I. Gestion du projet

a. Environnement de travail

je vais utiliser

Durant ce stage, j'ai utilisé Python et la bibliothèque Matplotlib, ainsi que l'environnement Jupyter Notebook.
Python, en tant que langage de programmation, m'a permis d'écrire du code de manière claire et lisible. Sa syntaxe intuitive et sa vaste bibliothèque de modules ont facilité l'implémentation des fonctionnalités nécessaires pour mes tâches spécifiques.
En ce qui concerne la visualisation des données, Matplotlib s'est avéré être un outil puissant. J'ai pu créer une variété de graphiques et de visualisations en utilisant les fonctions et les méthodes fournies par cette bibliothèque.
L'utilisation de Jupyter Notebook a été un atout majeur dans mon travail. Grâce à cet environnement interactif, j'ai pu créer des documents mixtes intégrant à la fois du code exécutable, des visualisations et des explications textuelles. Cela m'a permis d'explorer mes données de manière itérative, de tester différentes approches et de documenter mes analyses de manière interactive.

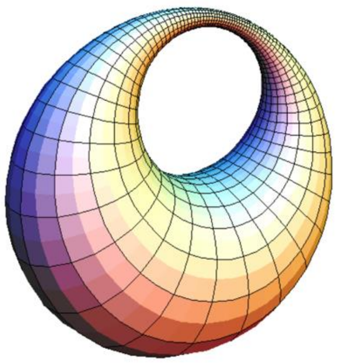
b. Mission

Au cours de cette première semaine, je me suis principalement concentré sur la compréhension du sujet et l'assimilation du travail réalisé par mes collègue afin de pouvoir m'intégrer dans le projet. Pour cela, j'ai dû effectuer beaucoup de travail de documentation et de recherche que ce soit pour la maîtrise des outils informatiques tels que Jupyter Notebook, les librairies python matplotlib et numpy, mais avant tout cela il me fallait d'abord assimiler les concepts mathématiques nécessaires à la compréhension et la réalisation du projet.

II. Recherche approfondie

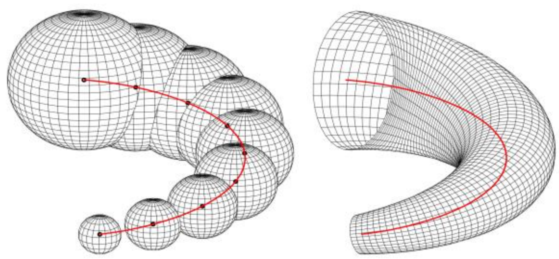
a. Cyclide de Dupin

Le cyclide de Dupin est une surface courbe qui peut être visualisée comme une inversion géométrique d'un tore, d'un cylindre ou d'un double cône standard. Cette notion a été introduite par Charles Dupin en 1822.

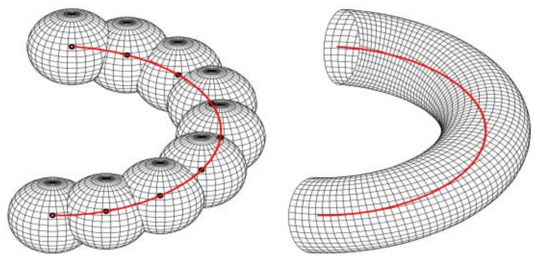


Une façon de représenter un cyclide de Dupin est en tant qu'enveloppe d'un faisceau paramétrique de sphères. Cela signifie que c'est une surface formée par la trajectoire d'une famille de sphères dont les centres se trouvent le long d'une courbe spatiale spécifique appelée directrice. Lorsque les rayons des sphères génératrices sont constants, on parle de surface de tube. Quelques exemples simples de surfaces de tube comprennent le cylindre circulaire droit, avec une directrice qui est une droite, le tore, avec une directrice qui est un cercle, ainsi que les surfaces de révolution, qui ont une directrice droite.

Les notions de surface de canal et de surface de tube sont des concepts importants en géométrie différentielle qui permettent d'explorer les propriétés géométriques du cyclide de Dupin. Comprendre ces concepts est essentiel pour aborder la géométrie et la classification des surfaces courbes.



Surface canal avec directrice une hélice



Surface tube et directrice une hélice

En termes de classification, le cyclide de Dupin est généré par 2 coniques focales. Elle peut se composer soit d'une ellipse et d'une hyperbole, soit de deux paraboles. Dans le premier cas, on qualifie le cyclide d'elliptique, tandis que dans le second cas, on le qualifie de parabolique. Dans les deux cas, les coniques sont contenues dans deux plans mutuellement orthogonaux. Un cas particulier se produit lorsque l'ellipse devient un cercle, l'hyperbole se réduit à une droite, et le cyclide se transforme en un tore de révolution.

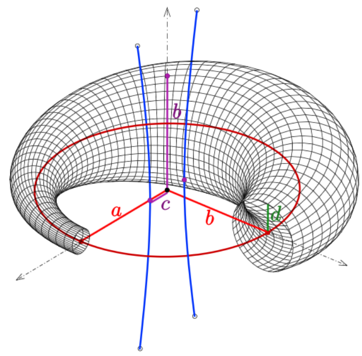
Les coniques focales sont une ellipse et une hyperbole

Les Coniques focales sont 2 paraboles

Dans le cadre de la conjecture formulée au sein du laboratoire. Le cyclide représentant la myoarchitecture du ventricule droit est elliptique.

Représentation paramétrique d'un cyclide elliptique :

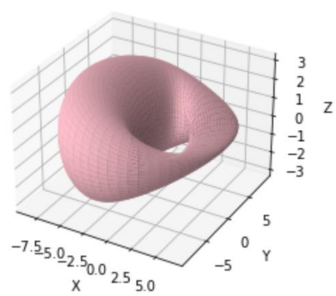
$$x = \frac{d(c - a\cos u \cos v) + b^2 \cos u}{a - c\cos u \cos v},$$
$$y = \frac{b \sin u (a - d\cos v)}{a - c\cos u \cos v},$$
$$z = \frac{b \sin v (c \cos u - d)}{a - c\cos u \cos v},$$
$$0 \leq u, v < 2\pi \,.$$



Avec a,b les axes semi-majeur et semi-mineur et c l'excentricité linéaire de l'ellipse, d le rayon.

```
# Cyclide de Dupin

# Ouverture nouvelle page
fig = plt.figure()

# Projection 3D dans une figure Matplotlib en ajoutant un sous-plot (subplot) à la figure
# 111 : un subplot avec une seule rangée, une seule colonne et un index 1 -> toute la figure
ax = fig.add_subplot(111 ,projection='3d')


#grille de coordonnées
u, v = np.linspace(0, 2*np.pi, 100), np.linspace(0, 2*np.pi, 100)
U, V = np.meshgrid(u, v)

#constantes déterminant les caractéristiques de la surface
a = 10
b = 7
d = 2.5
c = 2

# Representation parametrique
x = (d * (c - a * np.cos(U) * np.cos(V)) + (b**2) * np.cos(U)) / ( a - c * np.cos(U) * np.cos(V))
y = (b * np.sin(U) * (a - d * np.cos(V))) / a - c * np.cos(U) * np.cos(V)
z = b * np.sin(V) * (c * np.cos(U) - d) / (a - c * np.cos(U) * np.cos(V))

# On trace une surface en 3D
ax.plot_surface(x,y,z, color = 'pink')

# Affichage des axes
ax.set_xlabel('X')
ax.set_ylabel('Y')
ax.set_zlabel('Z')
```

En utilisant cette méthode de représentation, j'ai réussi à obtenir un cyclide du Dupin. Voici le résultat obtenu :



Cependant, notre intention n'était pas d'utiliser la représentation paramétrique pour tracer le cyclide de Dupin. Étant donné que le myocarde se présente sous la forme d'un 'millefeuille', notre objectif principal était de générer l'inverse du tore car il est plus facile d'imbriquer des tores que des cyclides.