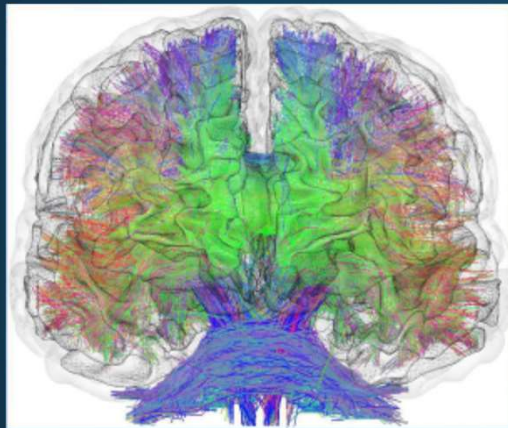


Transport optimal pour la comparaison des fibres courtes du cerveau entre individus



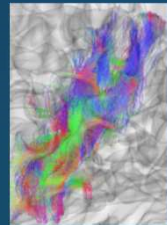
ÉTABLISSEMENT DE CARTES DE CONNECTIVITÉ

sélection des streamlines

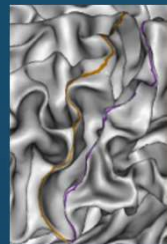


© L. Brun

IRM de diffusion

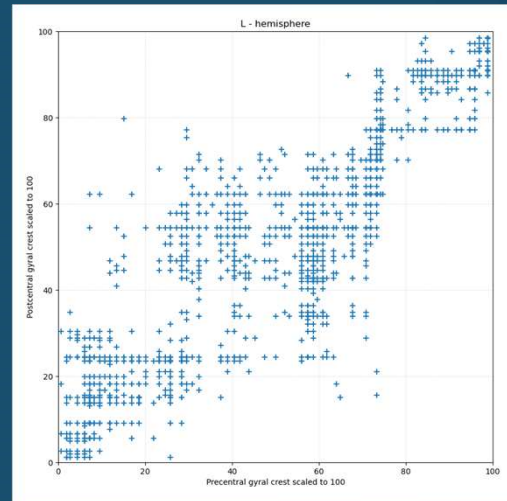


[1]

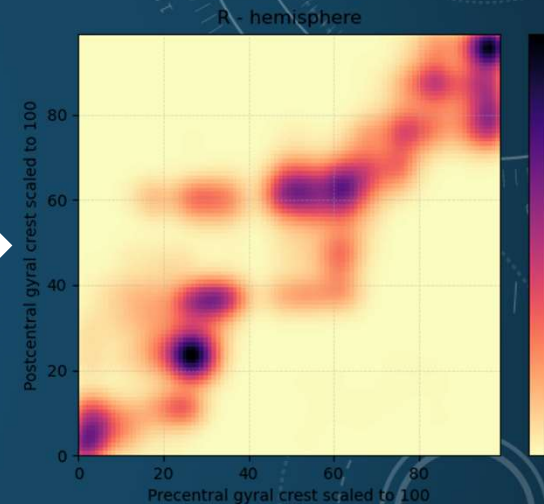


[1]

paramétrisation



Carte de connectivité discrète



Carte continue

TRANSPORT OPTIMAL & DISTANCE DE 2-WASSERSTEIN

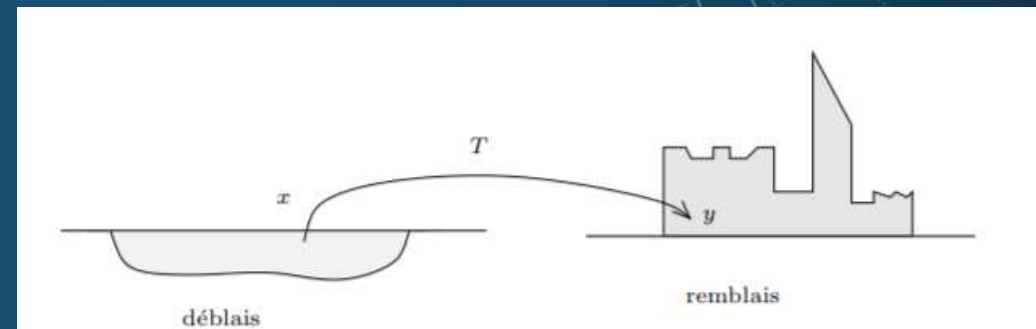
Optimal Transport matrix

$$T = \underset{\pi \in \Pi(\mu_s, \mu_t)}{\operatorname{argmin}} \langle \pi(\mu_s, \mu_t), D_2^2(\mu_s, \mu_t) \rangle$$

Distance de 2-Wasserstein

$$\begin{aligned} W_2^2 &= \min_{\pi \in \Pi(\mu_s, \mu_t)} \int_{X \times Y} \|x, y\|_2^2 d\pi(x, y) \\ &= \min_{\pi \in \Pi(\mu_s, \mu_t)} \langle \pi(\mu_s, \mu_t), D_2^2(\mu_s, \mu_t) \rangle \end{aligned}$$

Tels que μ_s, μ_t deux densités de probabilité associées à l'espace X et Y



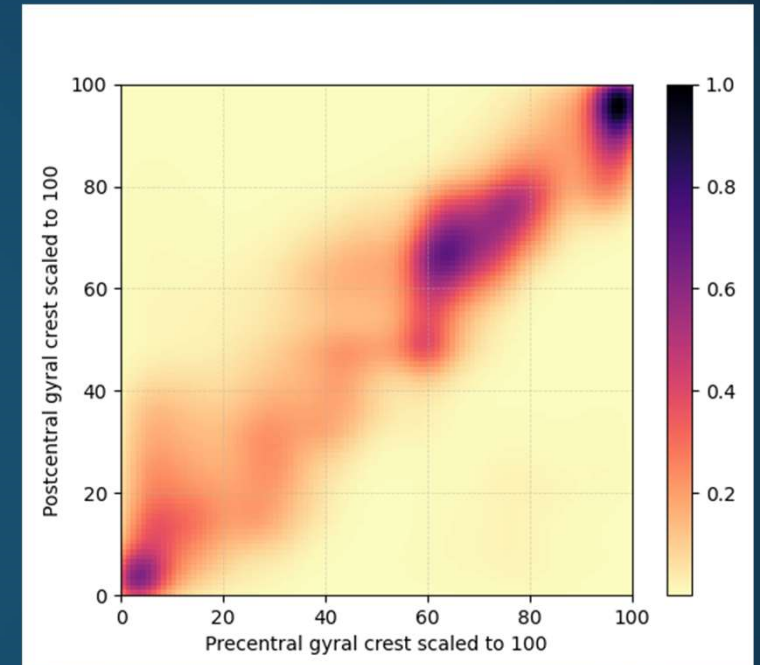
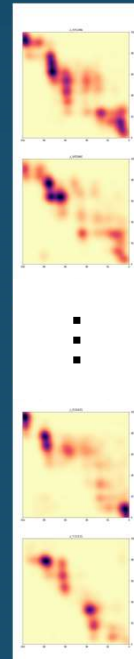
Le problème du déblai et du remblai de Monges [2]

[2] *Optimal transport : old and new* by Villani Cédric

SUJET REPRÉSENTATIF

Moyenne des sujets

Barycentre



Profil individuel aligné

Profil du groupe

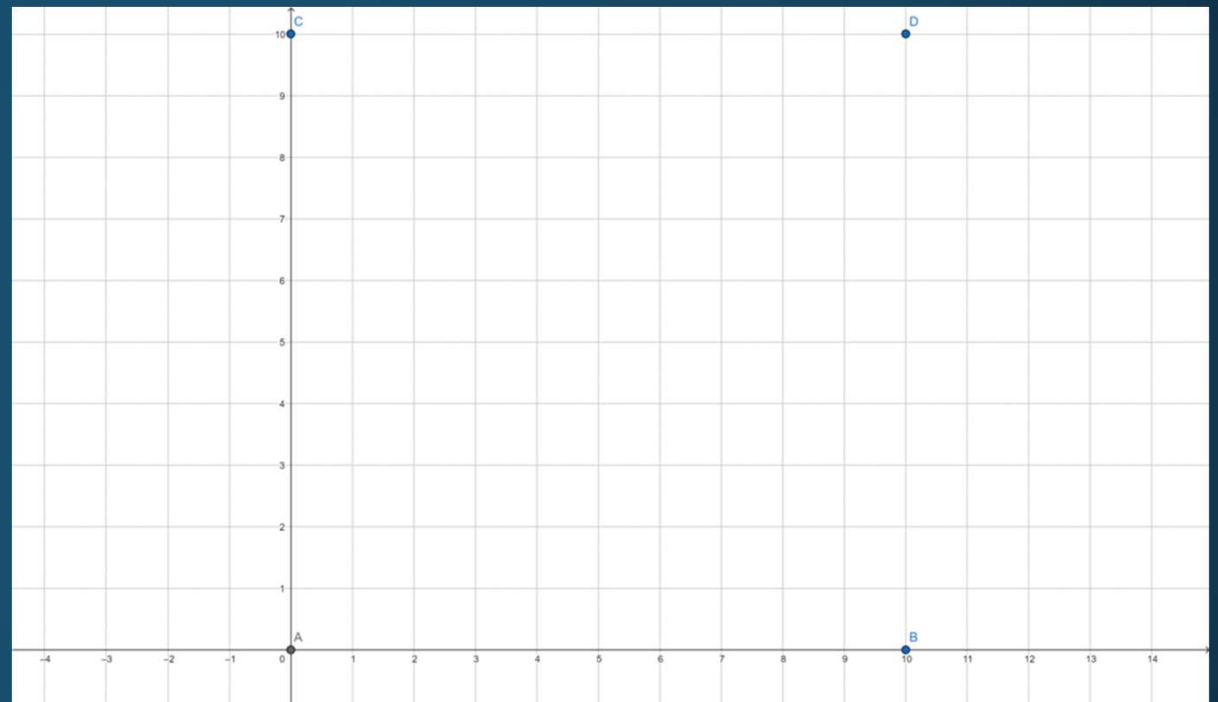
BARYCENTRE ITÉRATIF [3]

$$m = \underset{\mu \in (\mathbb{R}^2)^k}{\operatorname{argmin}} \sum_{i=1}^N W_2^2(\mu, v_i) [4]$$

[3] *Population Averaging of Neuroimaging Data Using Lp Distance-based Optimal Transport* by Q. Wang, I. Redko, and S. Takerkart

[4] *Fast Computation of Wasserstein Barycenters* by Marco Cuturi and Arnaud Doucet

Illustration du barycentre itératif



ROBUSTESSE DU BARYCENTRE

Support d'initialisation

Nom	Nombre de points	W_2 à tous les sujets	W_2 aux barycentres
Minimum	582	13.70	1.17
Random	768	13.69	1.10
Médian	2040	13.67	0.94
Centroïde	3190	13.67	0.92
Maximum	4029	13.67	0.9

Ordre des sujets

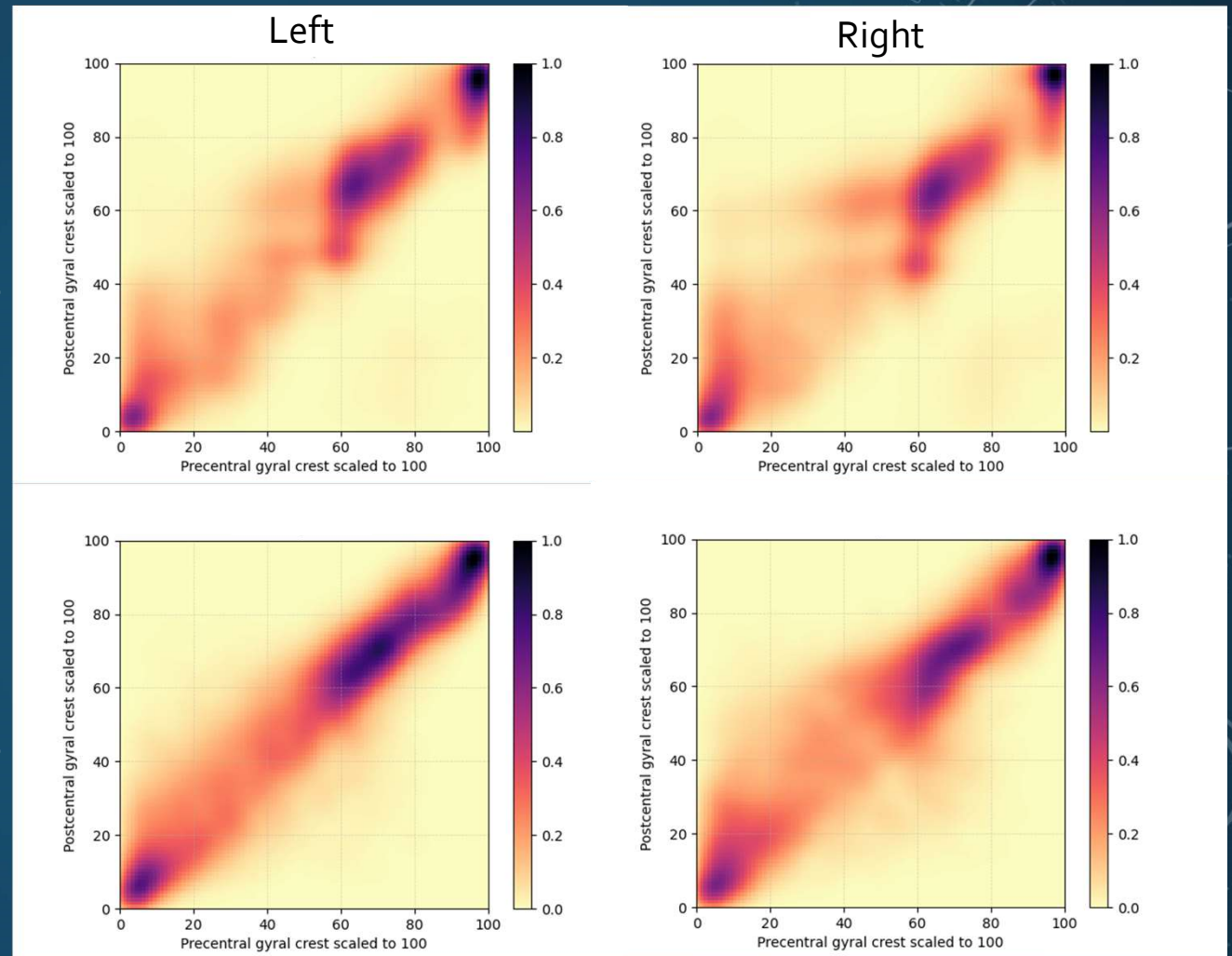
Expérience	W_2 à tous les sujets	W_2 aux barycentres
1	13.66	0.99
2	13.67	0.99
3	13.66	0.99
4	13.66	1.02
5	13.67	0.99

BARYCENTRES

[1] *Etude de la connectivité structurelle des faisceaux d'association courts de la substance blanche du cerveau humain en IRM de diffusion* by Alexandre Pron

moyenne [1]

barycentre

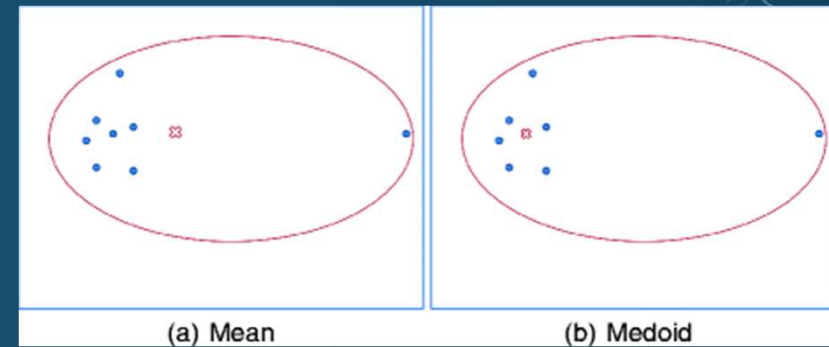


EXISTE-T-IL UNE STRATIFICATION AU SEIN DE NOS SUJETS ?

K-MEDOIDS

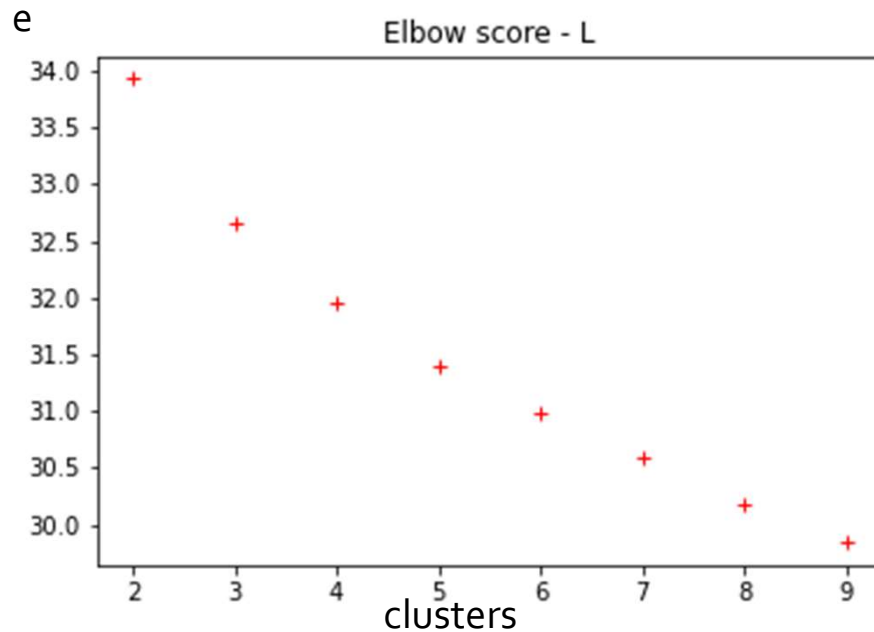
"K-Medoids Clustering" in
[Encyclopedia of Machine Learning](#)

(DOI: https://doi.org/10.1007/978-o-387-30164-8_426)



SCORE ELBOW

e: la distance intra-cluster moyenne

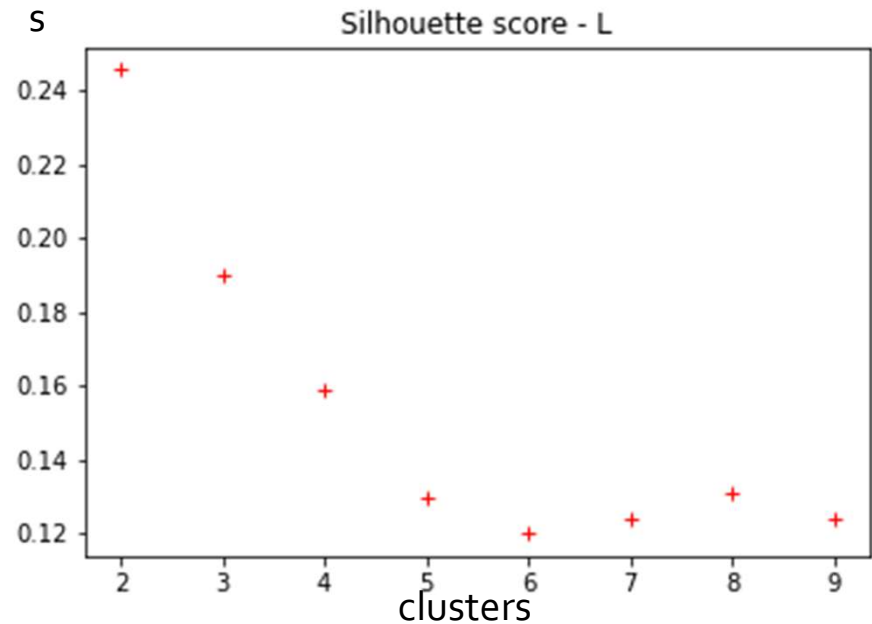


SCORE SILHOUETTE

$$s = \frac{a - e}{\max(a, e)}$$

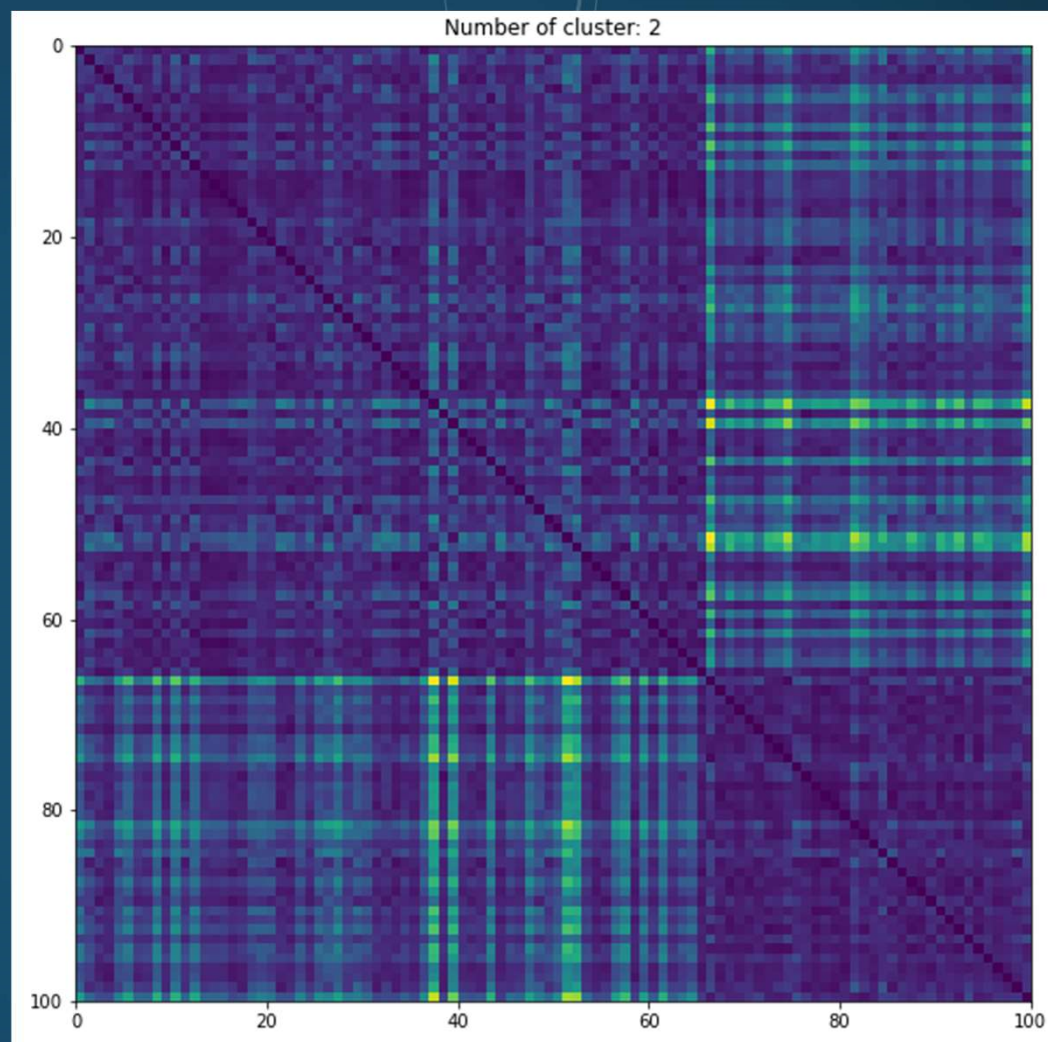
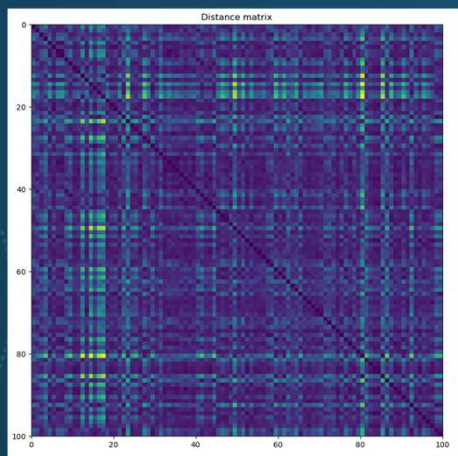
e: la distance intra-cluster moyenne

a: la distance moyenne entre les clusters les plus proches



$K=2$

Matrice de distance réorganisée des
sujets

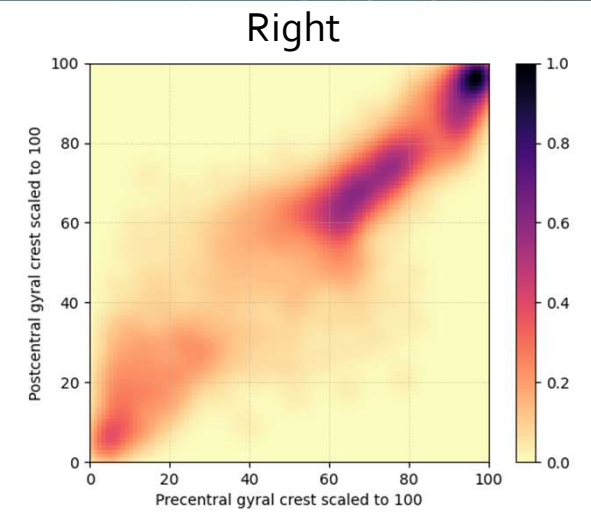
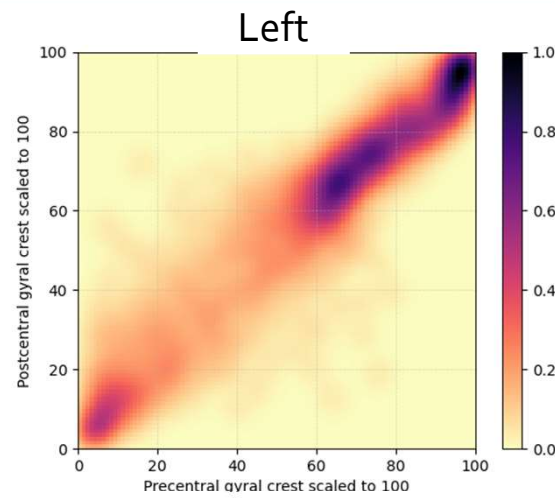


Cluster 1

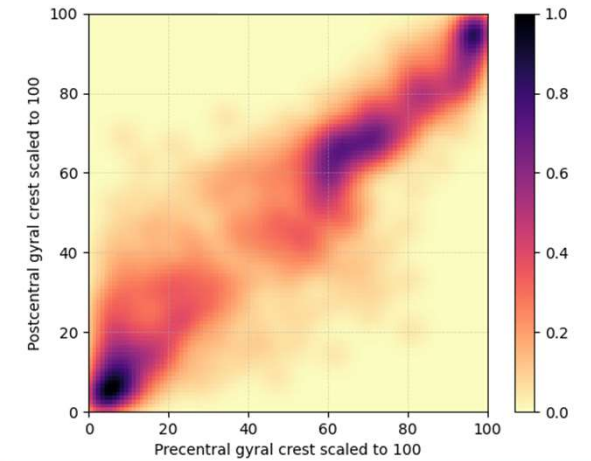
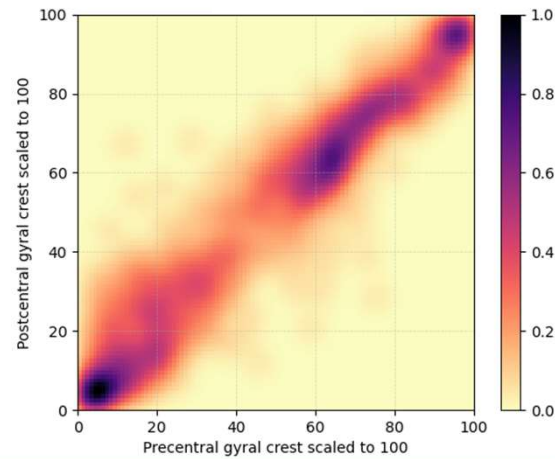
Cluster 2

SOUS- BARYCENTRES

Cluster 1



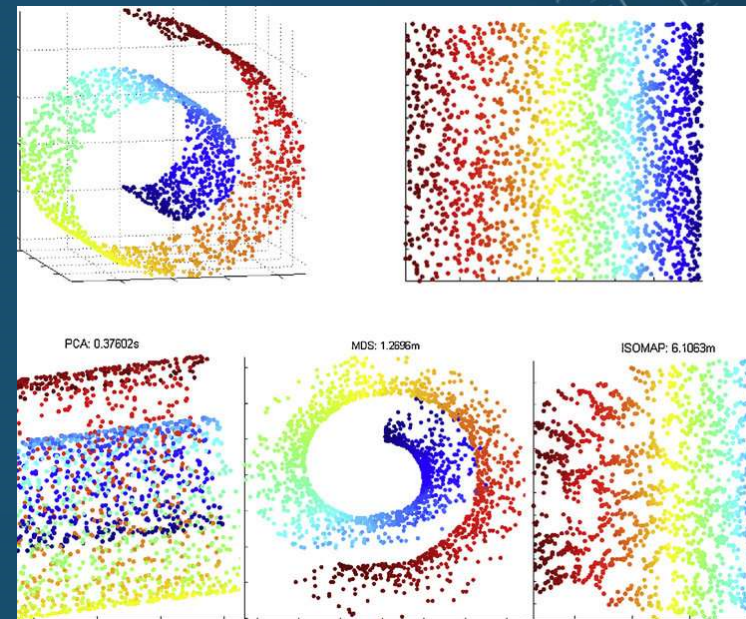
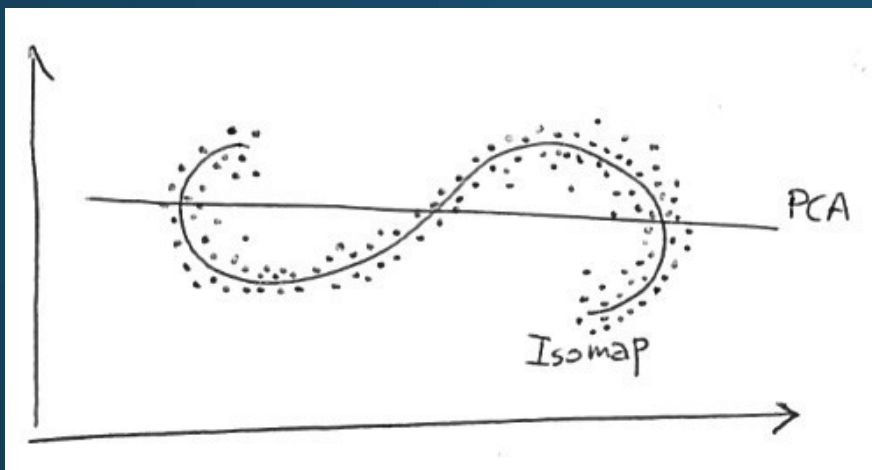
Cluster 2



COMMENT ÉTUDIER LA VARIABILITÉ DE NOS SUJETS ?

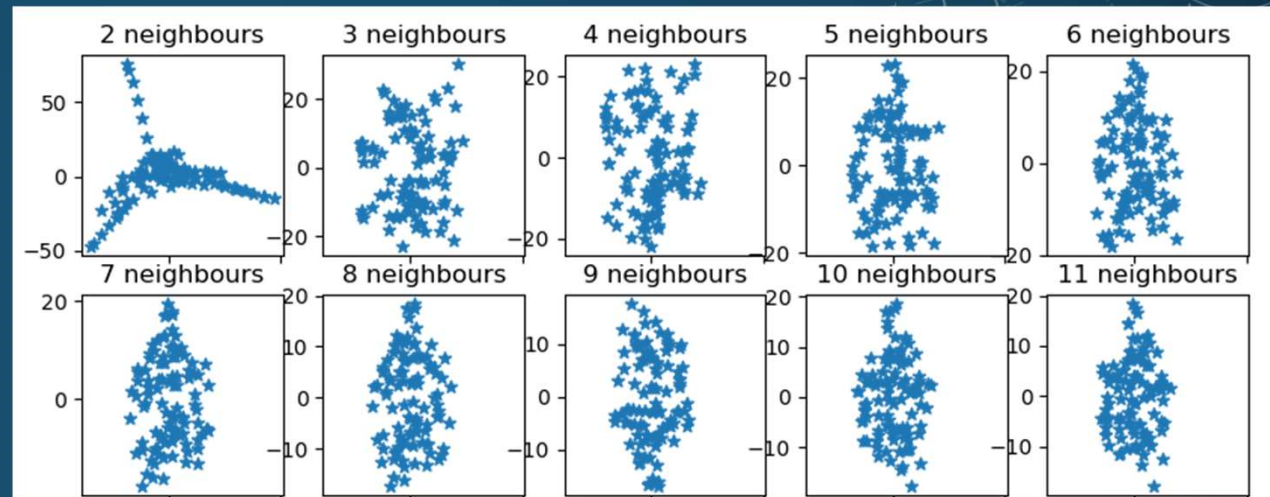
Isomap:

- Principal Component Analysis
- MultiDimensional Scaling



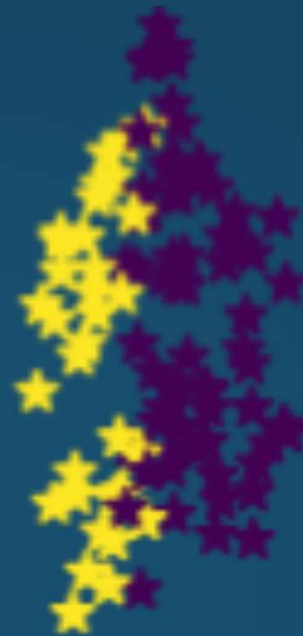
NOMBRE DE VOISINS [7]

[7] *Selection of the Optimal Parameter Value for the Isomap Algorithm* by Samko, A. D. Marshall, and P. L. Rosin

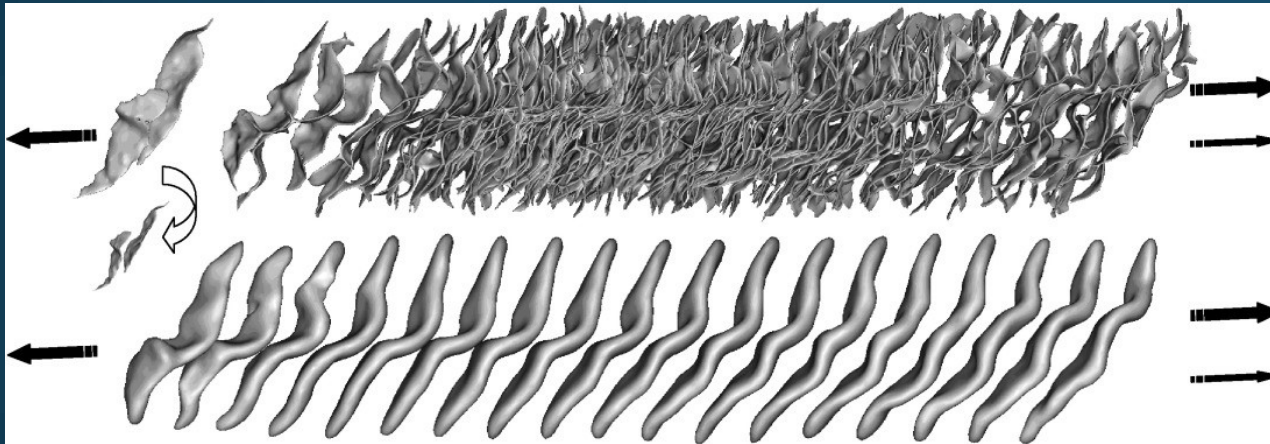


ISOMAP

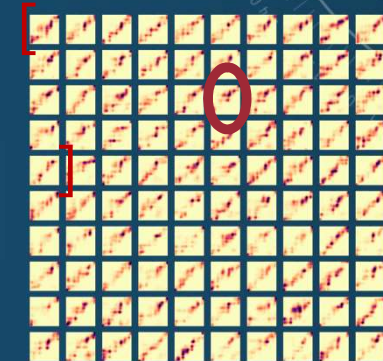
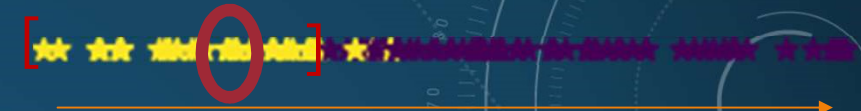
7 voisins



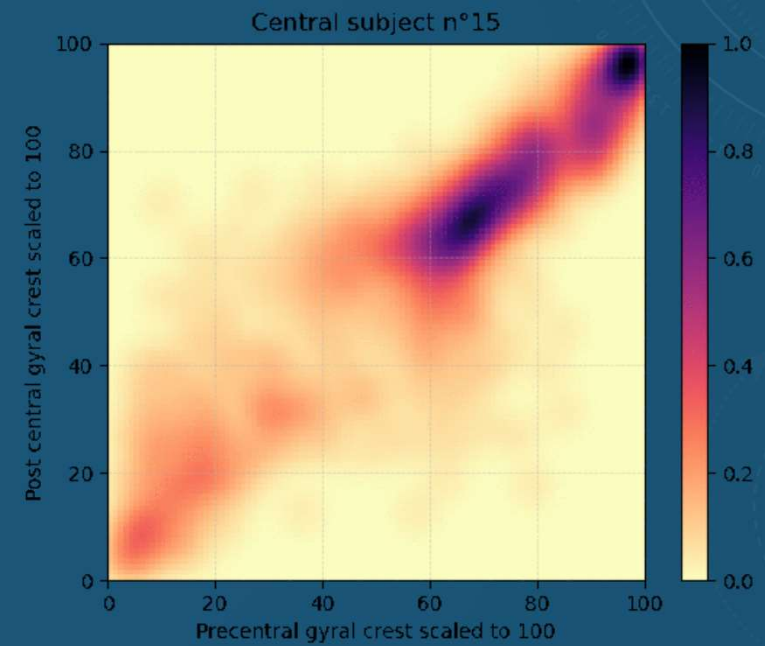
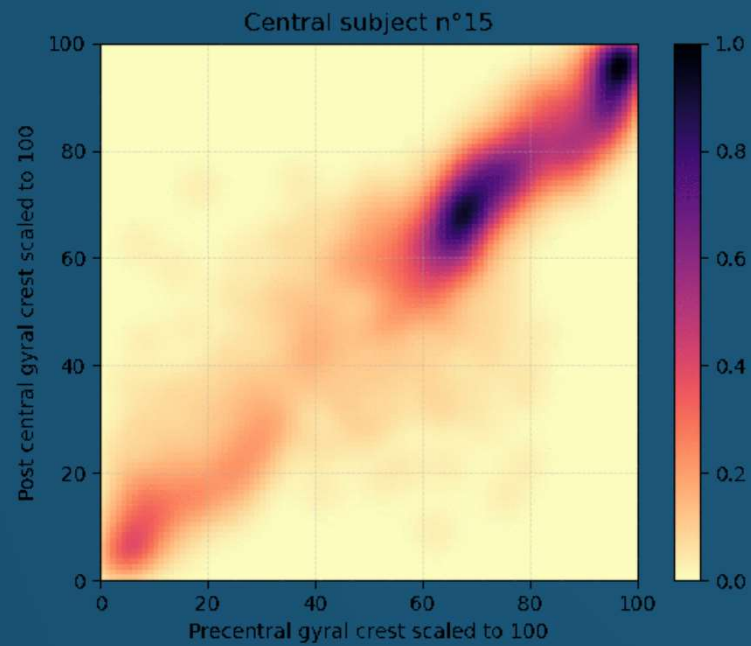
BARYCENTRE GLISSANT



Hand Knob position moving [8]



BARYCENTRE GLISSANT



CONCLUSION ET TRAVAUX FUTURS

Sujet représentatif

- Le barycentre déterminé par la métrique de 2-Wasserstein fournit un sujet représentatif mais c'est une solution plus lisse que celle d'Alexandre.

Clustering

- Il semblerait que le clustering ne soit pas pertinent.

Isomap

- L'axe de variation que nous avons mis en évidence correspondrait à la position de la tâche centrale.

Déterminer la paramètre de variabilité de manière certain

REFERENCES

- [1] Alexandre Pron. « Etude de la connectivité structurelle des faisceaux d'association courts de la substance blanche du cerveau humain en IRM de diffusion ». 2019AIXM0391. PhD thesis. 2019. url: <http://www.theses.fr/2019AIXM0391/document> (cit. on p. 4).
- [2] Villani Cédric. Optimal transport : old and new / Cédric Villani. eng. Grundlehren der mathematischen Wissenschaften. Berlin: Springer, right 2009. isbn: 978-3-540- 71049-3.
- [3] Q. Wang, I. Redko, and S. Takerkart. « Population Averaging of Neuroimaging Data Using Lp Distance-based Optimal Transport ». In: 2018 International Workshop on Pattern Recognition in Neuroimaging (PRNI). 2018, pp. 1–4. doi: 10.1109/PRNI. 2018.8423953.
- [4] Marco Cuturi and Arnaud Doucet. « Fast Computation of Wasserstein Barycenters ». In: Proceedings of the 31st International Conference on Machine Learning. Ed. by Eric P. Xing and Tony Jebara. Vol. 32. Proceedings of Machine Learning Research 2. Beijing, China: PMLR, 22–24 Jun 2014, pp. 685–693. url: <http://proceedings.mlr.press/v32/cuturi14.html> (cit. on p. 5).
- [5] Leonard Kaufman and Peter J. Rousseeuw. Clustering by means of medoids. Ed. by In: Dodge Y and editor. Amsterdam: 1987 (cit. on p. 6).
- [6] Chao Shao and Haitao Hu. « Extension of ISOMAP for Imperfect Manifolds ». In: J. Comput. 7.7 (2012), pp. 1780–1785. doi: 10.4304/jcp.7.7.1780-1785. url: <http://www.jcomputers.us/index.php?m=content%5C&c=index%5C&a=show%5C&catid=121%5C&id=2301> (cit. on p. 7).
- [7] . Samko, A. D. Marshall, and P. L. Rosin. « Selection of the Optimal Parameter Value for the Isomap Algorithm ». In: Pattern Recogn. Lett. 27.9 (July 2006), pp. 968–979. issn: 0167-8655. doi: 10.1016/j.patrec.2005.11.017. url: <https://doi.org/10.1016/j.patrec.2005.11.017> (cit. on p. 7).
- [8] Zhong Yi Sun et al. « The effect of handedness on the shape of the central sulcus ». In: NeuroImage 60.1 (2012), pp. 332–339. issn: 1053-8119. doi: <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.12.050>. url: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1053811911014522> (cit. on p. 13).