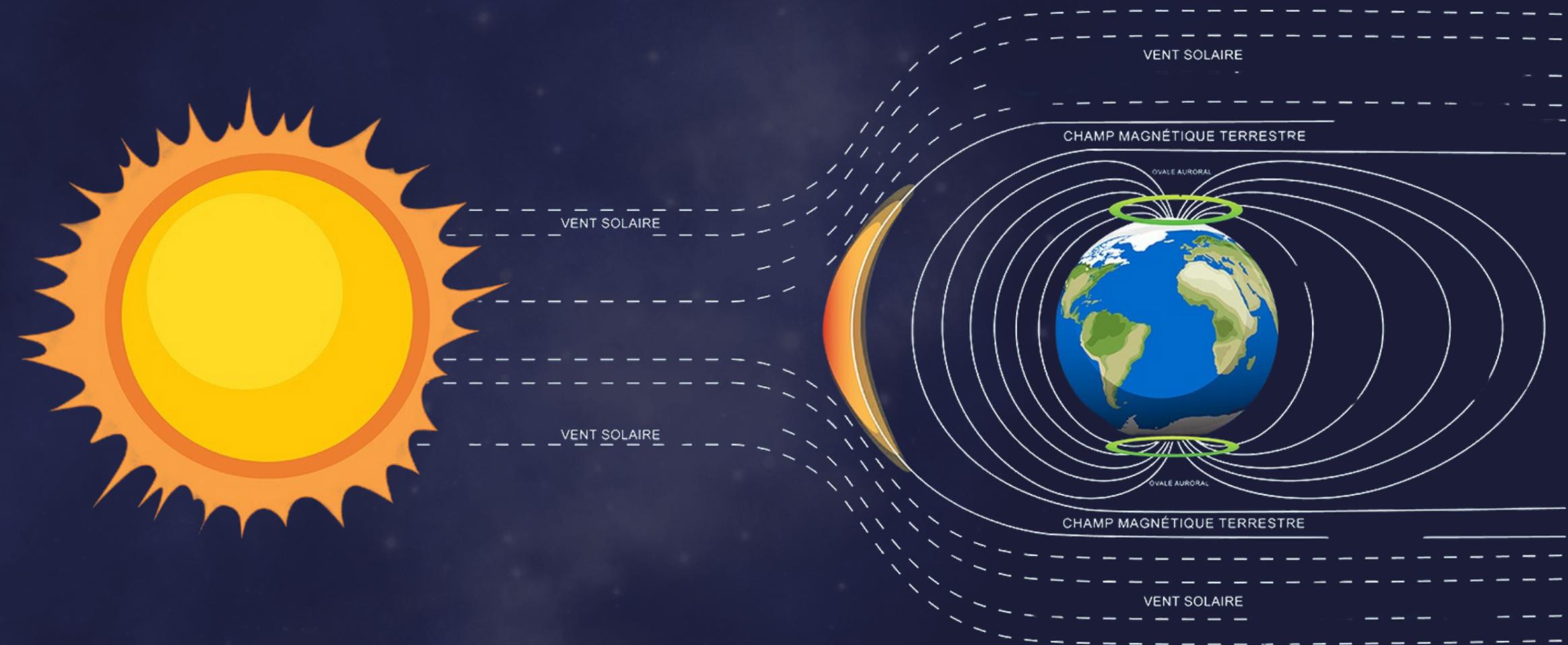
ISES Solar Cycle Sunspot Number Progression



Les vents solaires

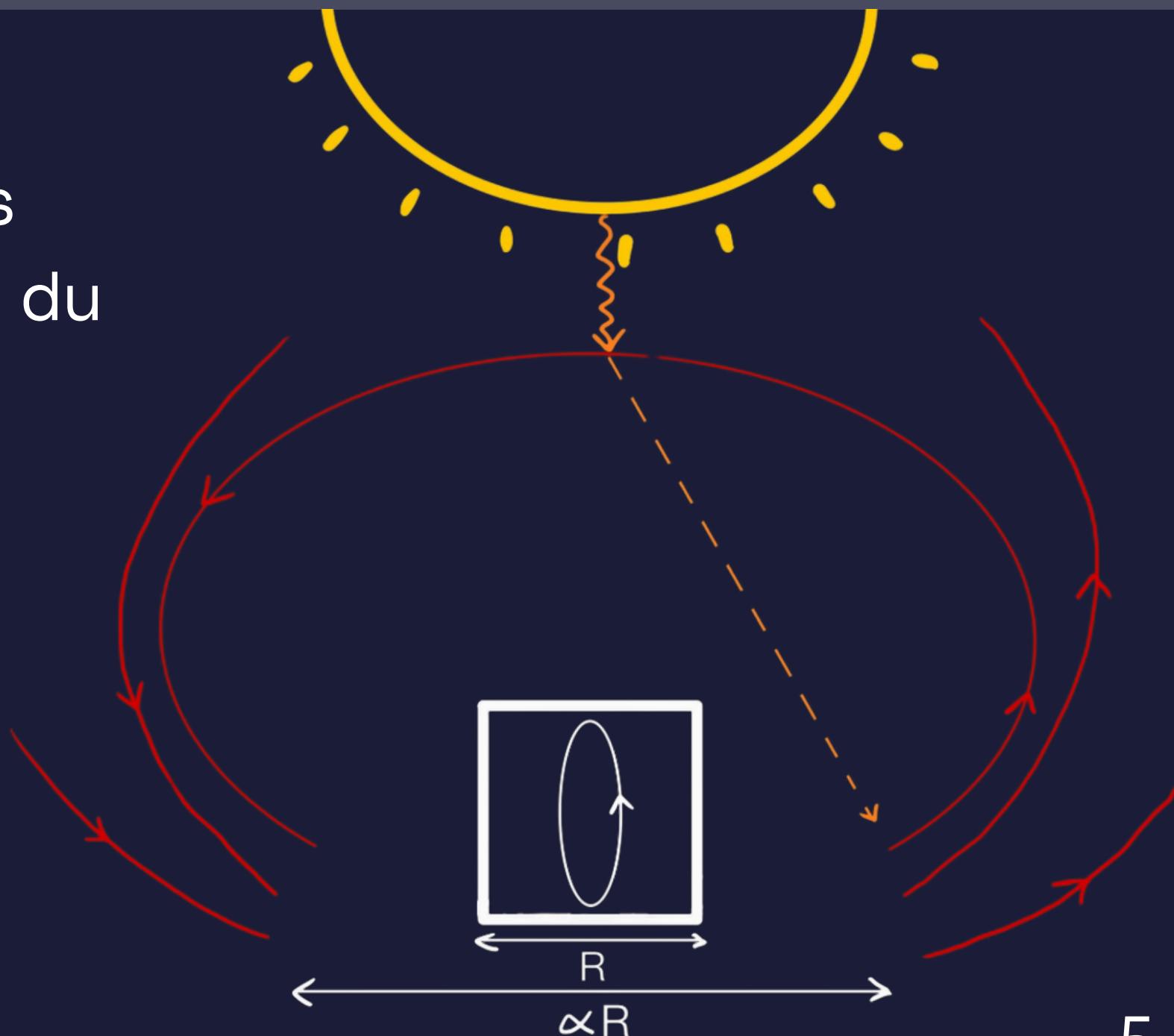
Effets :

- Dégradation des matériaux (dose cumulée)
- Perte d'altitude
- Défaillance électronique (Changement d'état)
- Dégradation de l'électronique



Notre solution : un champ magnétique

- activation lors des vents solaires
- veille solaire par les satellites du point L5 (HPE)
- valide les tests de qualification
- fiabilité



Notre solution : un champ magnétique

Quantification en ordre de grandeur

- Hypothèses:

Faible déviation

Champ dipolaire

- ODG:

constantes: q, μ_0, m

$R=1m$

$\alpha=10$

$v_0=10^5 \text{ m/s}$

$D=10^5 \text{ ou } 6 \text{ m}$

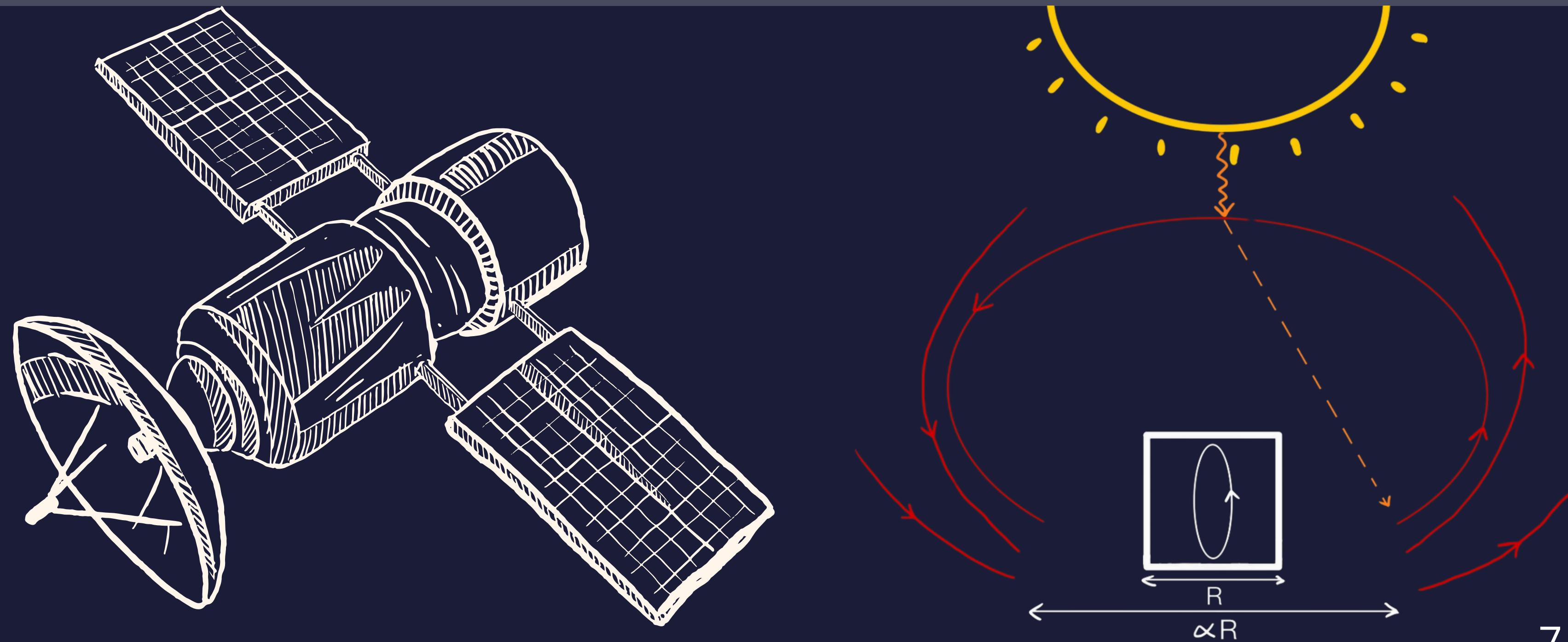
- PFD:

$$ma(t) = \frac{qv_0\mu_0 M}{4\pi(v_0(t-t_f)+D_0)^3}$$

- Résultat:

$$M = \frac{8m\pi}{q\mu_0} \frac{\alpha^2 R^3 D}{v_0} \approx 10^2 Am^2$$

Notre solution : un champ magnétique



Budgétisation de la solution

Coûts



- 5 kg supplémentaires (3 000€/kg (falcon9))
- Prix des composants (bobine, batterie, ...)

Gains



- Augmentation de la durée de vie
- Réduction des risques de casse prématurée
- Plus de fiabilité

Focus sur la réduction des casses prématurées : l'exemple de Starlink



Coût de la perte des 40 satellites = 83 000 000€

Prix de l'installation du bouclier sur tous les satellites sartlink

$5000 \times 15\ 000 = 75\ 000\ 000$
€

Gains

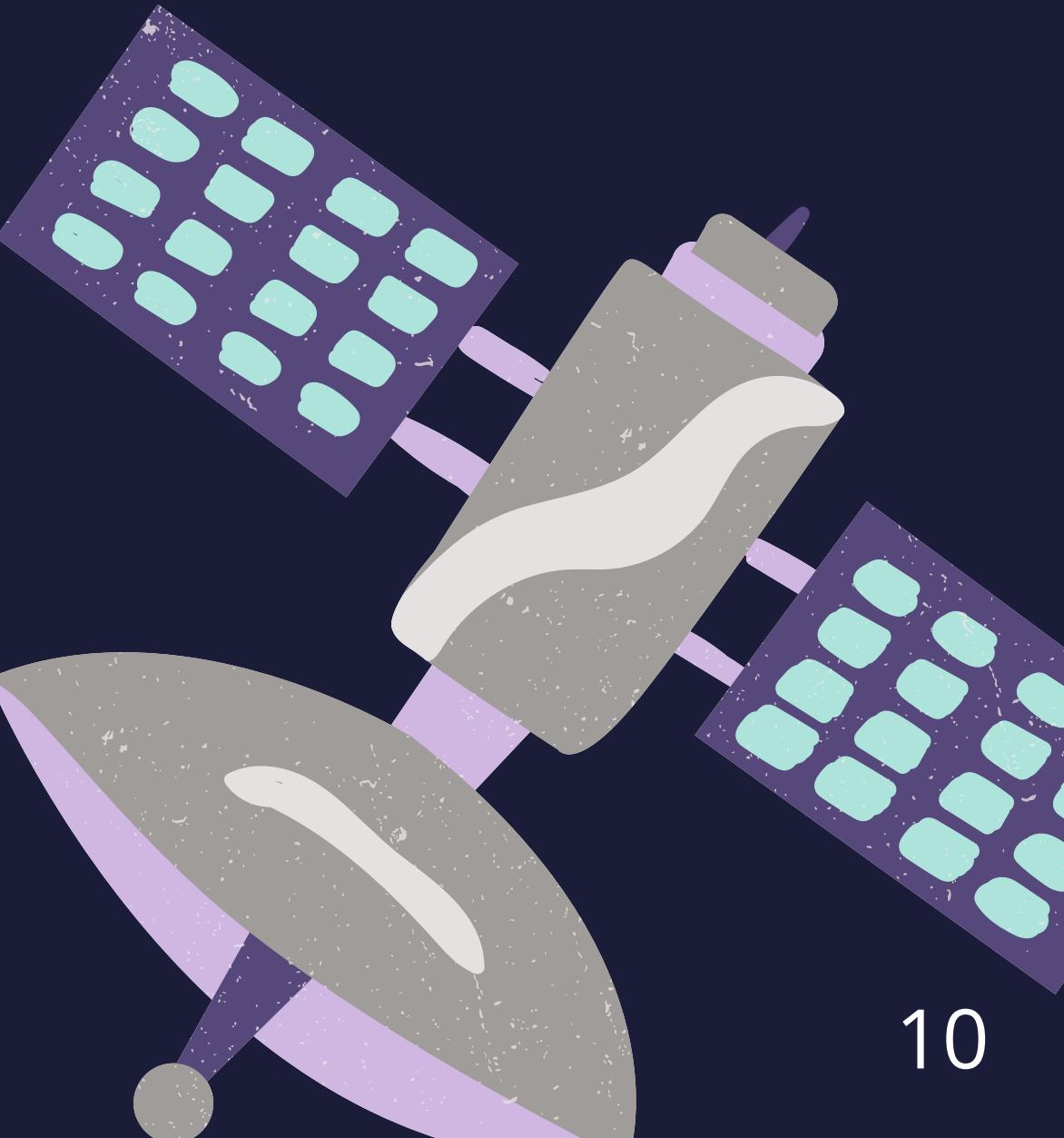


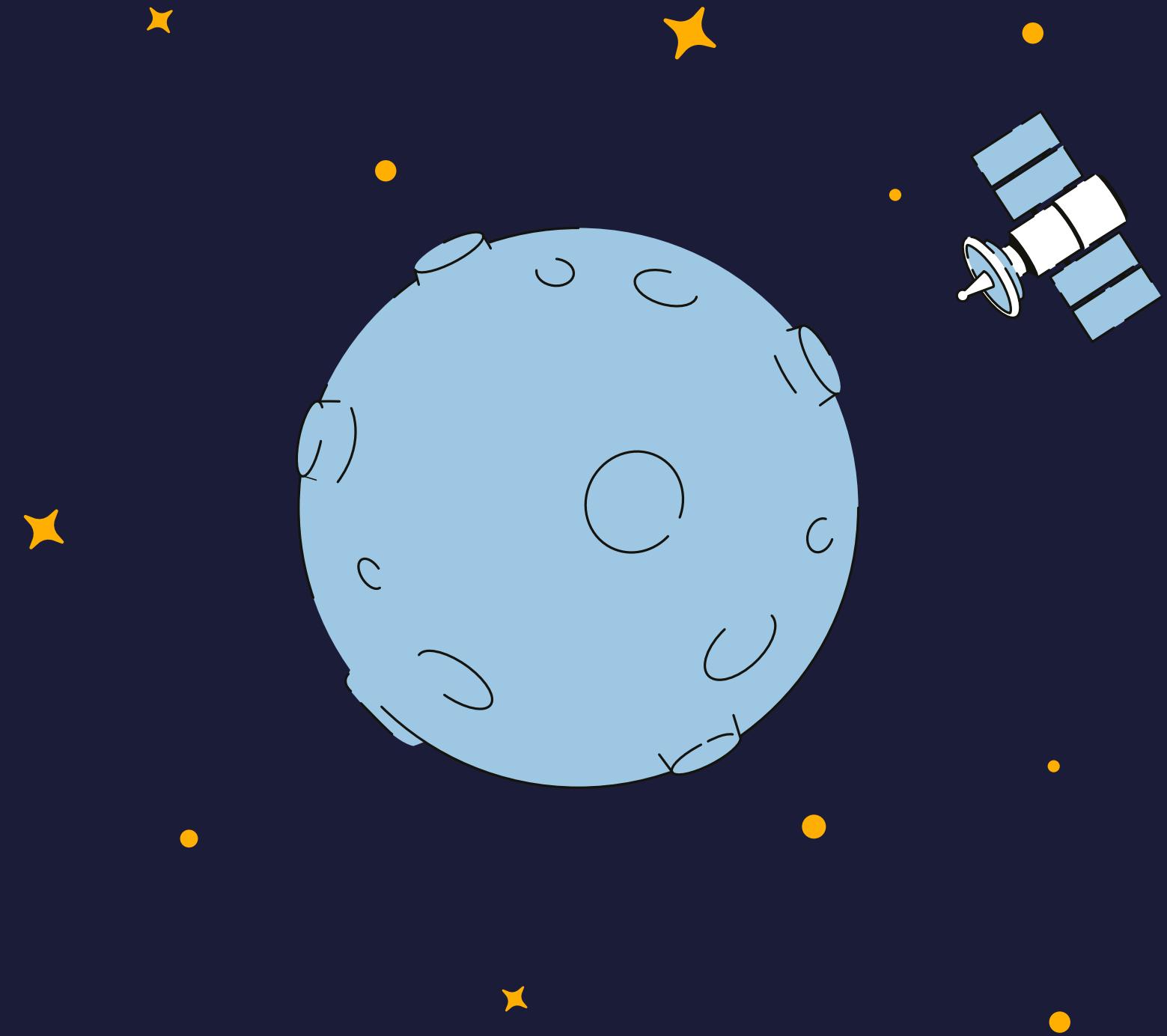
8 000 000€

* cet exemple n'est pas le plus rentable (présence d'économie d'échelle avec la taille du satellite)

Plan d'implémentation

- pour nouveaux satellites
- augmenter la durée vie
- baisse de la fréquence de renouvellement du parc
- possibilité d'un système hybride
- solution fiable et durable





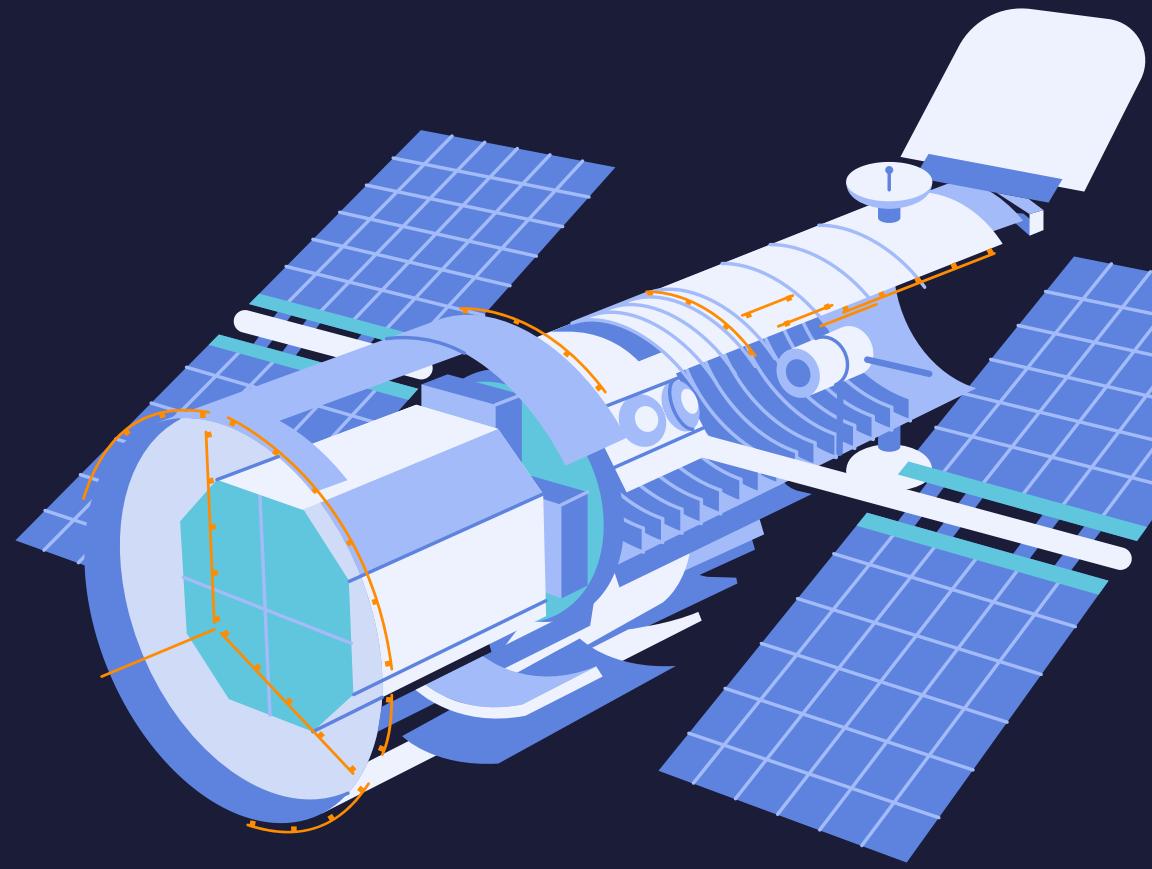
Merci !



Questions

Batterie

Lithium ion → 200Wh/kg



Poids et prix des kg

= prix du lancement / charge utile

= 63 000 000 / 20 000

poids du dispositif =

1 kg bobine et système de rotation

3 kg batterie

1 cablage

