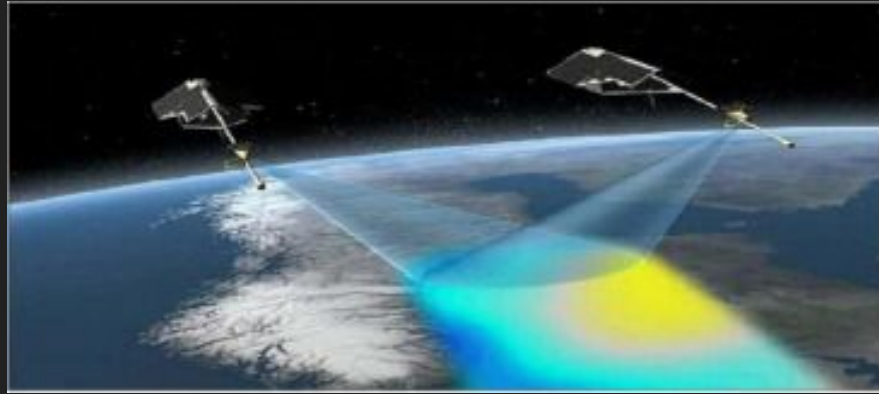


Robustesse d'un essaim de nano-satellites



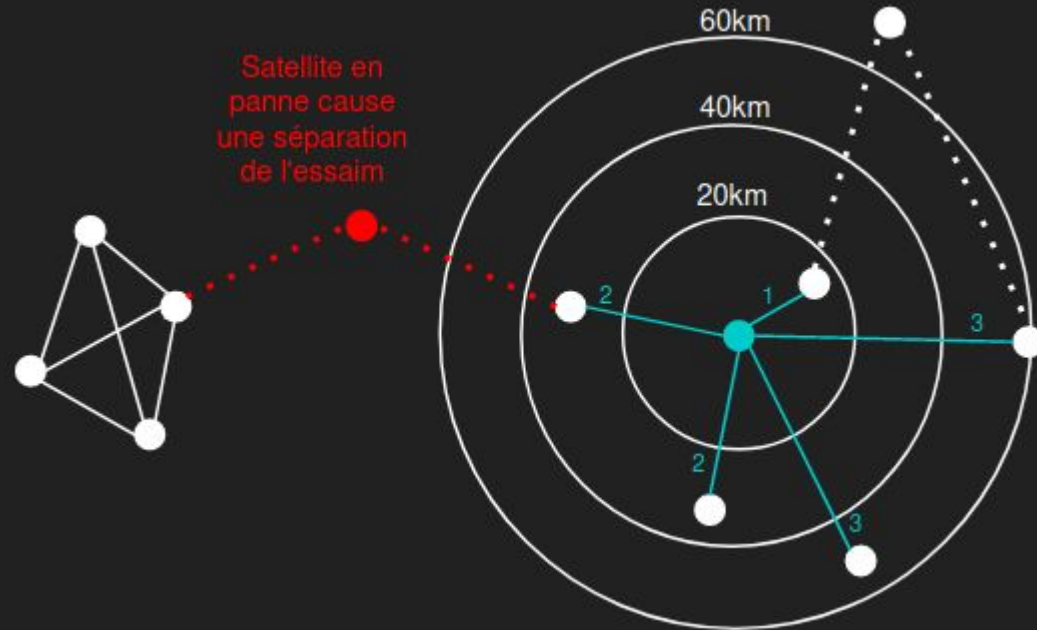
Plan

- I. Présentation générale du projet
- II. Etude des métriques
- III. Suppression de noeuds
- IV. Pistes d'amélioration
- V. Conclusion

I. Présentation générale du projet

A. Présentation du sujet

Etude de la robustesse d'un essaim de nano-satellites



Hypothèses

- Satellites non géostationnaires
- Changement du débit du satellite en fonction de la distance (changement du coût)
- Toute donnée envoyée par un satellite devra être reçue par tout le reste du réseau (Broadcast)

B. Etude de travaux existants

- **Métriques importantes**
- **Méthodes de suppression**
- **Impact suppression noeud sur métrique du réseau / des autres noeuds**
- **Configuration optimale d'un réseau résilient**

C. Objectifs et plan de travail choisis

Objectif

Etudier de l'impact d'une panne sur les caractéristiques de l'essaim

(degré des nœuds, longueur des chemins les plus courts, etc)

Plan de travail

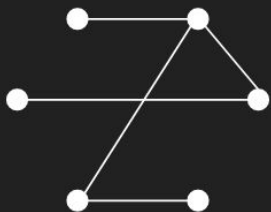
1. Prise en main des ressources fournies (traces des positions satellites, simulateur Swarm_Sim)
2. Extraction des graphes
3. Calcul des métriques (usuelles et liées à la robustesse)
4. Définition des algorithmes de suppression de satellites
5. Etude des impacts de la suppression d'un ou de plusieurs satellites

II. Etude des métriques

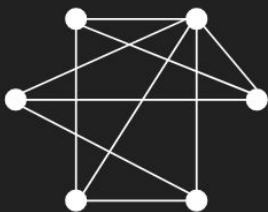
A. Métriques globales au graphe

Efficacité

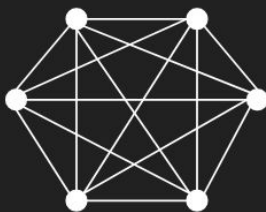
Mesure l'inverse de la moyenne des plus courts chemins entre chaque noeud



Efficacité faible



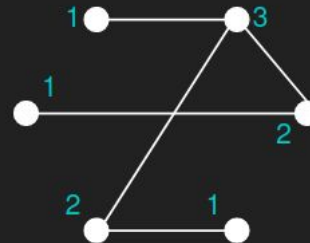
Efficacité moyenne



Graphe complet
Efficacité optimale = 1

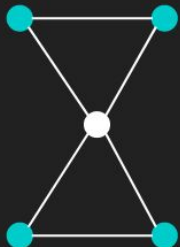
Degré moyen

Moyenne des voisins de chaque noeud

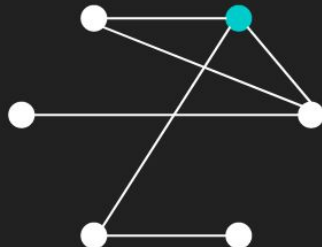


Coefficient de clusterisation moyen

Mesure de l'interconnexion moyenne entre les voisins d'un noeud

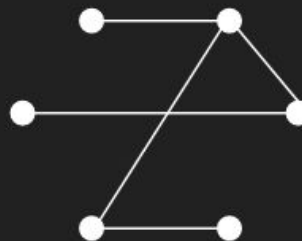


● a des voisins très interconnectés

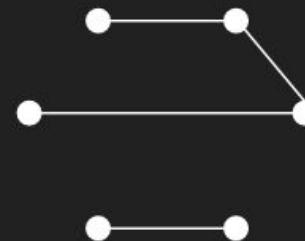


Connexité

Savoir si un graphe forme un seul et même réseau



Graphe connexe



Graphe non connexe

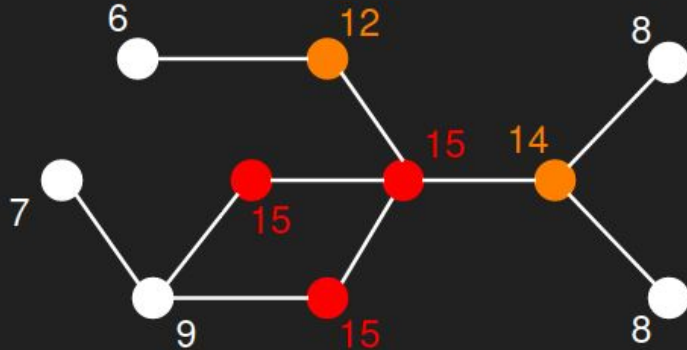
B. Métriques par noeud

Coefficient de clustering

Somme du degré du point et des degrés de ses $n+1$ voisins

Centralité

Indique si le noeud se trouve davantage au centre de sa communauté (somme des degrés des voisins à 1 et 2 sauts du noeuds)

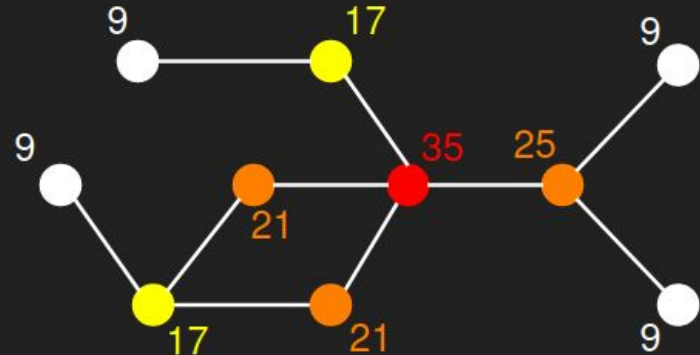


Centralité ●: faible ●: moyenne ●: forte

Degré

Nombre de voisins du noeud

Nombre de plus courts chemins passant par le noeud



III. Suppression de noeuds

A. Algorithmes de suppression choisis : aléatoire versus ciblée

Suppression aléatoire



Étude de l'impact que pourrait avoir la perte d'un ou de plusieurs satellites à cause d'une panne.

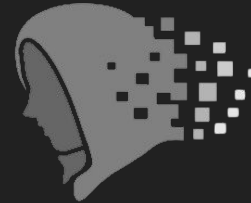


Suppression ciblée

(selon les métriques étudiées)

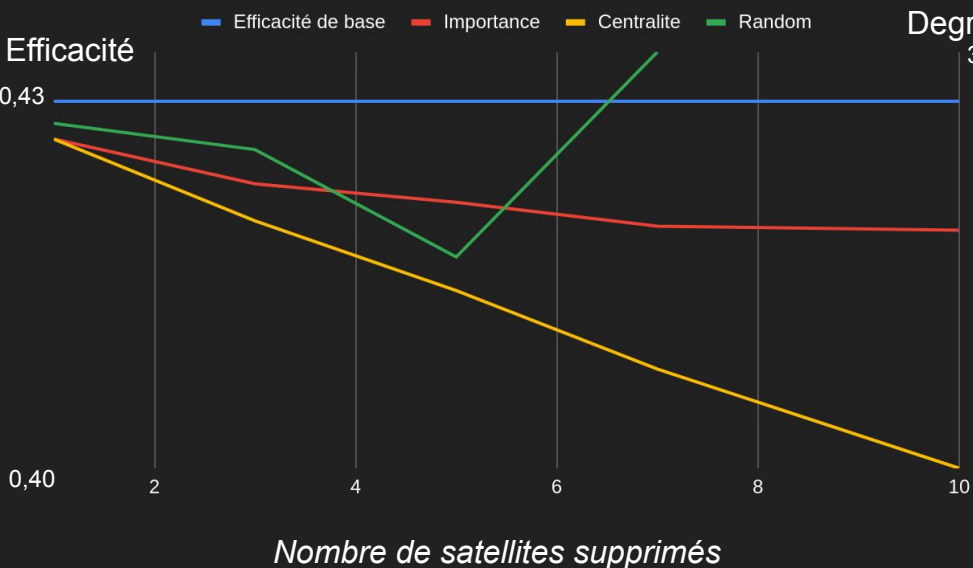


Étude du pire scénario de panne possible ou d'une attaque délibérée
Rechercher la robustesse minimale que l'on peut garantir.

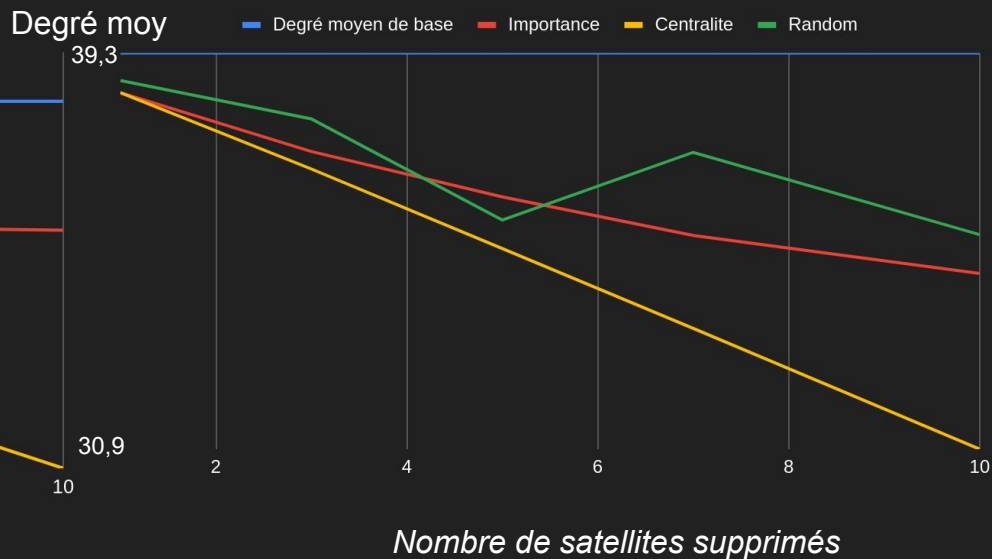


B. Impact des suppressions

Evolution de l'efficacité en fonction de la strategie



Evolution du degré moyen en fonction de la strategie



Simulation réalisées sur le meilleur essaim

IV. Pistes d'amélioration

Pistes d'amélioration

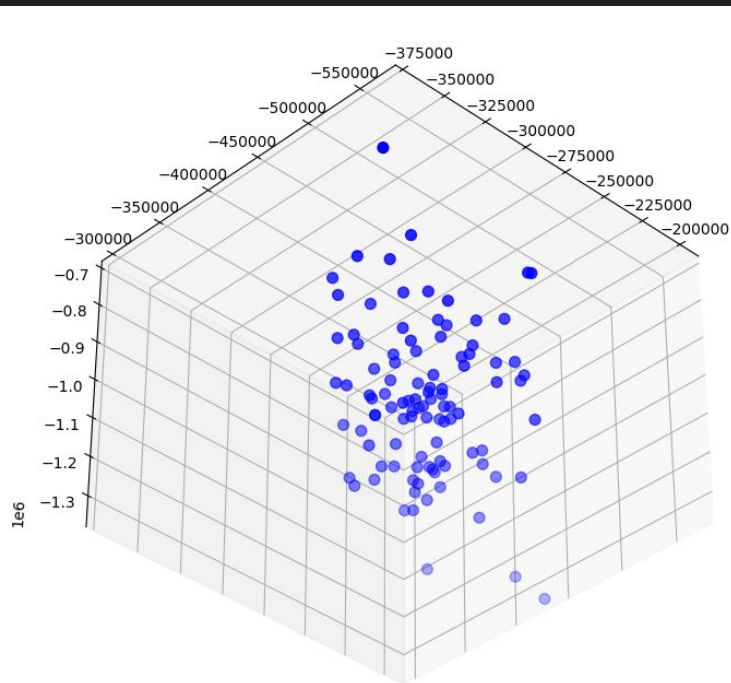
* Ajout de métriques sur les noeuds pour établir de nouvelles stratégies de suppression :

- plus petit cycle
- coefficient de clustering sur un noeud

* Combiner les stratégies déjà utilisées

* Etude des conséquences globales de la suppression d'un noeud sur la durée de vie de l'essaim

* Visualisation d'un essaim et de ses noeuds en panne



V. Conclusion

Conclusion

- La Robustesse est un sujet encore débattu dans le milieu académique
- La centralité est l'élément clé pour cibler un réseau
- La connexité est particulièrement vulnérable aux pannes aléatoires.
- Les pannes, mêmes aléatoires, sont capables de créer de gros dégâts

MERCI DE VOTRE
ATTENTION