

Rapport de Projet Graphes

Youssef EL AOUNI || Achraf AL OUMAMI
2SN-L1

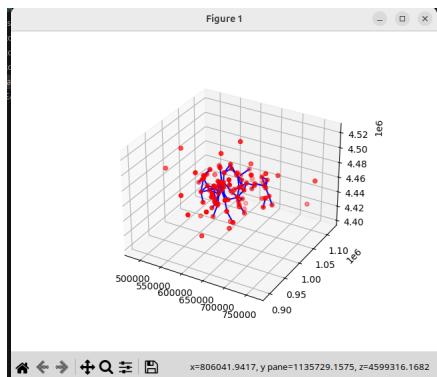
1 Introduction

L'objectif de ce projet est d'analyser les caractéristiques d'un essaim de nanosatellites dans trois configurations de densité (faible, moyenne et forte) à trois moments spécifiques, en utilisant les notions vues en cours de théorie des graphes.

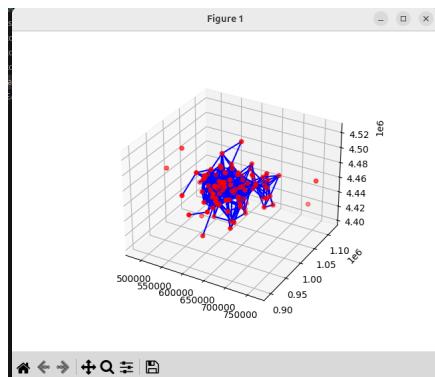
2 Presentation des résultats

2.1 Partie 1 : affichage des graphes

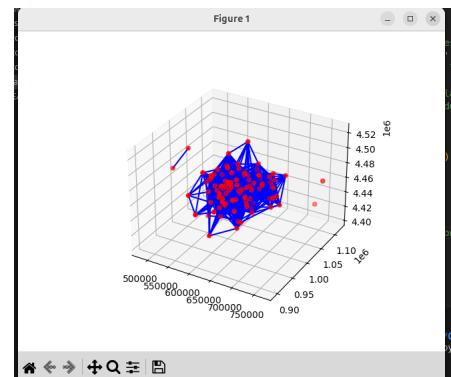
La représentation des graphes pour les trois niveaux de densité (faible, moyenne et forte) et pour trois portées différentes (20, 40 et 60) :



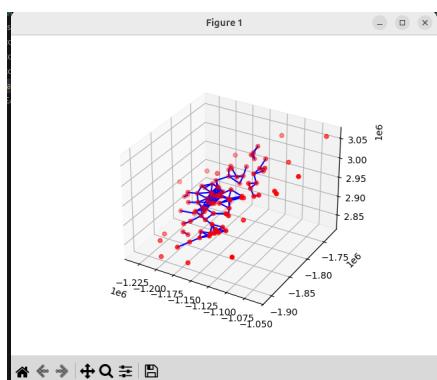
(a) Densité faible
Portée = 20



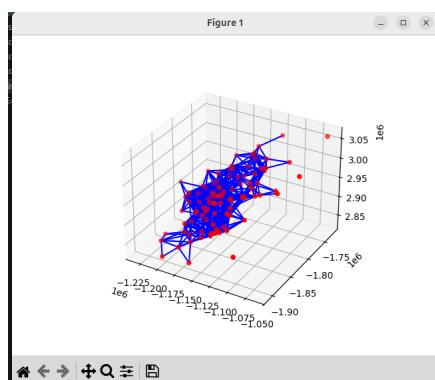
(b) Densité faible
Portée = 40



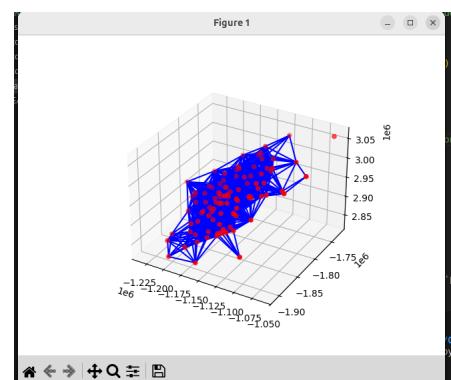
(c) Densité faible
Portée = 60



(a) Densité moyenne
Portée = 20



(b) Densité moyenne
Portée = 40



(c) Densité moyenne
Portée = 60

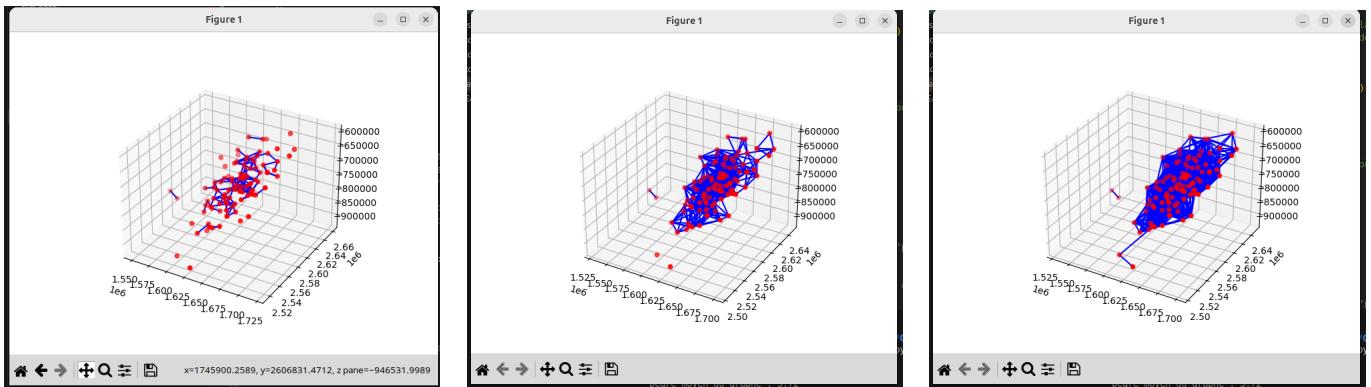


FIGURE 3 – Comparaison des graphes selon la densité et la portée de communication

On observe que l'augmentation de la densité à portée constante, tout comme l'augmentation de la portée à densité fixe, entraîne une amélioration significative de la connectivité globale de l'essaim.

2.2 Partie 2 : Analyse et affichage des caractéristiques des graphes

Dans cette partie, nous nous intéressons à l'analyse structurelle des graphes générés précédemment. Pour chacun des neuf cas étudiés :

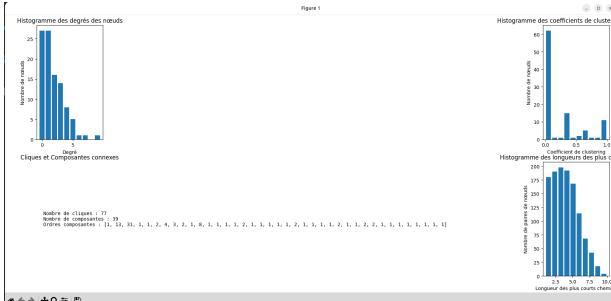


FIGURE 4 – Caractéristiques du graphe — Densité faible, Portée = 20

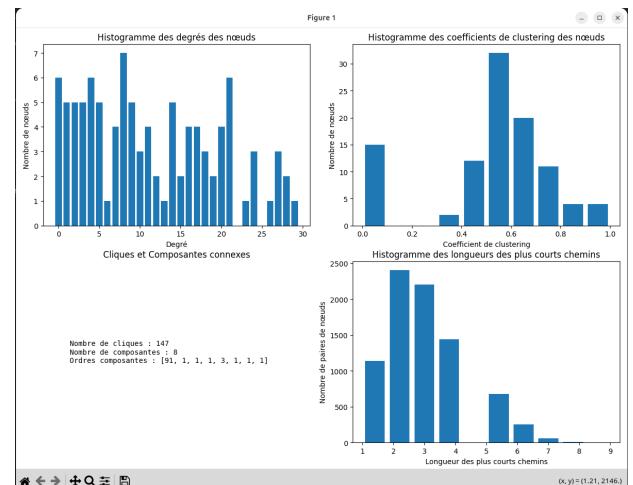


FIGURE 5 – Caractéristiques du graphe — Densité faible, Portée = 40

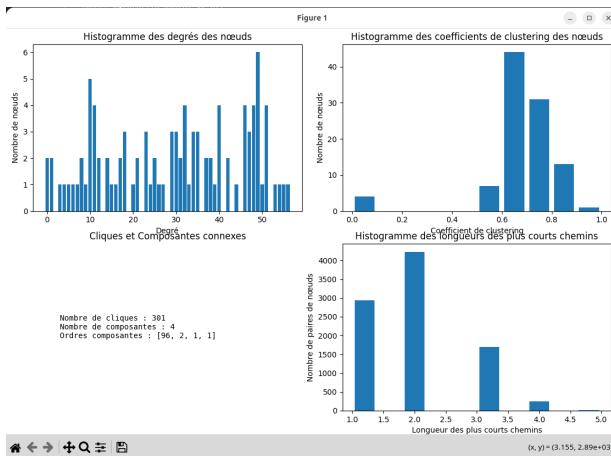


FIGURE 6 – Caractéristiques du graphe — Densité faible, Portée = 60

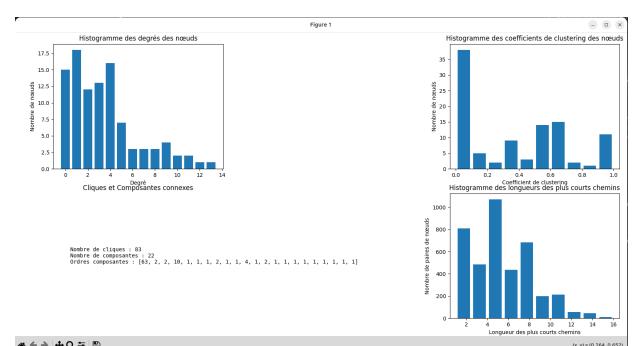


FIGURE 7 – Caractéristiques du graphe — Densité moyenne, Portée = 20

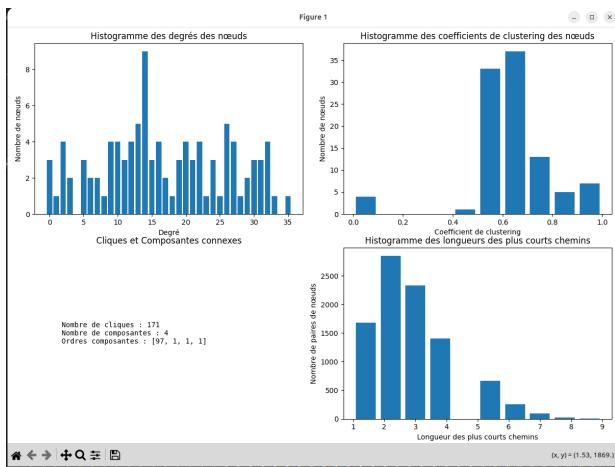


FIGURE 8 – Caractéristiques du graphe — Densité moyenne, Portée = 40

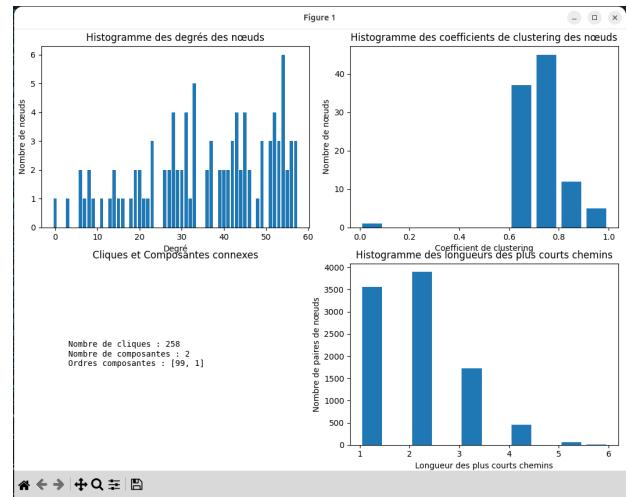


FIGURE 9 – Caractéristiques du graphe — Densité moyenne, Portée = 60

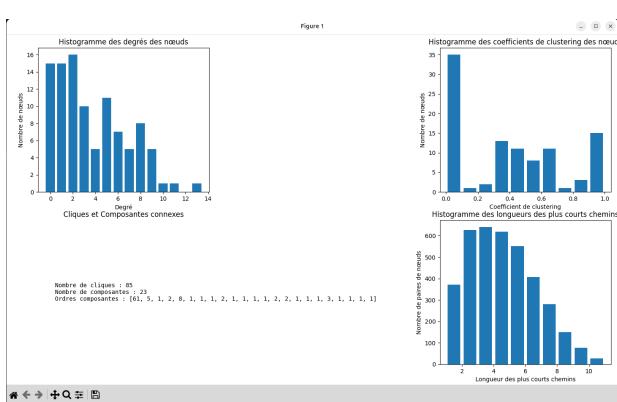


FIGURE 10 – Caractéristiques du graphe — Densité forte, Portée = 20

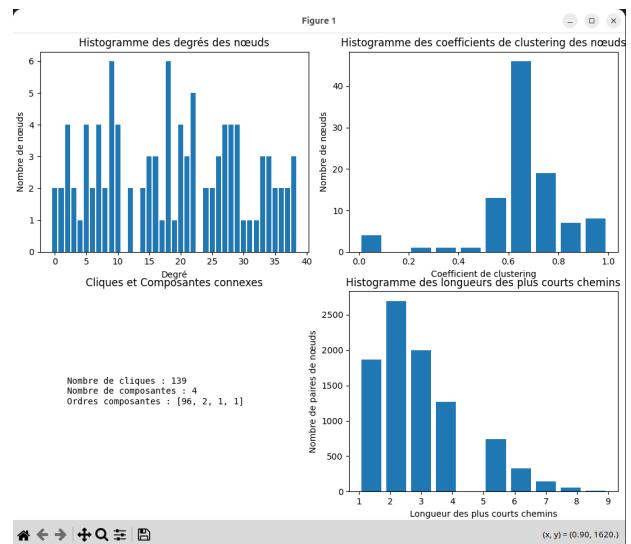


FIGURE 11 – Caractéristiques du graphe — Densité forte, Portée = 40

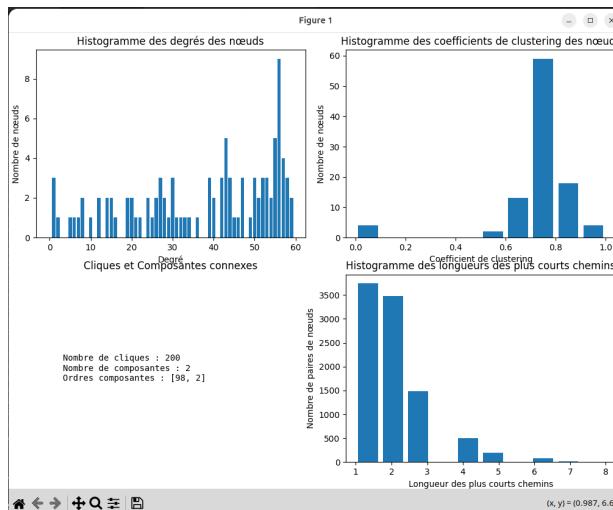


FIGURE 12 – Caractéristiques du graphe — Densité forte, Portée = 60

Comparaison entre les trois densités

TABLE 1 – Densité élevée

Propriété	20	40	60
Taille du graphe			
Nombre d'arêtes	186	934	1870
Degré moyen	3.72	18.68	37.40
Connexité			
Nombre de composantes	23	4	2
Taille de la plus grande	61	96	98
Clustering			
Coef. clustering moyen	0.398	0.665	0.728
Cliques			
Nombre total	85	139	200
Taille maximale	5	21	31
Taille moyenne (approx.)	3.0	9.6	24.9

TABLE 2 – Densité moyenne

Propriété	20	40	60
Taille du graphe			
Nombre d'arêtes	173	842	1782
Degré moyen	3.46	16.84	35.64
Connexité			
Nombre de composantes	22	4	2
Taille de la plus grande	63	97	99
Clustering			
Coef. clustering moyen	0.364	0.637	0.728
Cliques			
Nombre total	83	171	258
Taille maximale	7	16	27
Taille moyenne (approx.)	2.8	8.2	18.5

TABLE 3 – Densité faible

Propriété	20	40	60
Taille du graphe			
Nombre d'arêtes	90	571	1471
Degré moyen	1.80	11.42	29.42
Connexité			
Nombre de composantes	39	8	4
Taille de la plus grande	31	91	96
Clustering			
Coef. clustering moyen	0.226	0.520	0.672
Cliques			
Nombre total	77	147	301
Taille maximale	5	12	24
Taille moyenne (approx.)	2.3	6.0	15.8

Comme prévu, plus la densité est élevée, plus le nombre d'arêtes (i.e., de connexions entre les nanosatellites) augmente. Pour une grande portée (40 et 60), il n'y a pas de grande différence entre les trois cas, mais pour une portée faible (20), la différence devient significative. En considérant par exemple la connectivité, qui est un facteur important pour la communication, on trouve une taille de la plus grande composante connexe de 31 pour une densité faible, contre 61 pour une densité élevée. De même, le degré moyen est d'environ 2 pour la densité faible et d'environ 4 pour la densité élevée : dans une densité élevée, un satellite peut communiquer avec environ 4 autres satellites en moyenne, contre 2 pour une densité faible.

Ainsi, il serait important d'augmenter la portée des satellites lorsque la densité diminue. Une autre remarque est que pour une densité élevée, une portée de 40 présente de bonnes propriétés permettant une bonne communication : composante connexe de taille 96, degré moyen de 19, présence de 139 cliques.

2.3 Partie 3 : étude des graphes valués

le résultat pour cas des graphes pondérés avec le coût égal au carré de la distance entre les nanosatellites connectés densité avec la portée de 60 km

les autres caractéristiques restent les mêmes qu'avant, sauf que l'étude des plus courts chemins qui change puisque l'on considère ce cas les coûts des arêtes à la place des sauts.

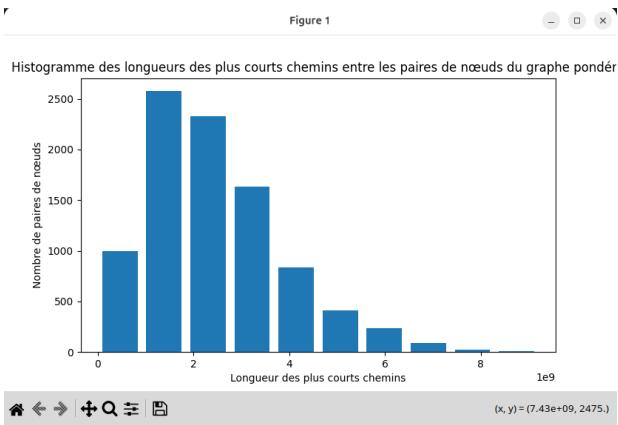


FIGURE 13 – Densité faible – 60 km

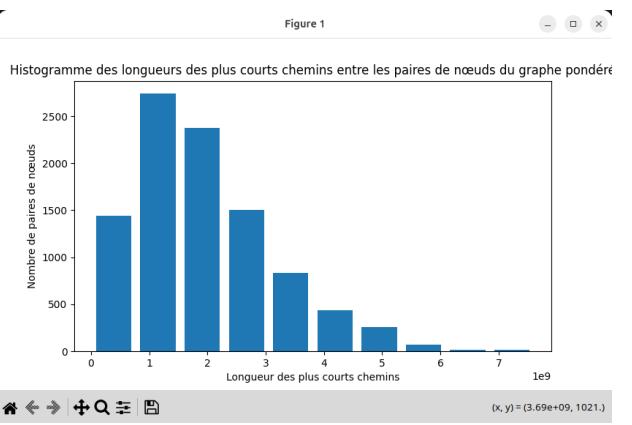


FIGURE 14 – Densité moyenne – 60 km

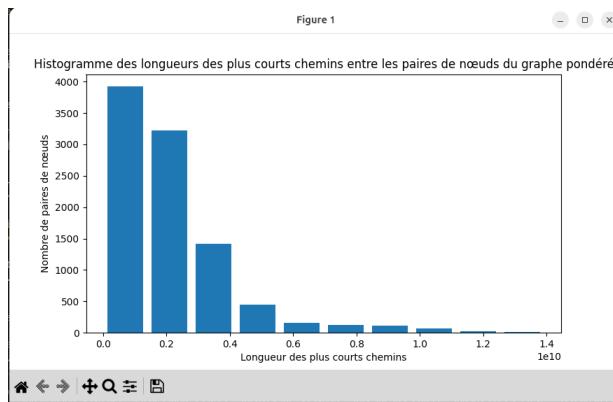


FIGURE 15 – Densité forte – 60 km

On remarque que plus la densité augmente, plus le coût moyen des plus courts chemins diminue. En effet, une densité plus élevée offre davantage de nœuds intermédiaires pouvant servir de relais.

3 Conclusion

Ce projet nous a permis d'appliquer les concepts de la théorie des graphes à une problématique concrète : l'analyse de la structure d'un essaim de nanosatellites en orbite lunaire. Grâce à l'utilisation de la bibliothèque NetworkX, nous avons pu modéliser l'évolution de la connectivité du réseau selon deux paramètres critiques : la densité de l'essaim et la portée de transmission des satellites.