

PROJET D'ORDONNANCEMENT DE PRISES DE VUE SATELLITE PAR CONSTRAINTES

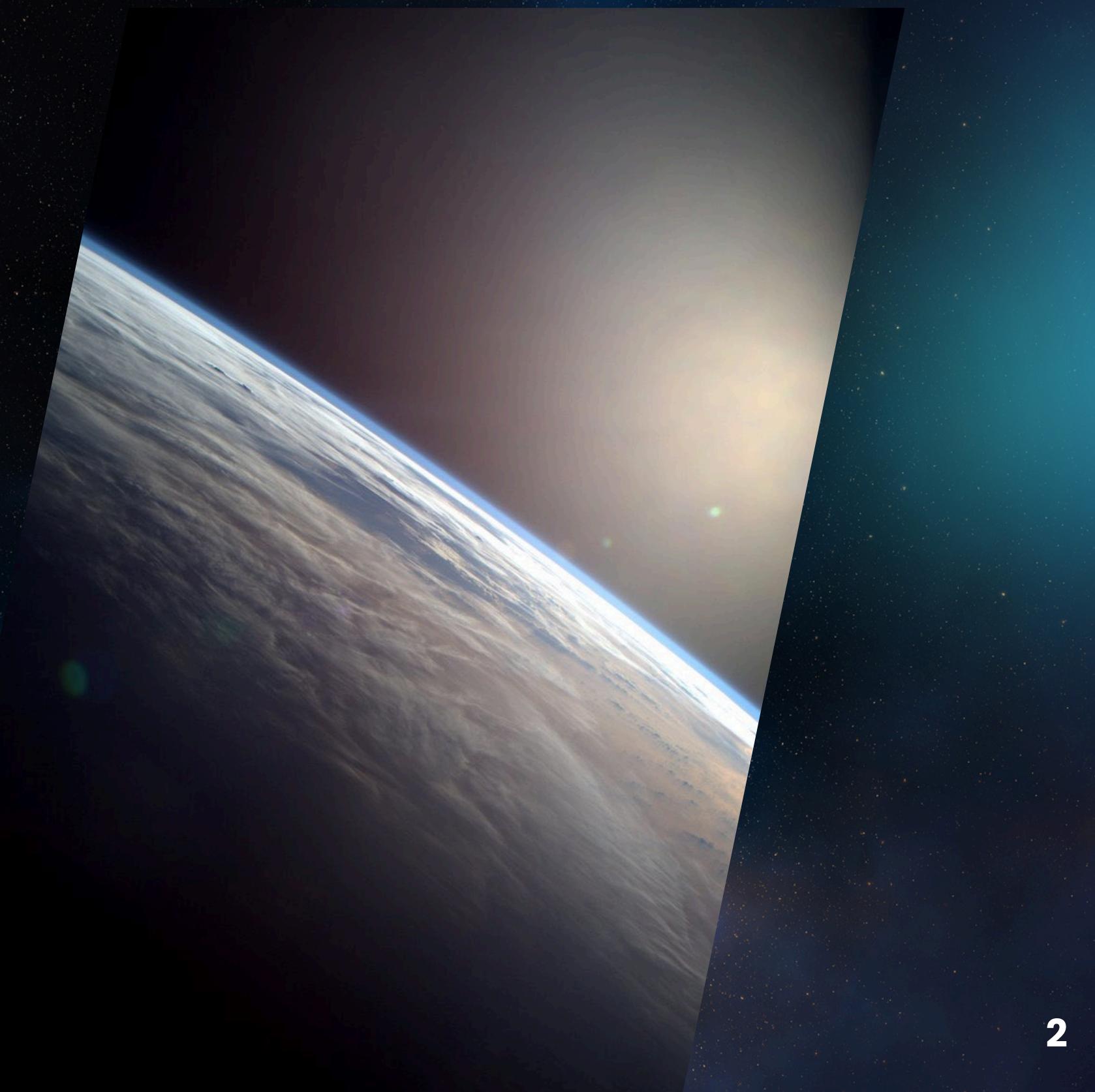
P R E S E N T A T I O N

OBJECTIF ET CONTEXTE

Développer un système CSP pour optimiser les prises de vue d'un satellite, en maximisant les priorités des tâches tout en respectant les contraintes orbitales, techniques et de ressources.

Enjeux :

- Choisir les observations prioritaires
- Planifier leur exécution
- Gérer efficacement la mémoire



CONTRAINTES DU SYSTÈME - APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE

Utilisation d'un modèle CSP pour :

- Modéliser toutes les contraintes (temps, ressources, visibilité, etc.)
- Réduire l'espace de recherche grâce à la propagation
- Optimiser la somme des priorités avec possibilité de prouver l'optimalité
- Adapter facilement le modèle à de nouvelles contraintes
- Références : Méthode utilisée avec succès par le CNES (SPIKE) et la NASA (EUROPA)

SOLVER - REQUETES

L'ensemble des requêtes :

$$I = \{1, 2, \dots, n\}$$

Pour chaque requête :

$$i \in I$$

Fenêtre de visibilité :

$$a_i, b_i$$

Zone à photographier :

$$A_i$$

Priorité :

$$p_i$$

SOLVER - SATELLITE

Temps de capture par km²:

$$\alpha$$

Temps maximum de capture par image:

$$D_{max}$$

Mémoire utilisée par km²:

$$\gamma$$

Capacité totale de mémoire:

$$M_{cap}$$

Temps de recalibration:

$$T_r$$

Vitesse du satellite:

$$v$$

Temps de déplacement entre la
position de i et celle de j:

$$t_{ij}$$

SOLVER - VARIABLES

Indique si la requête i est sélectionnée : $x_i \in \{0, 1\}$

Temps planifié pour la requête i : $s_i \in [a_i, b_i]$

Ordre entre deux tâches i et j : $y_{ij} \in \{0, 1\} \quad i < j$

Fin de tâche : $e_i \in [0, H]$

Et les quantités :

La durée de la capture i : $d_i = \min\{A_i \cdot \alpha, D_{\max}\}$

La mémoire nécessaire de la capture i : $m_i = A_i \cdot \gamma$

Horizon de visibilité du satellite : $H = \max_{i \in I} \{b_i\} + T_r.$

SOLVER - CONTRAINTES

Une tâche sélectionnée doit terminer avant la fin de sa fenêtre temporelle :

$$x_i = 1 \Rightarrow s_i + d_i \leq b_i$$

Non dépassement de la mémoire du satellite :

$$\sum_{i \in I} m_i x_i \leq M_{\text{cap}}$$

**Séquencement (non chevauchement)
si i et j sélectionnés :**

$$s_i + d_i + T_r + t_{ij} \leq s_j \quad i < j$$
$$s_j + d_j + T_r + t_{ji} \leq s_i \quad j < i$$

Fin de tâche :

$$x_i = 1 \Rightarrow e_i = s_i + d_i$$

$$x_i = 0 \Rightarrow e_i = 0$$

SOLVER - OBJECTIF

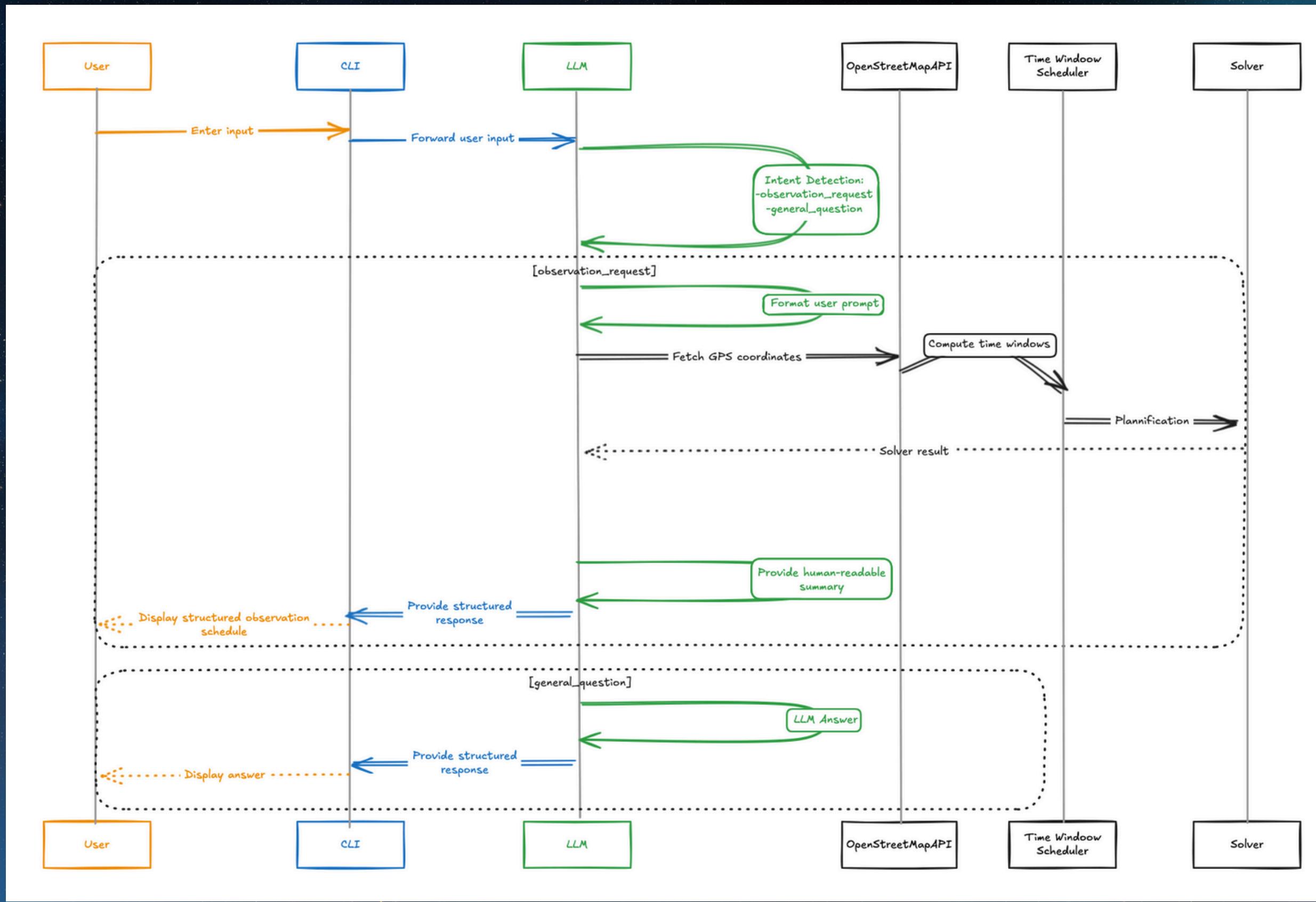
Maximiser la somme des priorités des requêtes sélectionnées

$$\text{Maximize} \sum_{i \in I} p_i x_i$$

INTÉGRATION LLM

- Détection d'intention
- Extraction de paramètres
- Formatage des requêtes
- Génération de réponses explicatives

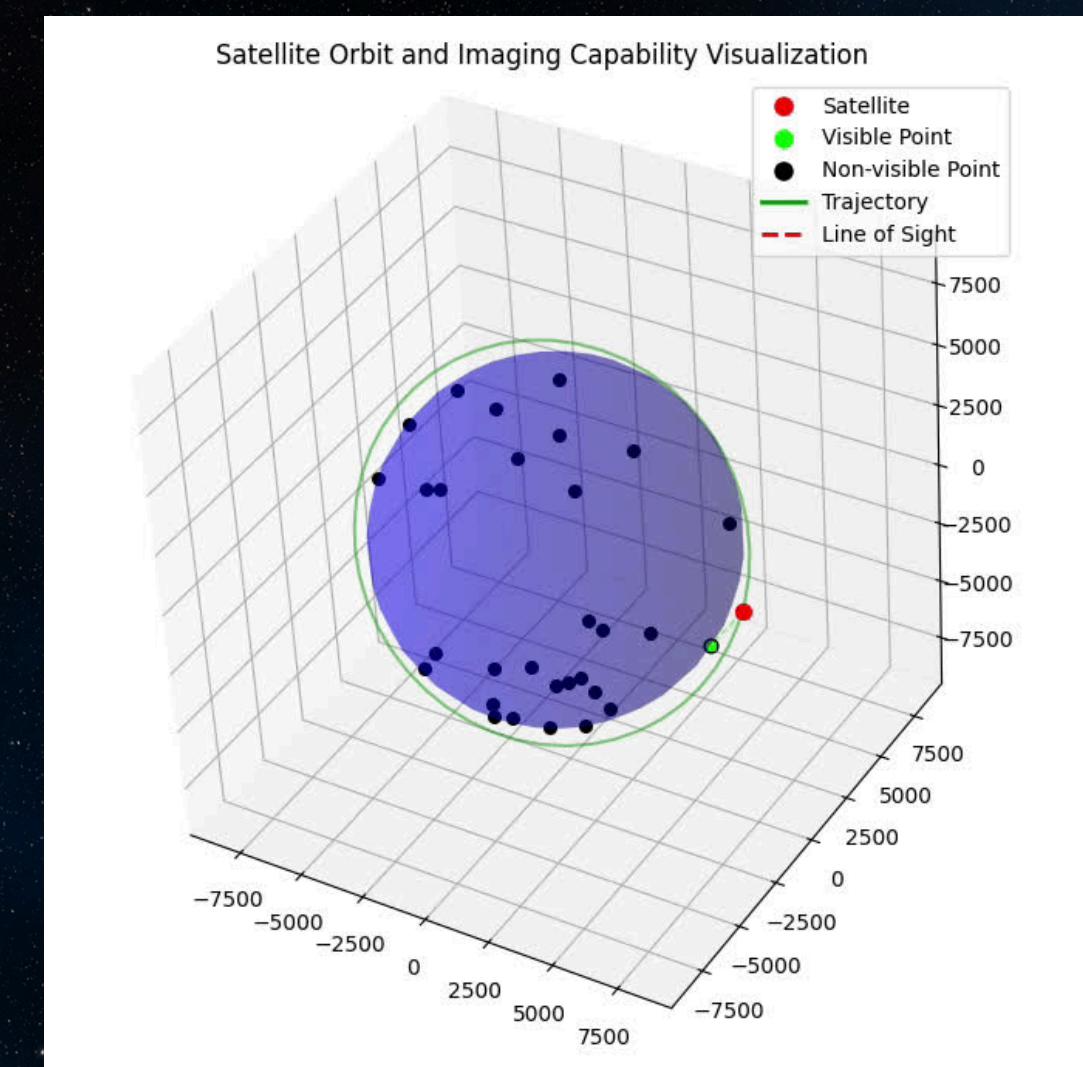
PROGRAMMATION PAR CONTRAINTE



FENÊTRE DE TEMPS

Calcul de la fenêtre de temps d'un point par le satellite :

- Détection de la position du satellite à un temps t
- Détection de la position du point d'image à un temps t
- Calcul de la visibilité du point par le satellite en fonction d'un angle d'élévation





PROGRAMMATION PAR
CONTRAINTE

DÉMO



MERCI

FLAVIEN GEOFFRAY
ARTHUR COURSELLE
EUGÉNIE BEAUVILLAIN
YANIS MARTIN
LUCAS DUPORT