

Des Nano Satellites
Pour La Recherche,
Par des Étudiants ...

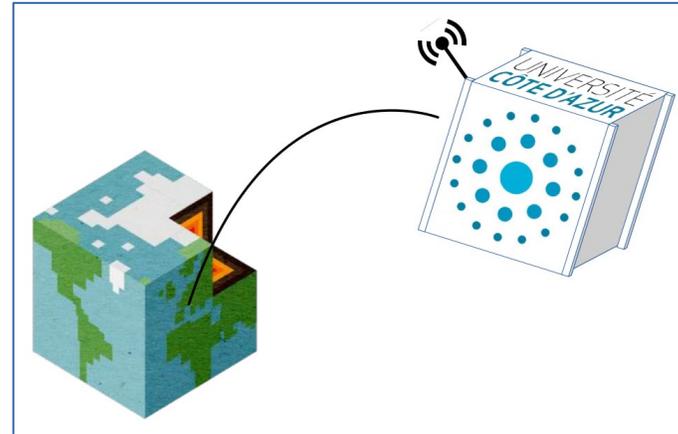
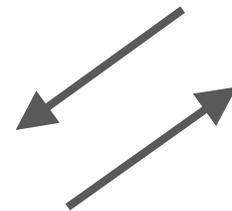
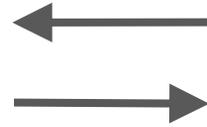


Olivier Preis (F4IJQ), Laboratoire Lagrange, 9 mars 2020

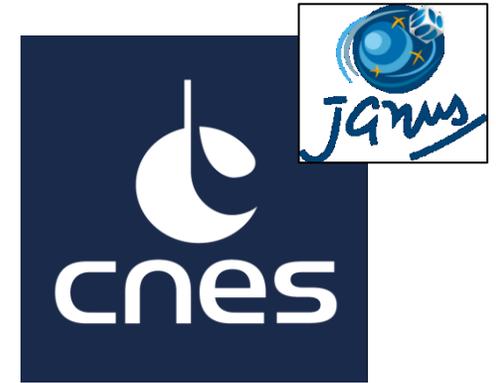
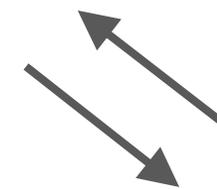
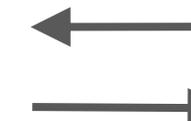
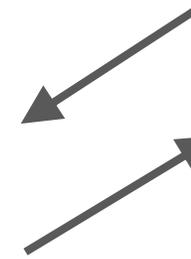
(présentée par F5SFU, Alexandre, pour le club F6KHK à la « Rencontres spatiales Radioamateur »)

Centre Spatial Universitaire (CSU) Côte d'Azur

Laboratoires : Recherche & Enseignement



<https://nanosat.univ-cotedazur.fr>



Industriel

THALES

Ecoles Ingénieurs



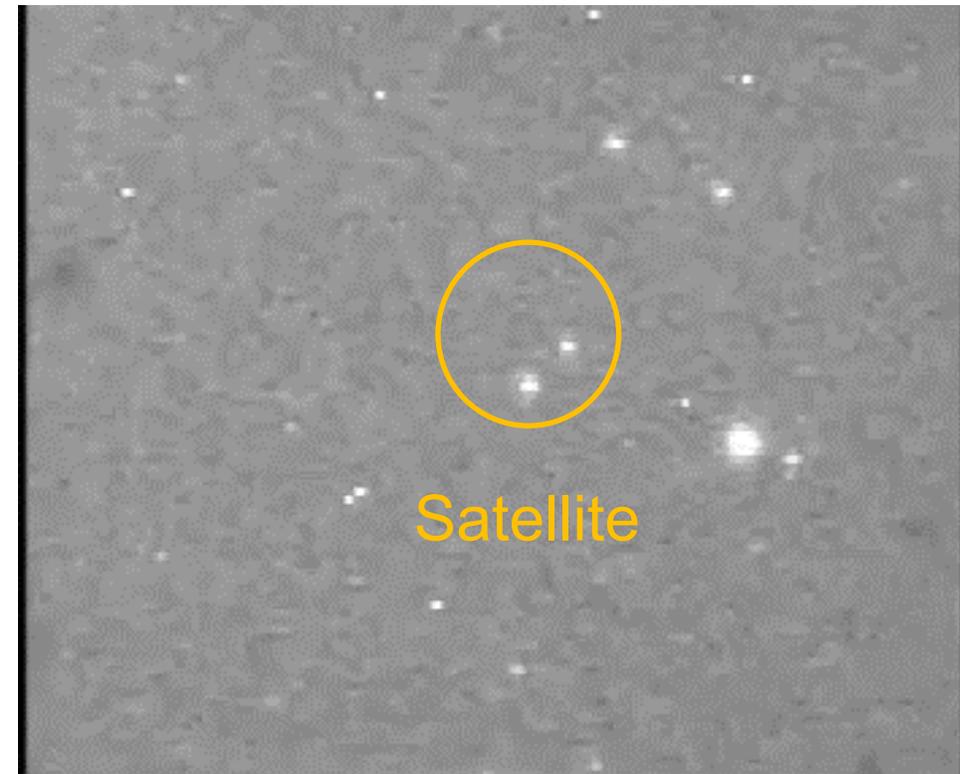
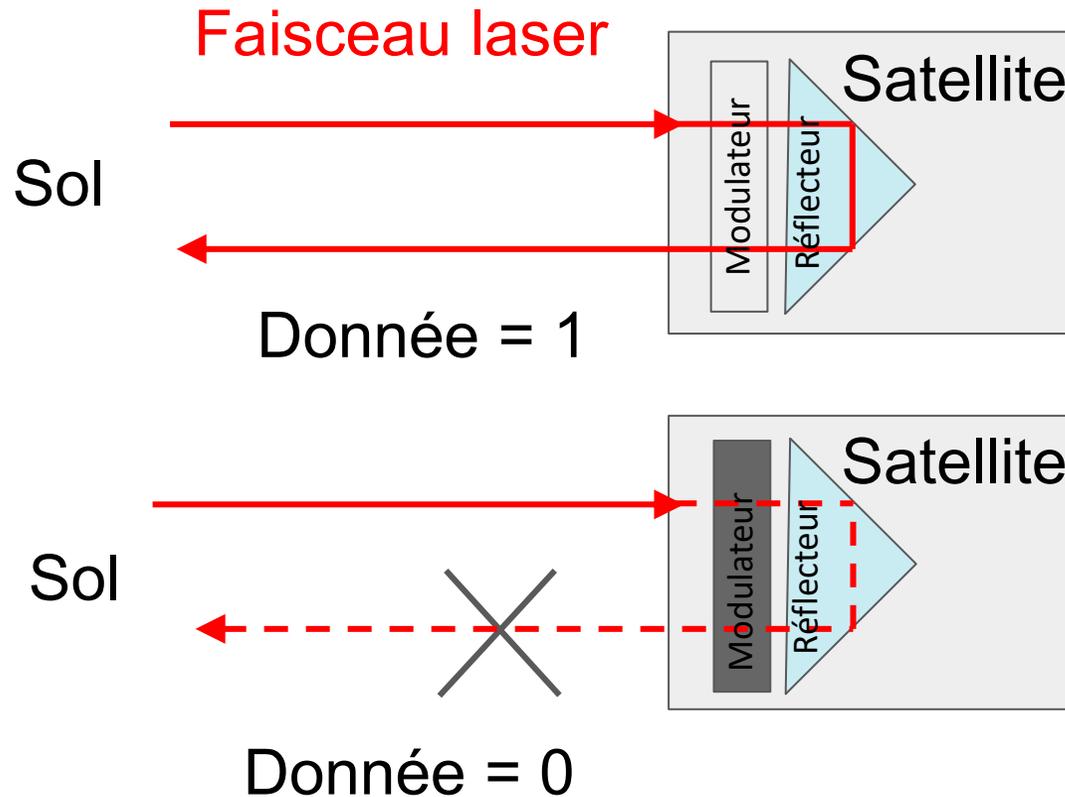
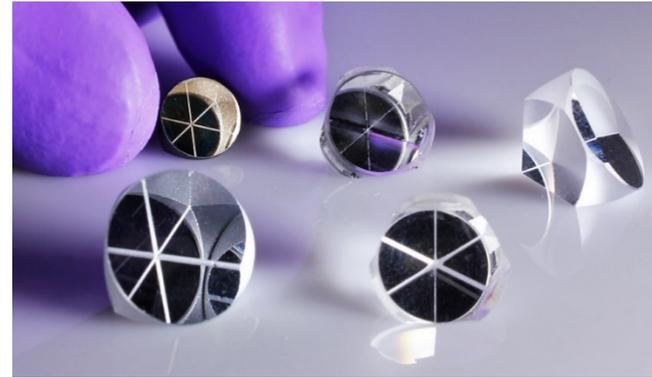
Démontrer les communications optiques avec un Cubesat

- Objectif : formation des étudiant(e)s aux technologies spatiales
- Établir un lien optique avec le satellite depuis le sol
- Étudier les effets de l'atmosphère sur un lien optique satellitaire
- Transmettre des données numériques du satellite vers le sol



Lien optique : Tir laser sur un miroir « coin de cube » embarqué sur le satellite

Modulation binaire du faisceau laser descendant



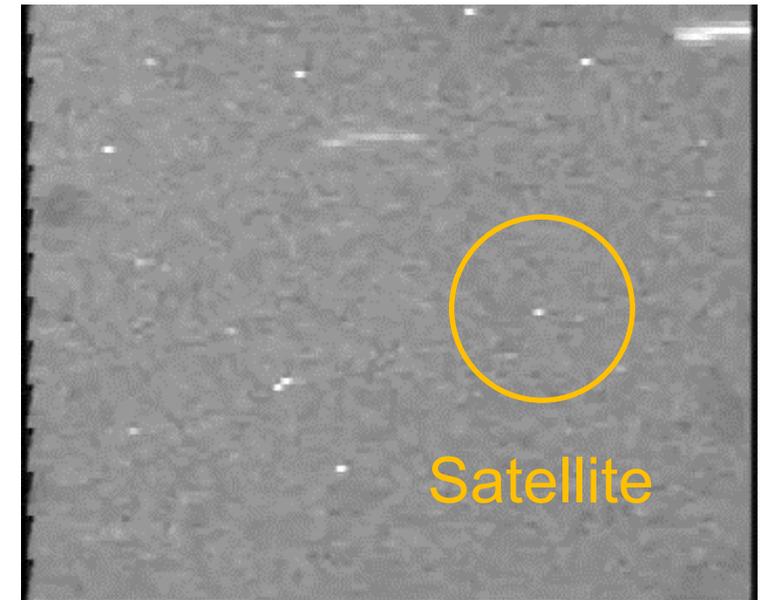
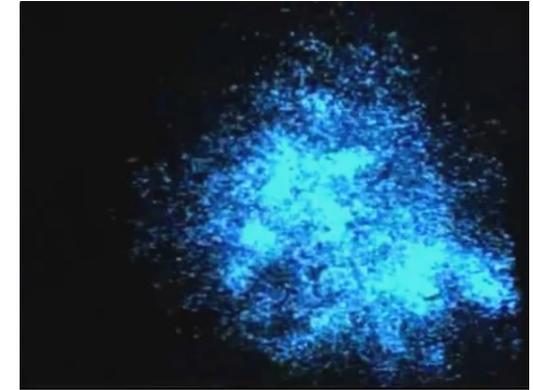
Faisceau laser

Étudier les effets de l'atmosphère sur un lien optique

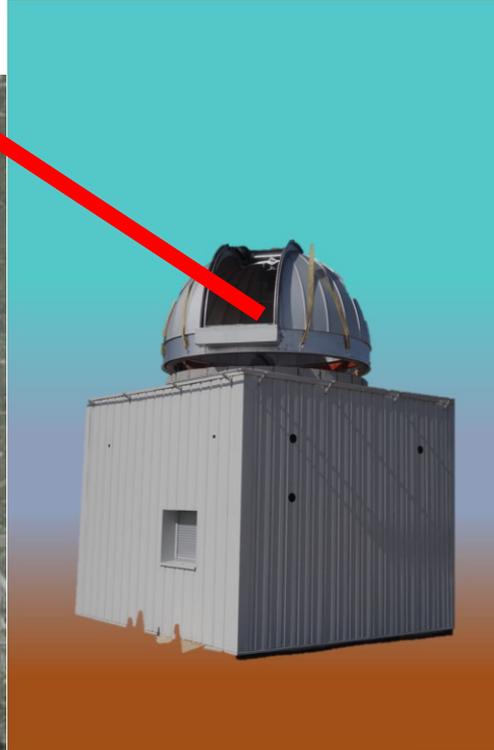
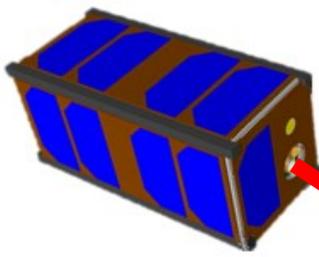
Deux sources de perturbations :

- Turbulences atmosphériques brouillent les images
-> scintillation, déformations de l'image
- Défilement du satellite : la lumière traverse rapidement de nombreuses couches atmosphériques

Images d'une étoile avec un télescope de 1m



Station sol optique



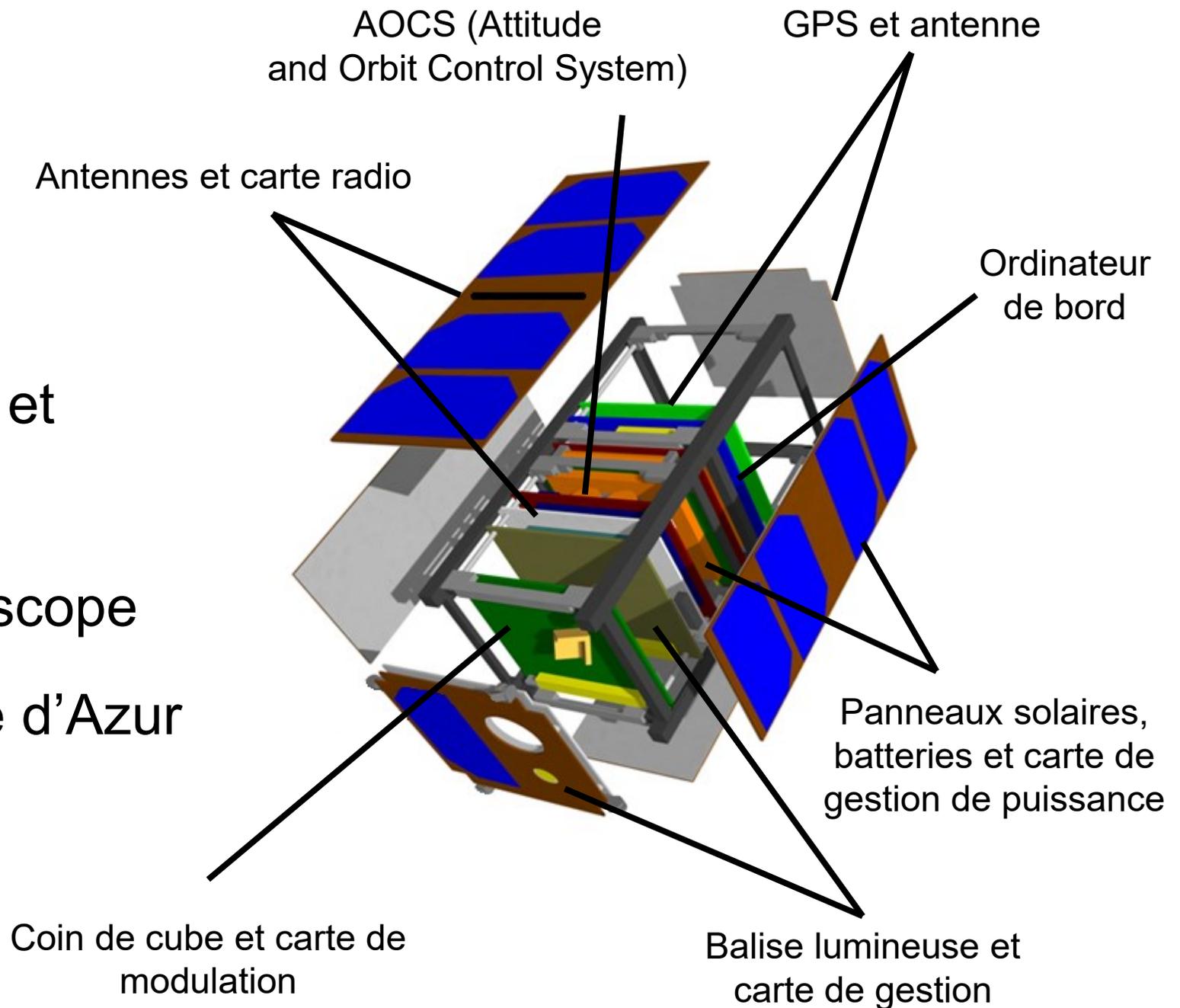
Télescope « UniversCity » diam 50 cm
Observatoire de Calern (Caussols)
Suivi en temps réel du satellite, tir laser
et réception du signal optique



NICEcube

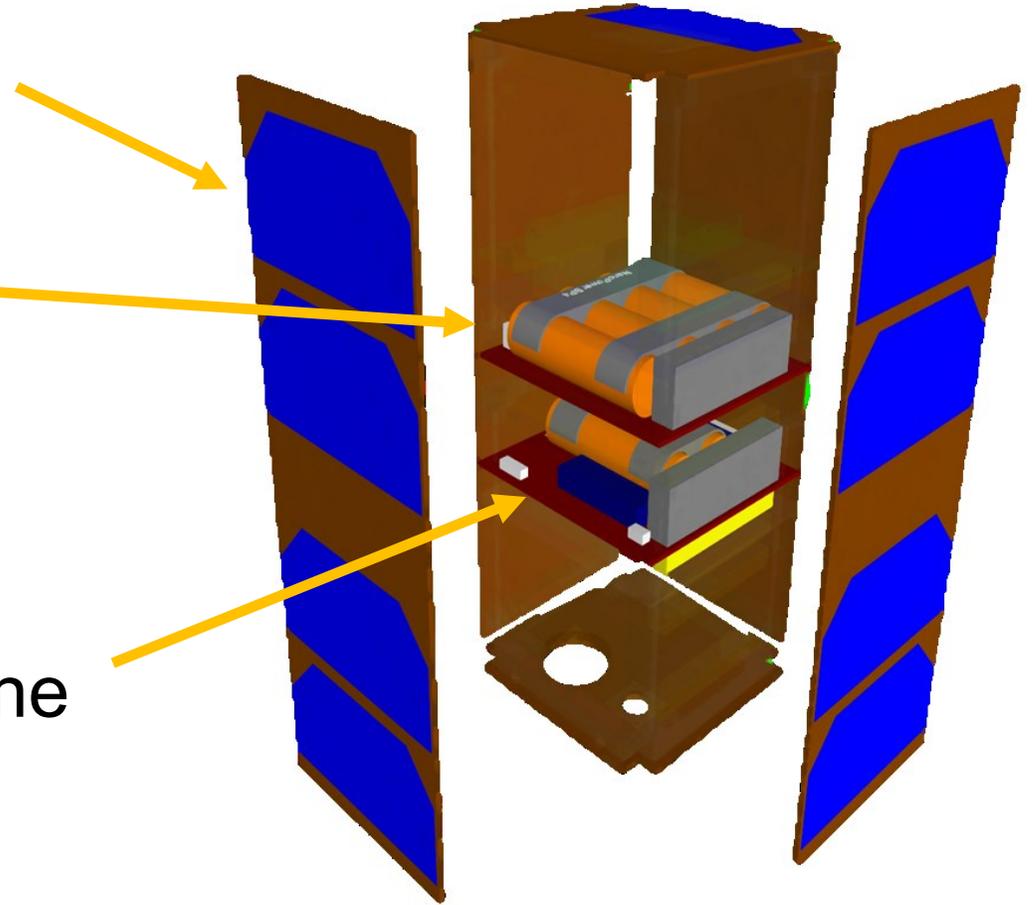


- Coin de cube optique
- Balise lumineuse Visible et Infrarouge
- Station sol optique : télescope « UniversCity » de l'Observatoire de la Côte d'Azur
- Stations sol radio



Le satellite a besoin d'énergie !

- Seule source : Soleil -> cellules solaires
1 seul panneau sera éclairé à la fois
- L'énergie produite sera stockée dans des batteries
- Gestion de l'énergie
~2 W d'énergie disponible en moyenne
c'est très peu pour tout alimenter...



Collaboration entre le Club F6KHK, l'AMSAT et le CSU Côte d'Azur

Discussions avec F6KHK et l'AMSAT, dès le début du projet :

- 2 licences radioamateur de la part de responsables du projet
- Protocole tripartite en cours de signature
- Proposition faite aux RA d'embarquer une charge pure RA (place obtenue par le passage en 2U pour l'énergie)



www.f6khk.com



AMSAT
Francophone

www.amsat.fr

Collaboration entre le Club F6KHK, l'AMSAT et le CSU Côte d'Azur

Fréquences

- « montante » -> télécommandes et mises à jour du logiciel de bord (UHF ? 13 cm pour la Bde passante + 70cm secours?),
- « descendante » -> télémesures (UHF 70 cm ?)

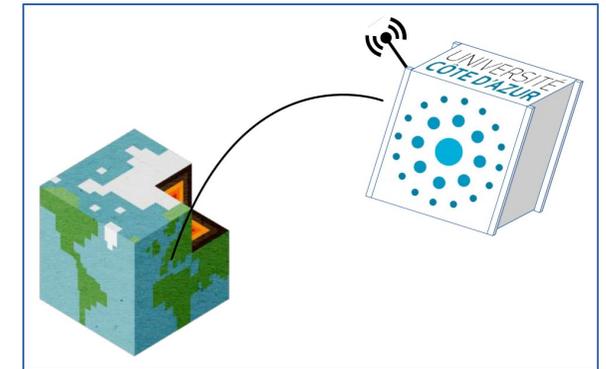
Voies de secours au moins RX ?

NiceCube aura 2 radios indépendantes

- 1) Carte transceiver de bord commerciale éprouvée
- 2) Charge utile HF RA (expérimentations / redondance?) :

Plusieurs pistes en cours d'étude :

- transpondage analog, numérique ?
- (dé)modulation par « chirp » et messagerie ?
- technologie SDR envisagée (STM32?)
- possible asymétrie, modulations innovantes RX/TX



Station radio sol simple et softs « open source »

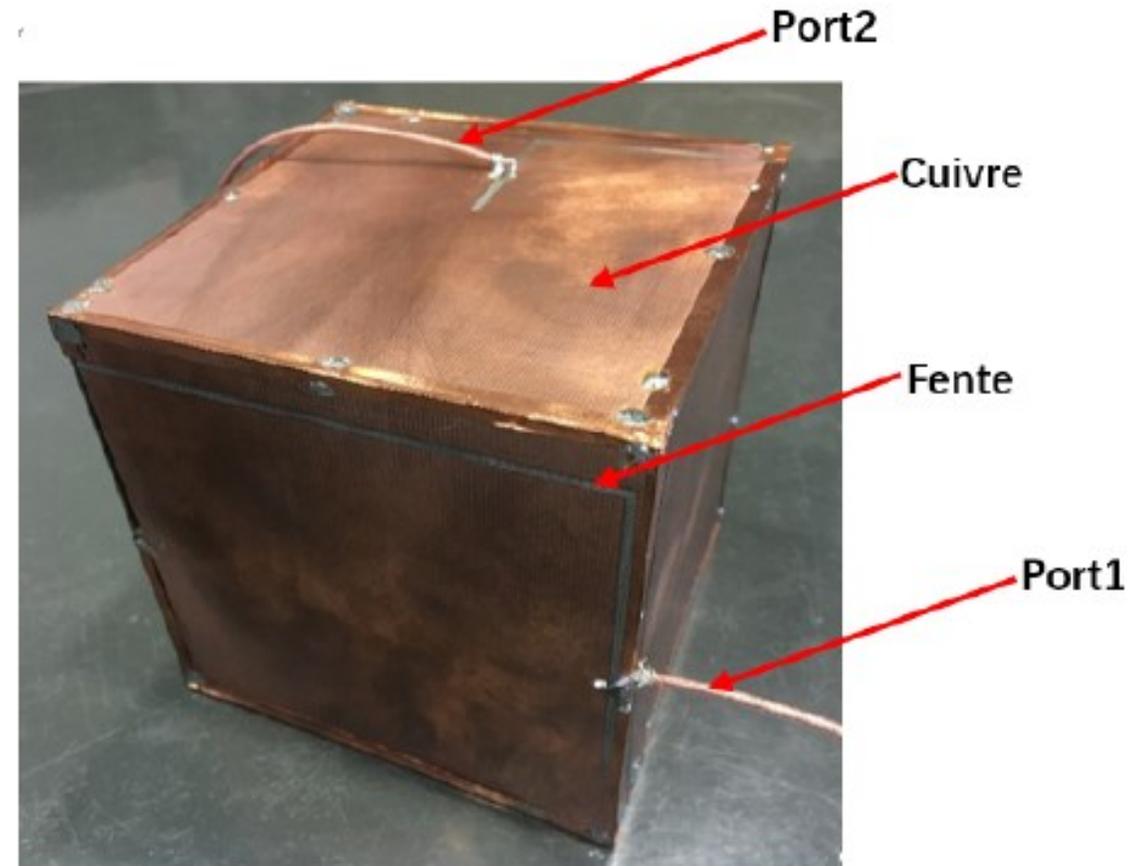


Intégration d'éléments rayonnants de type « fente » dans la structure d'un Cubesat

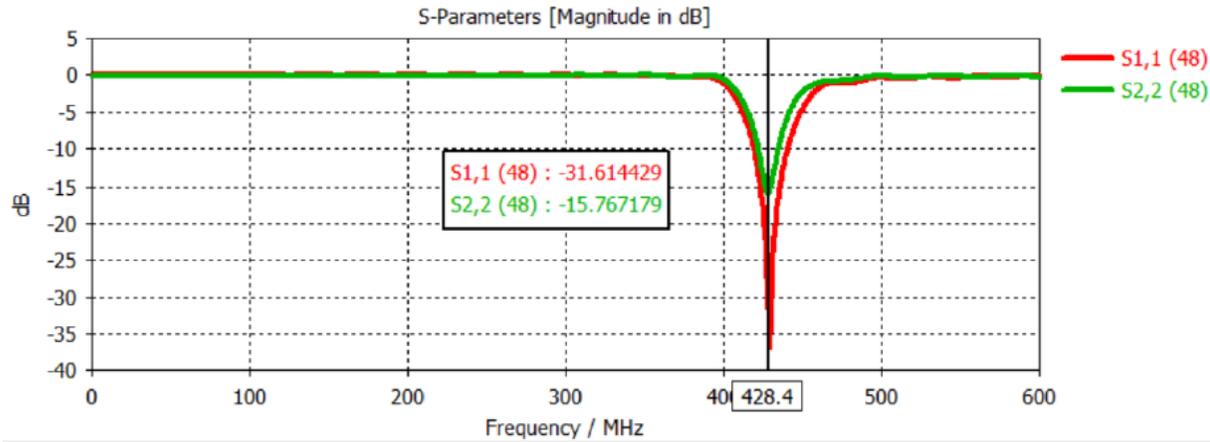
Stage étudiante 6 mois en 2019 au LEAT (Sophia Antipolis) :

Conception d'une antenne UHF « fente » dans un Cubesat 1U

1^{er} Prototype (10x10x10 cm) →

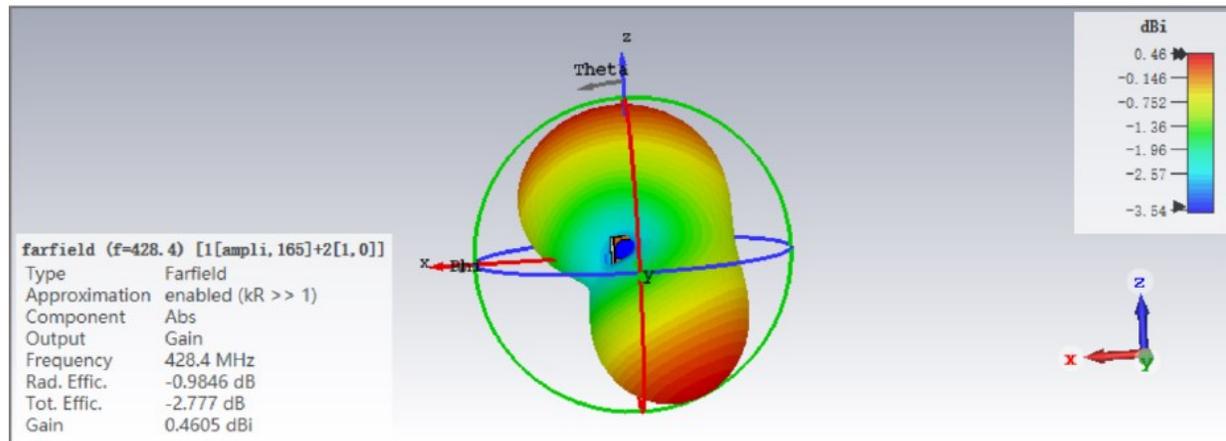


Simulations et mesures

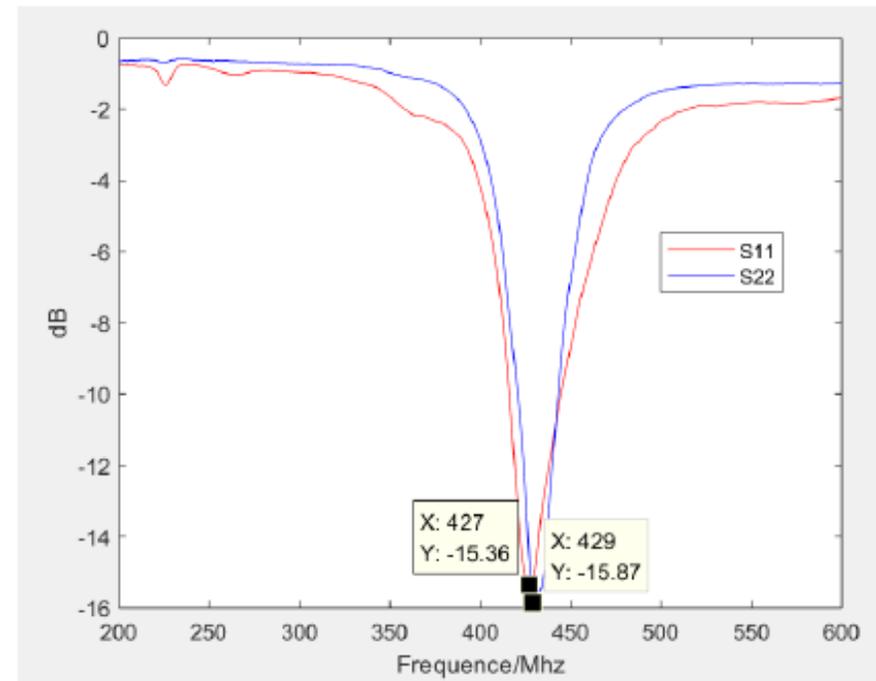
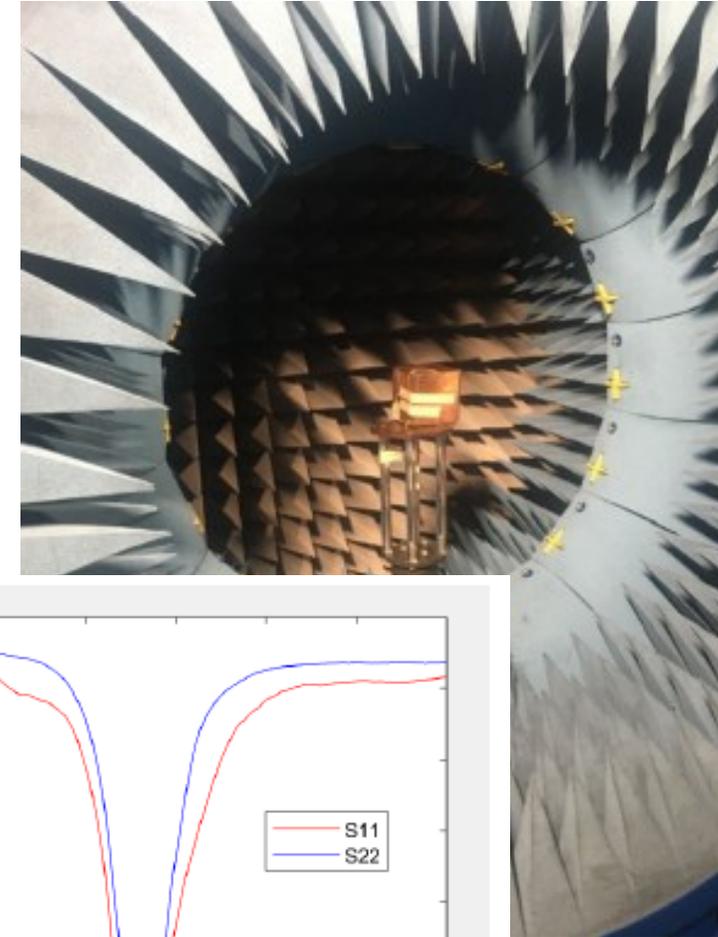


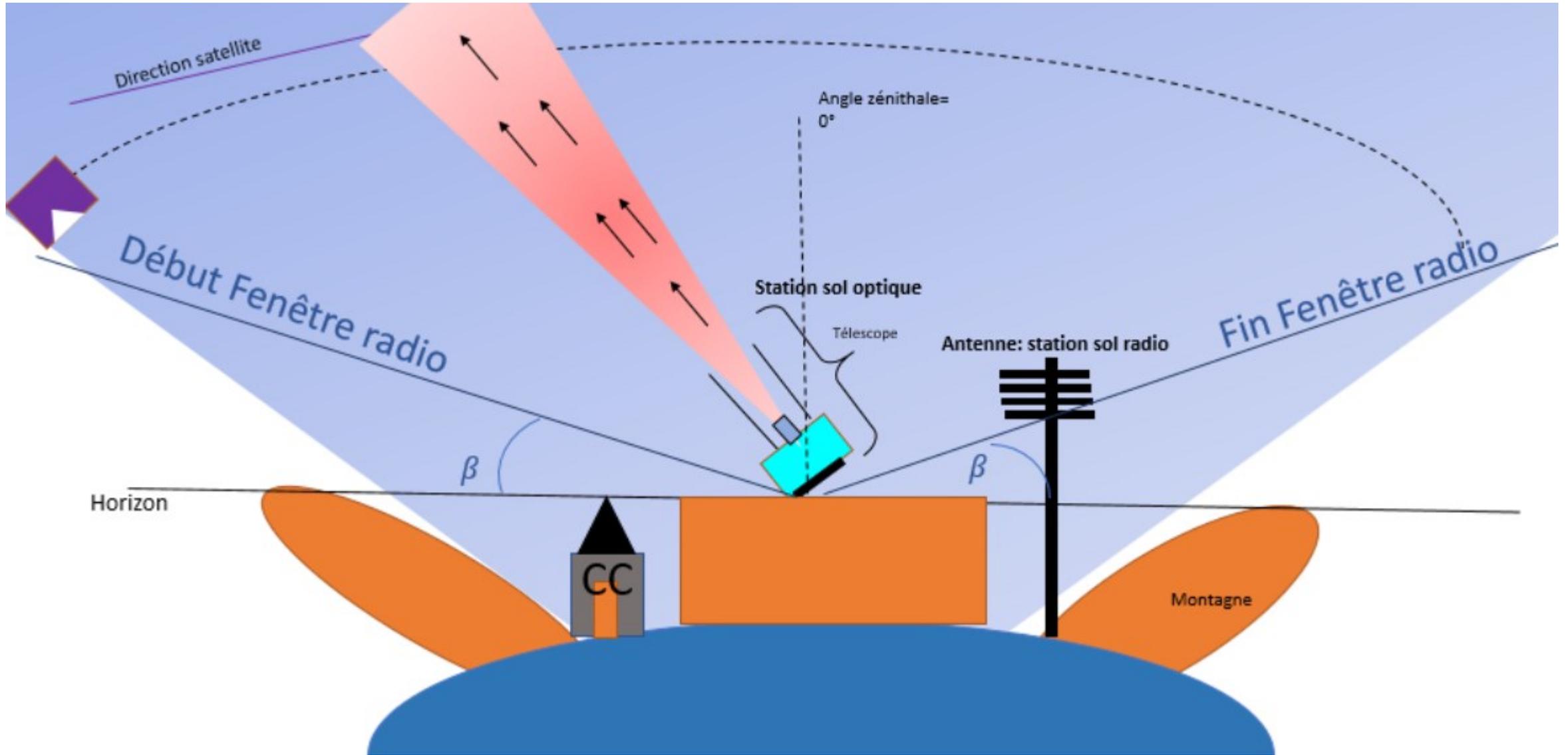
(a) S_{11} et S_{22}

Simulations des coefficients de réflexion
Farfield 3D -> différence de ~3dB entre
le max et le min

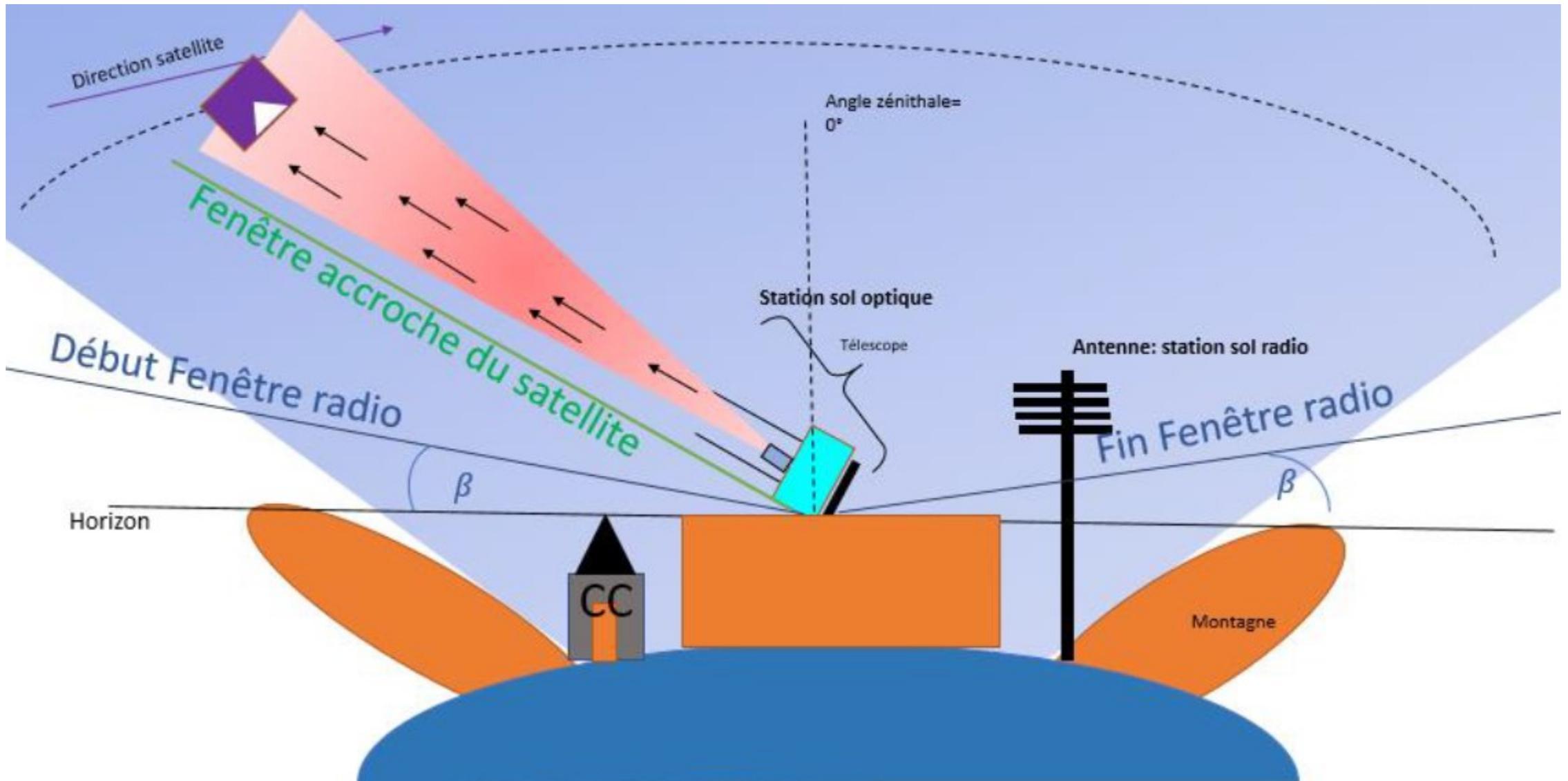


Mesures

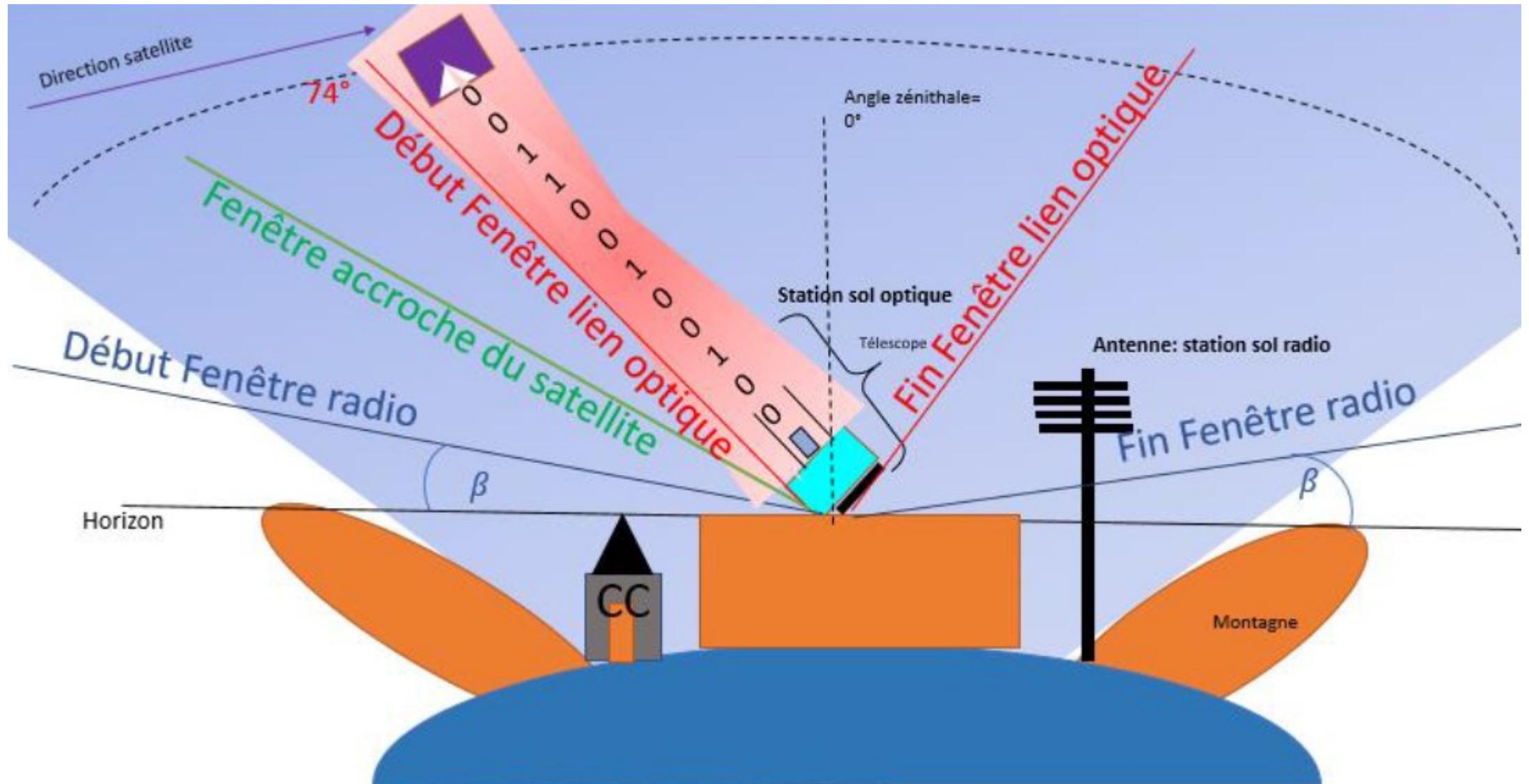




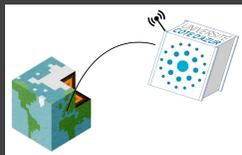
Début de communication radio



Suivi du satellite par le télescope optique et tir laser



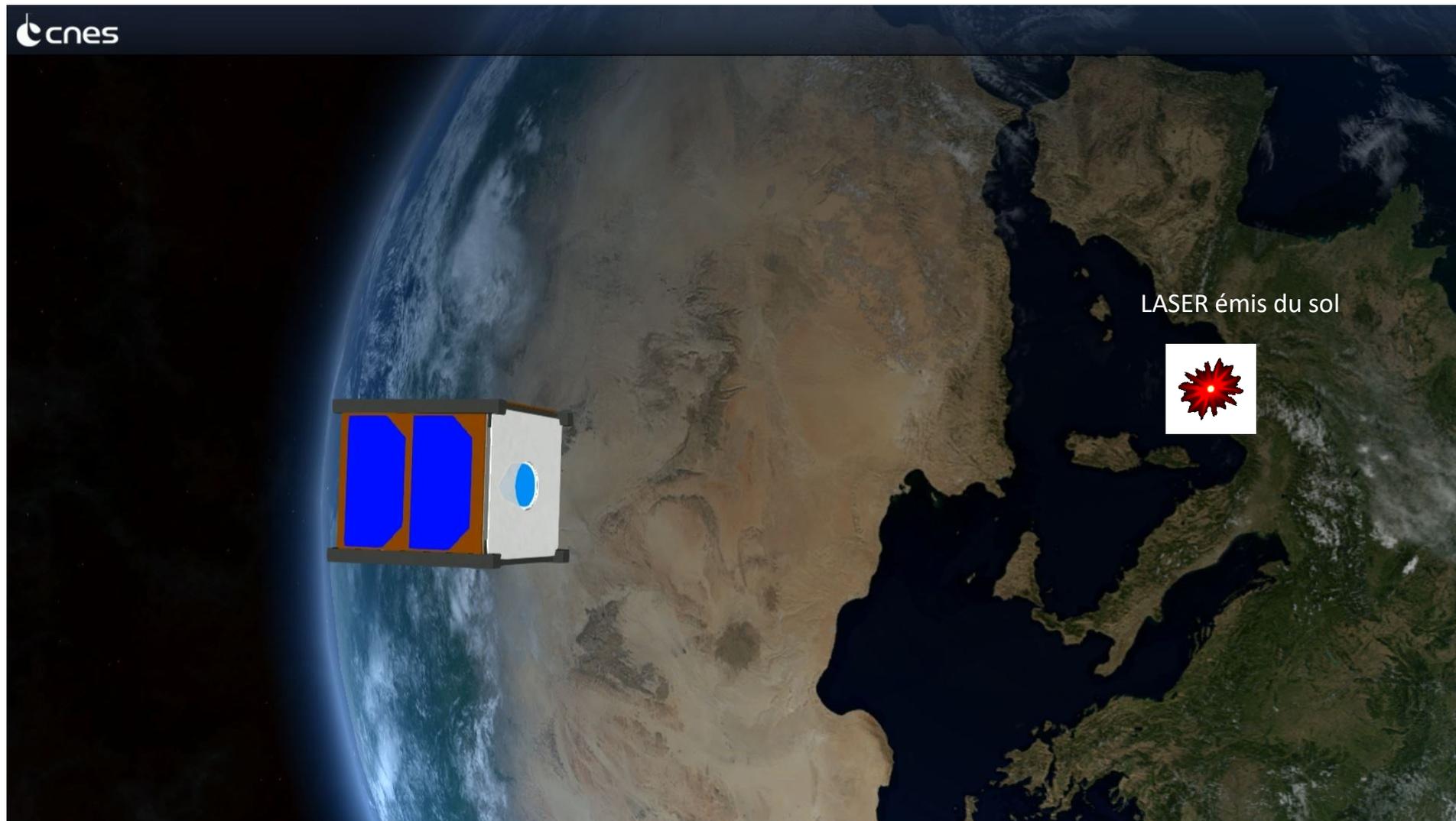
Phase de communication optique



CSU Côte d'Azur - Nice3

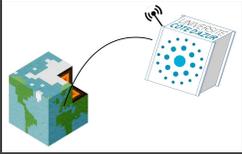


cnes



LASER émis du sol





CSU Côte d'Azur - Nice3

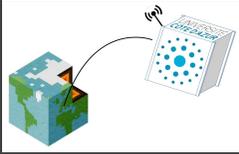


cnes

Réfecteur sur le satellite

LASER émis du sol





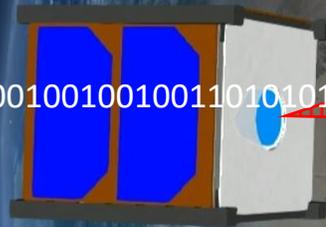
CSU Côte d'Azur - Nice3

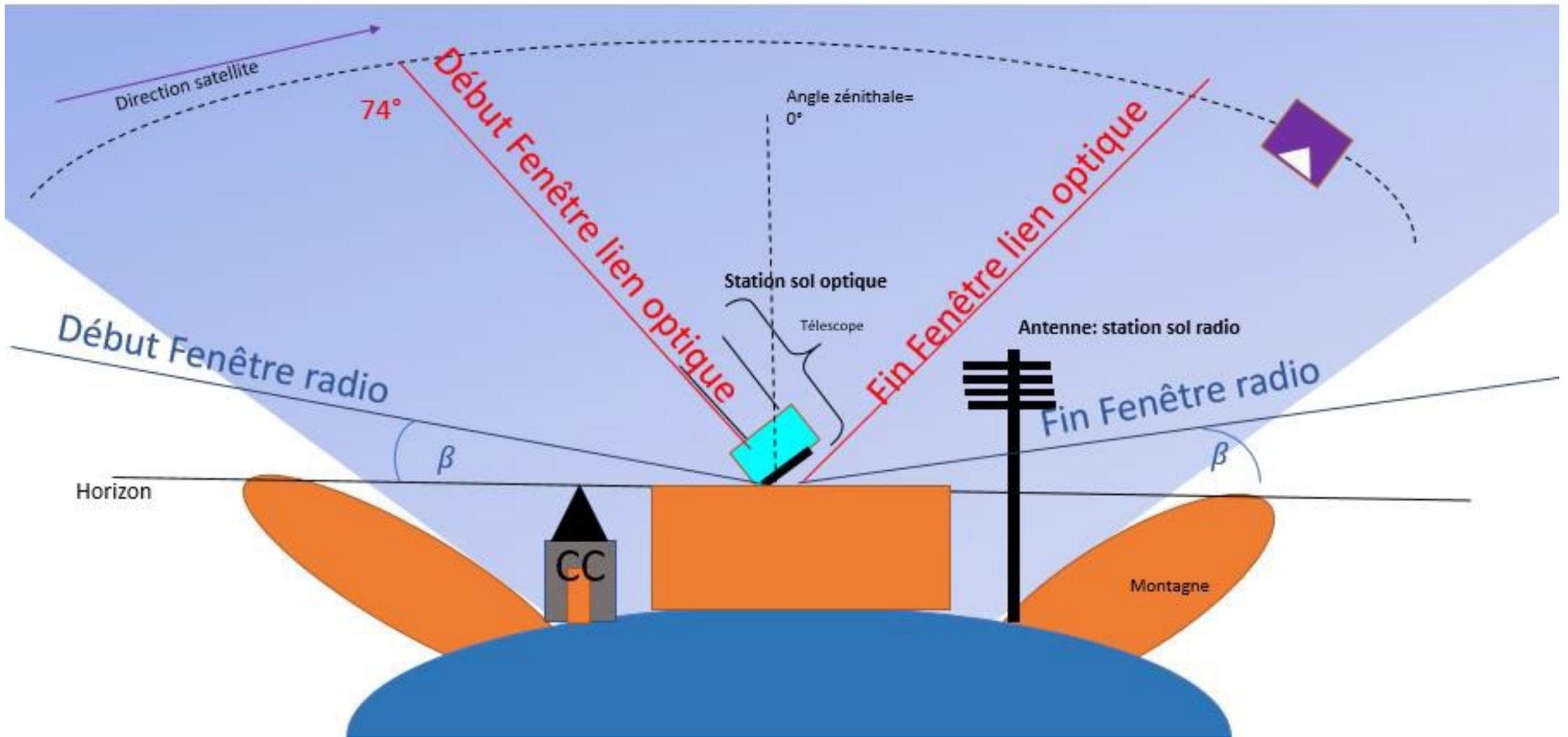


cnes

Réflecteur sur le satellite
+ modulateur optique

001011101101011001010100100100100110101010010010010010110110010010111011010110010101001001001001001101010100





Fin de communication optique

Calendrier

Début du projet CSU Côte d'Azur : ~2017-18

Objectif principal : formation des étudiant(e)s
déjà ~5 étudiant(e)s / année (stages 2 à 6 mois)

Revue de Phase 0 de NICEcube : décembre 2019

Début Phase A : 2020

Lancement prévisionnel : ~2024-25 selon avancées et financements



Merci pour votre attention.

