

Guide d'utilisation de l'application

APPLICATION DE MANIPULATION DE CONNECTOMES

CONDETTE Clément | Projet de Recherche & Développement | 2019-2020

Image tirée du Human Connectome Project

<http://www.humanconnectomeproject.org/>

Table des matières

I-	Présentation de l'application	2
II-	Utilisation de l'application.....	3
1)	Créer un graphe de connectome.....	3
2)	Importer un graphe préexistant.....	7
3)	Modifier les informations du graphe	7
4)	Visualiser le connectome	8
5)	Sauvegarder les graphes de connectomes	9
III-	Bibliothèque de manipulation de connectomes	9
1)	ConnectomeObject.....	9
2)	ConnectomeGraph	10

I- Présentation de l'application

L'application présentée est une application de manipulation de connectomes qui permet de construire, à partir de données de neuroimagerie médicales, des graphes représentant des connectomes et d'ensuite les manipuler.

L'objectif est de permettre l'utilisation des graphes pour représenter et étudier les connectomes. Les connectomes sont des objets complexes permettant de cartographier les connexions du cerveau, et une représentation sous forme de graphe permet d'utiliser tous les outils de la théorie des graphes pour étudier les connectomes.

Une partie de ce guide sera aussi dédiée à la construction des classes composant l'application qui permettent aussi de représenter des connectomes en dehors de

Plusieurs fonctionnalités sont disponibles avec les connectomes importés, et vont être écrites dans les parties suivantes.

II- Utilisation de l'application

L'application ne possède pas de système d'authentification, on arrive donc directement sur la fenêtre principale de l'application au lancement.

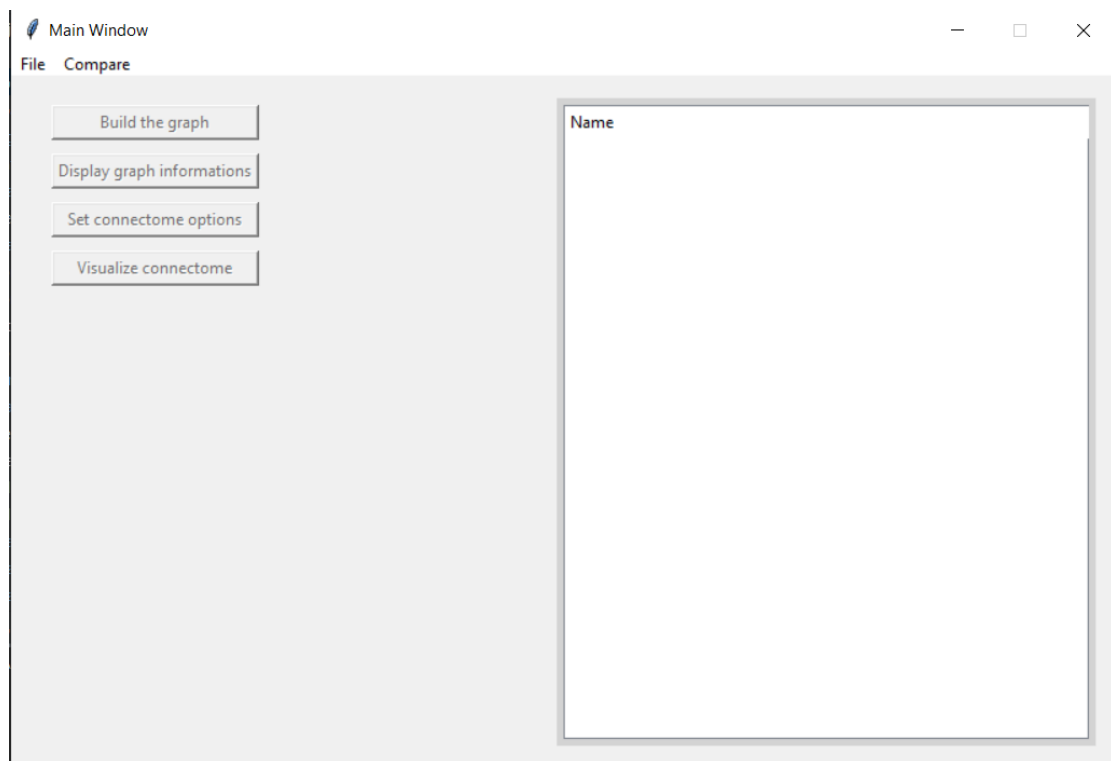


Figure 1: Fenêtre principale de l'application

1) Créer un graphe de connectome

Pour pouvoir utiliser l'application, il est nécessaire dans un premier temps de créer un graphe avec les informations du connectome.

Pour construire un graphe de connectome, il est nécessaire d'avoir à minima deux fichiers :

- Un **atlas** qui va permettre de construire les sommets du graphe
- Une **matrice d'adjacence** qui va permettre de construire les arêtes du graphe

Pour pouvoir créer un nouveau connectome, il faut cliquer dans le menu File -> New :

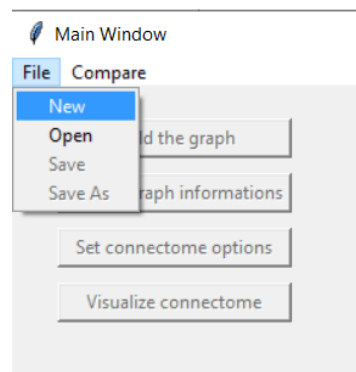


Figure 2: Menu File

Ce qui va ouvrir la fenêtre de création d'un connectome :

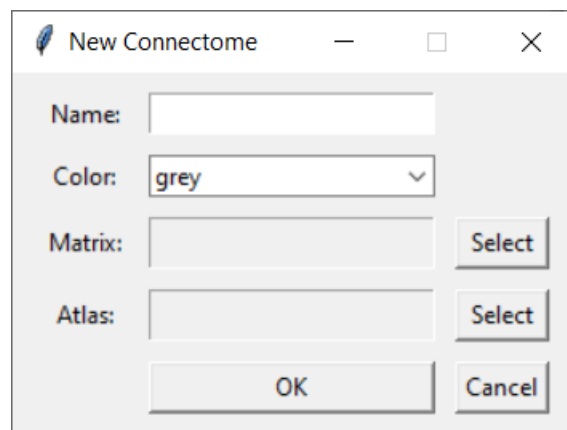


Figure 3: Fenêtre de création de connectome

Dans cette fenêtre, on doit renseigner le nom du connectome, sa couleur et sélectionner des fichiers de matrices et d'atlas à importer.

L'application permet plusieurs types de fichier pour l'atlas et la matrice :

- L'atlas peut être au format .txt, .csv, .node ou .xml
- La matrice d'adjacence peut être au format .txt ou .edge

Ces types de fichiers permettent de couvrir les atlas et matrices de logiciels tels que FSL ou BrainNet Viewer.

x,y,z,name,net name
-53.28,-8.88,32.36,L Aud,Aud
53.47,-6.49,27.52,R Aud,Aud
1.18,-74.54,10.79,Striate,Striate
-45.8,-64.78,31.84,L DMN,DMN
-0.2,-55.21,29.87,Med DMN,DMN
-0.15,51.42,7.58,Front DMN,DMN
51.66,-59.34,28.88,R DMN,DMN
0.41,-91.05,1.58,Occ post,Occ post
-1.48,-27.93,61.5,Motor,Motor
40.1,20.96,44.72,R DLPFC,R V Att
37.83,55.49,1.22,R Front pol,R V Att
47.53,-52.42,43.06,R Par,R V Att
62.53,-32.99,-9.14,R Post Temp,R V Att
-0.91,-2.75,6.15,Basal,Basal
-41.66,-59.04,44.61,L Par,L V Att
-39.04,19.28,43.27,L DLPFC,L V Att
-40.08,50.65,0.81,L Front pol,L V Att
-29.39,-59.43,44.2,L IPS,D Att
31.6,-58.09,45.69,R IPS,D Att
-30.54,-85.14,9.1,L LOC,Vis Sec
-24.29,-74.28,-11.74,Vis,Vis Sec
33.4,-77.96,4.31,R LOC,Vis Sec
-28.17,46.32,21.56,D ACC,Saliency
-0.45,34.06,20.73,V ACC,Saliency
28.38,47.72,22.13,R A Ins,Saliency
-52.12,-17.92,13.28,L STS,Temporal

0.85	0.86	0.91	0.69	0.42	0.18	0.35	0.84	0.47	0.83	0.36	0.09	0.63	0.91
0.56	0.93	0.53	0.76	0.43	0.73	0.89	0.74	0.56	0.61	0.45	0.43	0.54	0.70
0.93	0.98	0.11	0.43	0.12	0.37	0.45	0.95	0.27	0.57	0.39	0.26	0.44	0.73
0.70	0.86	0.83	0.66	0.02	0.84	0.41	0.03	0.75	0.33	0.78	0.30	0.29	0.23
0.58	0.79	0.34	0.11	0.29	0.73	0.22	0.36	0.50	0.46	0.73	0.42	0.50	0.58
0.82	0.51	0.29	0.93	0.32	0.57	0.13	0.66	0.65	0.71	0.43	0.12	0.76	0.81
0.88	0.18	0.75	0.19	0.65	0.18	0.31	0.28	0.31	0.88	0.69	0.50	0.76	0.40
0.99	0.40	0.01	0.27	0.96	0.96	0.73	0.23	0.14	0.72	0.95	0.71	0.58	0.99
0.00	0.13	0.05	0.80	0.94	0.27	0.78	0.71	0.48	0.02	0.78	0.24	0.75	0.09
0.87	0.03	0.67	0.49	0.46	0.92	0.69	0.62	0.36	0.67	0.71	0.79	0.65	0.32
0.61	0.94	0.60	0.77	0.24	0.22	0.01	0.59	0.79	0.44	0.11	0.07	0.12	0.51
0.99	0.30	0.53	0.40	0.76	0.37	0.84	0.66	0.78	0.44	0.39	0.39	0.50	0.06
0.53	0.30	0.73	0.27	0.76	0.09	0.92	0.05	0.67	0.12	0.59	0.00	0.35	0.73
0.48	0.33	0.71	0.04	0.74	0.64	0.77	0.35	0.13	0.81	0.46	0.22	0.09	0.56
0.80	0.47	0.78	0.67	0.74	0.18	0.04	0.45	0.02	0.32	0.05	0.00	0.15	0.53
0.23	0.65	0.29	0.43	0.11	0.05	0.38	0.24	0.56	0.25	0.23	0.19	0.20	0.83
0.50	0.03	0.69	0.45	0.68	0.72	0.70	0.72	0.30	0.34	0.83	0.14	0.67	0.86
0.90	0.84	0.56	0.61	0.46	0.35	0.73	0.86	0.94	0.38	0.02	0.27	0.43	0.79
0.57	0.56	0.40	0.06	0.21	0.66	0.22	0.28	0.98	0.55	0.86	0.17	0.69	0.32
0.85	0.85	0.06	0.32	0.10	0.38	0.27	0.73	0.29	0.56	0.08	0.14	0.26	0.45
0.74	0.35	0.78	0.77	0.82	0.63	0.67	0.14	0.80	0.40	0.67	0.60	0.01	0.75
0.59	0.45	0.34	0.70	0.18	0.02	0.48	0.84	0.90	0.40	0.50	0.90	0.53	0.11
0.25	0.05	0.61	0.13	0.16	0.91	0.62	0.14	0.60	0.52	0.22	0.94	0.28	0.11
0.67	0.18	0.74	0.13	0.67	0.80	0.24	0.59	0.88	0.66	0.57	0.22	0.95	0.27
0.08	0.66	0.10	0.09	0.89	0.75	0.18	0.37	0.94	0.95	0.12	0.48	0.91	0.52

Figure 4: Extrait de la matrice Brodmann82.edge

Figure 5: Extrait de l'atlas
msdl_rois.csv

Une les fichiers renseignés, il est possible de choisir des options pour la construction de connectome.

Options sel... — □ ×

Options

Directed graph:

☐

Remove isolated nodes:

☐

Weighted edges:

☐

Nodes degree:

☐

Nodes strength:

☐

Characteristic path length:

☐

Clustering coefficient:

☐

Betweenness centrality:

☐

Global efficiency:

☐

Smallworldness coefficient:

☐

OK

Cancel

Figure 6: Options de
construction de connectome

Les options permettent de choisir le type de graphe construit et les potentiels attributs supplémentaires qu'il est possible de calculer. Les options sont les suivantes :

- Directed graph : si possible, la matrice d'adjacence est lue de manière à construire un graphe orienté
- Remove isolated nodes : supprime du graphe les sommets sans arêtes s'ils existent
- Weighted edges : si la matrice d'adjacence possède des poids, ajoute un poids aux arêtes
- Nodes degree : calcule le degré des sommets
- Nodes strength : calcule le degré pondéré des sommets (nécessite des arêtes pondérées)
- Characteristic path length : calcule la Moyenne des plus courts chemins du graphe
- Clustering coefficient : calcule le coefficient de clustering des sommets
- Betweenness centrality : calcule la centralité des sommets
- Global efficiency : calcule l'efficacité globale du graphe (nécessite un graphe non-dirigé)
- Smallworldness coefficient : calcule le coefficient de réseau « petit-monde » du graphe (nécessite de ne pas avoir de sommets isolés et un graphe non-dirigé)

Le connectome est ensuite ajouté à la liste des connectomes disponibles et est automatiquement sélectionné. Il suffit ensuite d'appuyer sur le bouton « Build the graph » pour construire le graphe correspondant au connectome construit.

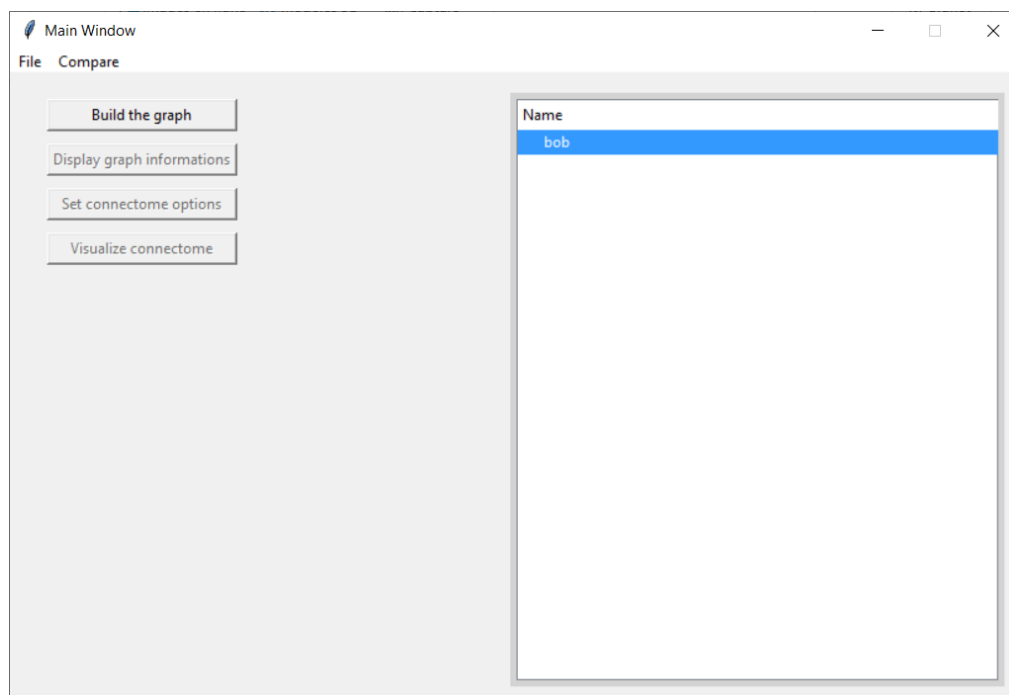


Figure 7: Connectome ajouté à la liste

2) Importer un graphe préexistant

Il est aussi possible d'importer un graphe déjà construit pour le réutiliser, où d'importer un graphe de connectome d'une application tierce. Il suffit pour cela d'aller dans le menu File -> Open et de choisir le graphe à importer. Actuellement, le seul format d'import supporté est le format graphml.

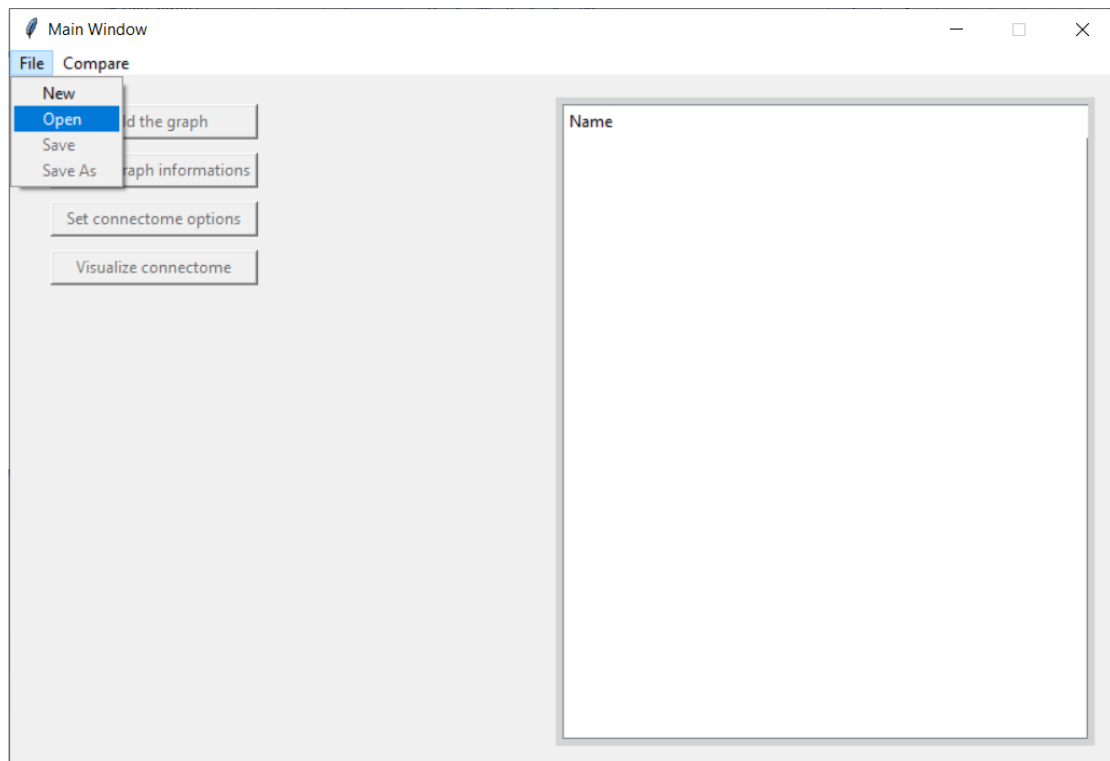


Figure 8: Import d'un graphe graphml

3) Modifier les informations du graphe

Il est possible d'ajouter aux graphes importés ou créer des informations supplémentaires en tant qu'attributs de sommets. On va pour cela réutiliser les options présentées plus haut pour ajouter des attributs calculables ou modifier le type de graphe si c'est un graphe créé à partir d'une matrice et d'un atlas (on peut décider de recalculer le graphe en tant que graphe orienté par exemple).

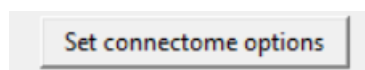


Figure 9: Changer les options du graphe

On est ensuite ramené sur la fenêtre de sélection d'options dans laquelle on peut choisir des options pour modifier le graphe. On peut ensuite afficher les informations sur le graphe à l'aide du bouton « display informations ».

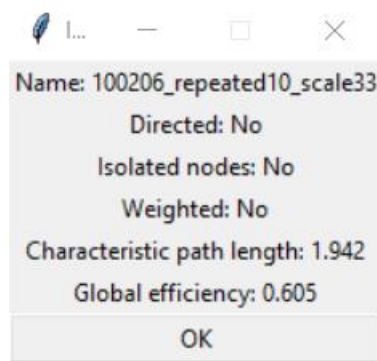


Figure 10: Affichage des informations sur le graphe

4) Visualiser le connectome

Il est possible d'afficher une représentation 3D du connectome à l'aide du bouton « Visualize connectome ». Cette opération peut prendre quelques instants en fonctions de la complexité du graphe.

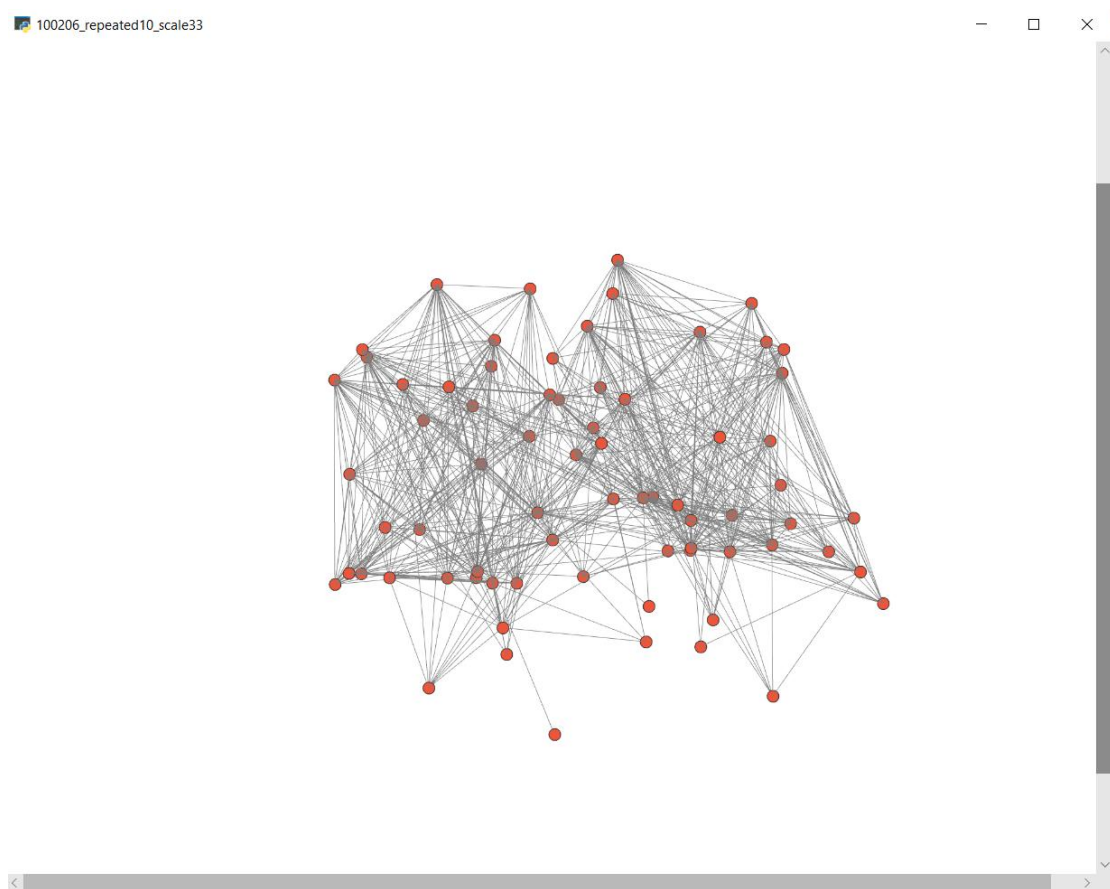


Figure 11: Visualisation d'un graphe de connectome

Des informations sur les sommets sont affichées au passage de la souris sur le sommet.

5) Sauvegarder les graphes de connectomes

Il est possible de sauvegarder les graphes créés ou modifiés dans le menu File -> Save As. Le graphe est sauvegardé sous format graphml, et il est possible pour un graphe importé de sauvegarder directement sous le même nom avec File -> Save.

III- Bibliothèque de manipulation de connectomes

Dans cette partie, on va s'intéresser à la construction du code et la structure des classes représentant les connectomes.

Cette application est une application en Python de gestion de connectomes et les objets utilisés par cette application font partie d'une bibliothèque de gestion de connectomes qui permet plusieurs fonctionnalités.

Cette partie ne sert pas de documentation au code, mais seulement d'explication de la structure du code pour comprendre le fonctionnement des objets. Les principales classes seront présentées.

1) ConnectomeObject

Les connectomes sont représentés par une classe ConnectomeObject. Cette classe possède plusieurs attributs, dont le ConnectomeGraph qui est une représentation sous forme de graphe du connectome.

La classe ConnectomeObject est l'objet principal de la bibliothèque qui va être utilisée par les autres classes.

Un ConnectomeObject possède un certain nombre de Reader et Writer qui permettent de charger des données ou écrire les données du connectomes dans les différents fichiers :

- MatrixReader permet de lire une matrice d'adjacence
- AtlasReader permet de lire un atlas
- GraphReader permet de lire un fichier de graphe
- GraphWriter permet d'écrire le connectome dans un fichier de graphe

2) ConnectomeGraph

La classe ConnectomeGraph permet de représenter le connectome concerné sous la forme d'un graphe. Pour ce faire, un des attributs de la classe est l'attribut « graph » qui est un graphe networkx.

La classe ConnectomeGraph permet aussi d'effectuer des calculs et d'ajouter des attributs au graphe.