

Stage de Master 2 / PFE - année 2026

1. Informations sur l'équipe

- **Nom de l'équipe :** MYRIAD
- **Adresse e-mail de contact :** chantal.muller@insa-lyon.fr
- **Laboratoire / Institut :** CREATIS, INSA Lyon
- **Équipe encadrante :** Chantal REVOL-MULLER (MCF HDR), Maël ROCHER (doctorant), Thomas GRENIER (MCF HDR).

2. Informations sur le stage proposé

- **Titre du stage :**

A Generative Prompt Model for 3D Synthetic Brain MRI, enhanced by Multiple Sclerosis Lesions.

- **Thématique**

Imagerie médicale, IA générative, Modèle de diffusion latente, Conditionnement par texte, Sclérose en plaques, Augmentation de données, IRM 3D.

- **Résumé du stage**

Ce projet de Master porte sur la génération d'images IRM cérébrales 3D à partir de prompts textuels, dans le cadre de l'étude de la sclérose en plaques (SEP). À partir d'un modèle génératif initialement conçu pour produire des images de sujets sains à partir d'une description textuelle intégrant des informations patient et acquisition, nous cherchons à enrichir cette approche en y intégrant la description textuelle des lésions liées à la SEP. Le projet s'appuie sur un modèle de diffusion latent (LDM) conditionné par du texte, avec pour objectif de dépasser les limites des bases de données d'IRM existantes, souvent trop restreintes pour entraîner efficacement des modèles d'apprentissage profond [1].

La génération d'images pathologiques via un prompt devrait permettre d'obtenir des IRM de SEP plus réalistes que les méthodes traditionnelles consistant à ajouter artificiellement des lésions via des masques. En effet, ces approches ne prennent pas en compte les altérations globales induites par la maladie, telles que l'amincissement cortical ou la réduction des structures sous-corticales. Le modèle sera d'abord entraîné sur un jeu de données image/texte de sujets sains, puis adapté afin de générer des images présentant des lésions de SEP contrôlables par une description textuelle. À terme, cette méthodologie pourrait améliorer l'analyse des biomarqueurs de la SEP et renforcer l'explicabilité des modèles génératifs utilisés en neuro-imagerie.

- **Missions confiées au/à la stagiaire :**

Le projet vise à développer un modèle de diffusion latente (LDM) conditionné par des descriptions textuelles du cerveau et des lésions de sclérose en plaques. Les modèles de diffusion latente ont démontré des capacités remarquables pour générer des images réalistes et diversifiées [2]. À partir des modèles "Dall-e Brain" 2D et 3D développés dans l'équipe et capables de générer des cerveaux de sujets sains [3, 4], le projet cherchera à adapter pour ajouter de manière contrôlée des lésions SEP. Le modèle s'appuiera sur une base de données texte/ images 2D et 3D de sujets sains construite à partir des bases de données d'images IRM de séquences T1, T2 et Flair (IBSR, OASIS, IXI, Kirby) et d'une nouvelle base de données texte/image décrivant les lésions.

Travail attendu :

- Fine tuning du modèle de sujet sain pour ajouter des lésions décrites par texte.
- Étude de l'impact du prompt sur les images générées
- Mise en place de la génération des images en 2D et en 3D
- Exécution des scripts sur une architecture HPC de Jean Zay
- Développement de métriques pour évaluer le contrôle du prompt sur le positionnement et la taille des lésions après une étape de segmentation.

- **Résultats attendus / livrables prévus :**

- Modèle de génération d'images IRM 2D et 3D enrichi par l'ajout de lésions de SEP.
- Pipelines d'entraînement avec et sans fine-tuning, avec documentation et configurations sur Jean Zay.
- Études comparatives et ablations (influence du niveau de détail des descriptions associées aux lésions, prise en compte de l'information patient : âge, genre, score EDSS).

- **Durée et période souhaitée :**

6 mois, début 2026 (flexible selon calendrier universitaire).

- **Encadrement et collaboration prévus (nom(s), rôle) :**

Chantal REVOL-MULLER, encadrante principale, expertise pour les modèles génératifs.

Mael ROCHER, co-encadrant, lien fort avec son sujet de thèse

Thomas GRENIER, collaborateur, expertise pour la modélisation des lésions de sclérose en plaques.

3. Pertinence et impact

Intérêt du stage pour les thématiques de Myriad :

- Génération de jeux synthétiques multimodaux pour entraîner/valider la segmentation des lésions de SEP.
- Génération et fusion multimodale de l'information texte /image.
- Contrôle & explicabilité : évaluation du contrôle par prompt (position, taille, séquence IRM, données patient) et exploitation des cartes d'attention croisée.
- Développement de métriques de cohérence entre prompts et lésions.
- Construction d'espaces latents contrôlables, réutilisables en reconstruction sous contrainte.

4. Autres informations utiles (facultatif)

- Accès à l'infrastructure HPC de Jean Zay (heures GPU A100 et H100).
- Collaboration envisagée avec les membres du projet [MUSIC](#) de CREATIS (*Sclérose en plaques et neuroinflammation, des investigations précliniques aux investigations cliniques*) :
 - neuro-radiologue pour la validation clinique des résultats.
 - chercheur expert en modélisation des lésions de sclérose en plaques.
- Travail reposant sur des bases de données 2D et 3D description anatomique / images de sujet sains spécialement conçues pour le projet.
- Création en cours d'une nouvelle base de données description des lésions / images de patients atteints de SEP pour l'enrichissement du modèle.

Références :

[1] Yi Zhu, Thomas Grenier, and Chantal Revol-Muller. "Comparative analysis of three advanced deep learning algorithms for multiple sclerosis lesion segmentation in flair MR." *In IEEE ICSP 2024 5th Sino-French Workshop on Medical Image Analysis and AI (MAI)*, 2024.

[2] Robin Rombach, Andreas Blattmann, Dominik Lorenz, Patrick Esser, and Björn Ommer. High- resolution image synthesis with latent diffusion models. In *Proceedings of the IEEE/CVF conference on computer vision and pattern recognition*, pages 10684–10695, 2022.

[3] El-Allaly, Souhail, Thomas Grenier, and Chantal Revol-Muller. "DALL-E Brain: Generating 2D T1-w, T2-w, and FLAIR Brain MRI Images from Textual Prompts." *EUSIPCO 2025*. 2025.

[4] El-Allaly, Souhail, Thomas Grenier, and Chantal Revol-Muller. "DALL-E Brain: Génération d'images IRM cérébrales 2D T1-w, T2-w et FLAIR à partir de descriptions textuelles." *Colloque GRETSI'25*. 2025.