



# Apport de l'IRMf dans les troubles conversifs type crise psychogène non épileptique (CPNE)

Mémoire présentée par :

Dr FIKRI Amal

POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE SPECIALITE EN MEDECINE

Option: psychiatrie

Sous la direction de Pr Aaloune Rachid

Session Octobre 2024

Pr. AALOUANE Rachid  
Professeur en Psychiatrie  
CHU- Hassan II - Fès

## SOMMAIRE

|  |    |
|--|----|
| SOMMAIRE .....                           | 2  |
| REMERCIEMENTS .....                      | 3  |
| INTRODUCTION.....                        | 6  |
| IMPORTANCE ET OBJECTIFS DE L'ÉTUDE ..... | 15 |
| MATERIELS ET METHODE.....                | 16 |
| RESULTATS .....                          | 24 |
| DISCUSSION .....                         | 54 |
| CONCLUSION .....                         | 58 |
| RESUME .....                             | 60 |
| ABSTRACT .....                           | 62 |
| BIBLIOGRAPHIE.....                       | 64 |

*REMERCIEMENTS*

**Apport de l'IRMf dans les troubles convulsifs type crise psychogène non  
épileptique (CPNE)**

---

*À Professeur Aalouane Rachid,*

*Je vous exprime ma plus profonde gratitude pour votre encadrement bienveillant et vos conseils précieux tout au long de ce travail. Votre expertise et votre rigueur scientifique m'ont guidée et inspirée à chaque étape. Grâce à vous, ce projet a pu atteindre son plein potentiel. Je vous remercie infiniment pour votre soutien constant et votre dévouement.*

*À Professeur Aarab Chadya,*

*Je tiens à vous remercier pour votre soutien et votre présence tout au long de ce parcours. Votre engagement et votre professionnalisme ont été des sources d'inspiration constantes. Vous avez contribué à la création d'un cadre d'apprentissage enrichissant et motivant, et pour cela, je vous en suis reconnaissante.*

*À Professeur Amine Bout,*

*Je vous exprime toute ma reconnaissance pour les précieux enseignements que vous avez partagés avec nous, notamment lors des visites. Vous m'avez appris à développer un raisonnement sain et équilibré, une approche qui a profondément marqué ma façon d'aborder les défis académiques et professionnels. Votre sagesse continue d'influencer mon cheminement.*

*À Professeur Qassimi Firdaous,*

*Je tiens à vous remercier pour votre enthousiasme et votre énergie communicative. Vous avez insufflé à ce travail une dynamique nouvelle grâce à votre passion pour la recherche. Votre soutien et vos conseils ont été essentiels à ma progression, et je vous en suis profondément reconnaissante.*

*À Professeur Yassine Ottomane et Professeur Karkouri Redouane,*

*Votre présence et vos encouragements tout au long de ce projet ont été d'une grande valeur. Votre expertise et votre générosité intellectuelle ont su éclairer mon parcours et m'accompagner avec bienveillance. Merci pour votre disponibilité et pour le soutien que vous avez offert, contribuant ainsi à la réussite de ce projet.*

Apport de l'IRMf dans les troubles convulsifs type crise psychogène non  
épileptique (CPNE)

---

***Un remerciement tout particulier à Professeur Boujraf,***

*Votre collaboration active et votre disponibilité infaillible ont été une véritable source de motivation. Votre implication, tant pour moi que pour mes collègues, a enrichi notre travail et a permis de mener ce projet à bien. Je vous suis reconnaissante pour votre dévouement et pour avoir été une source de savoir et d'inspiration tout au long de ce parcours.*

*Je tiens également à exprimer toute ma gratitude à l'ensemble de l'équipe médicale et paramédicale de l'hôpital Ibn El Hassan, où j'ai eu l'honneur de me former. Votre professionnalisme, votre dévouement et votre bienveillance m'ont profondément marquée. Chaque moment passé à vos côtés a enrichi mon expérience et a contribué à forger ma pratique clinique. Merci pour votre accueil chaleureux, votre soutien indéfectible et pour avoir été des modèles d'excellence et de compassion dans le soin des patients. Vous avez été une source d'inspiration tout au long de mon parcours.*

# INTRODUCTION

## Apport de l'IRMf dans les troubles conversifs type crise psychogène non épileptique (CPNE)

---

Les crises psychogènes non épileptiques (CPNE), également appelées crises dissociatives ou crises fonctionnelles, sont des manifestations paroxystiques caractérisées par des symptômes moteurs, sensoriels ou cognitifs qui ressemblent à ceux des crises épileptiques mais sans activité neuronale anormale détectée à l'électroencéphalographie (EEG) (1). Ces crises sont considérées comme des réponses psychologiques inconscientes, souvent déclenchées par des facteurs émotionnels ou des événements traumatiques (2). Contrairement aux crises épileptiques, elles ne sont pas associées à une activité électrique anormale dans le cerveau, ce qui complique leur diagnostic (3)(4).

Les CPNE représentent environ 5 % à 20 % des cas référés pour suspicion d'épilepsie dans les centres spécialisés (11). Ce trouble est donc fréquent en neurologie et psychiatrie, et son diagnostic incorrect conduit souvent à des traitements inappropriés, tels que l'utilisation injustifiée de médicaments antiépileptiques (5)(6)(7).

Les CPNE sont classées sous différents termes en fonction des critères diagnostiques utilisés. Selon le DSM-5 (Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux, 5e édition), elles sont regroupées dans les troubles de conversion, un sous-ensemble des troubles à symptomatologie somatique(8)(9)(10).

## Apport de l'IRMf dans les troubles conversifs type crise psychogène non épileptique (CPNE)

---

La CIM-10 (Classification internationale des maladies, 10e révision) les classe dans la section des troubles dissociatifs sous le code F44.5, indiquant leur origine psychologique (9)(10).

Ces deux systèmes de classification soulignent que les CPNE sont des troubles qui impliquent une perte temporaire du contrôle moteur, sensoriel ou cognitif, sans étiologie neurologique claire(12)(13).

Les études récentes ont montré que les CPNE sont souvent mal diagnostiquées, car les cliniciens peuvent les confondre avec des crises épileptiques, ce qui conduit à un retard dans la prise en charge psychothérapeutique adaptée. Cette confusion diagnostique est aggravée par le fait que les symptômes des CPNE varient grandement entre les patients, allant de simples tremblements à des convulsions sévères imitant les crises tonico-cloniques(9)(10)(14).

Les CPNE affectent principalement les femmes, avec un ratio de 2 à 3 femmes pour chaque homme diagnostiqué(14)(15). Elles sont souvent associées à des antécédents de traumatismes émotionnels, de stress chronique ou de troubles de l'humeur tels que la dépression et l'anxiété(15)(4)(16)(7).

Plusieurs études ont révélé que ces crises surviennent fréquemment après un événement stressant, et leur survenue peut être influencée par des facteurs environnementaux et psychologiques. L'âge de survenue des CPNE varie, mais elles sont généralement plus fréquentes chez les jeunes adultes et les personnes en situation de vulnérabilité sociale(15)(17)(20).

## Apport de l'IRMf dans les troubles conversifs type crise psychogène non épileptique (CPNE)

---

Bien que les CPNE soient avant tout des troubles fonctionnels sans lésion cérébrale apparente, des études récentes ont exploré leur base neurobiologique à travers des techniques d'imagerie cérébrale avancées, comme l'IRM fonctionnelle (IRMf). Les résultats montrent que les patients atteints de CPNE présentent des anomalies de connectivité fonctionnelle dans des régions du cerveau impliquées dans la régulation des émotions, telles que l'insula et l'amygdale. Cela appuie l'hypothèse selon laquelle ces crises seraient liées à une mauvaise intégration des émotions et des fonctions motrices dans le cerveau(9)(10)(13)(19).

En raison de la nature fluctuante des symptômes et de l'absence de marqueurs biologiques identifiés, les CPNE posent un défi important pour les cliniciens. Les erreurs diagnostiques sont fréquentes, et les patients peuvent recevoir des traitements médicamenteux inappropriés pendant des années avant d'obtenir un diagnostic correct. Cette situation entraîne non seulement une souffrance prolongée pour les patients, mais aussi des coûts médicaux élevés en raison des hospitalisations répétées et des investigations inutiles(7)(8)(19).

Le DSM-5 (Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux, 5e édition) classe les crises psychogènes non épileptiques (CPNE) sous le terme de trouble de conversion. Ce dernier fait partie d'un sous-groupe des troubles à symptomatologie somatique (8) (15) (16) (11). Ces troubles sont caractérisés par des symptômes physiques qui ne peuvent pas être entièrement expliqués par une affection médicale sous-jacente.

## Apport de l'IRMf dans les troubles conversifs type crise psychogène non épileptique (CPNE)

---

Le DSM-5 définit les troubles de conversion comme des altérations de la fonction motrice ou sensorielle qui ne sont pas expliquées par une affection médicale neurologique. Ce diagnostic repose principalement sur l'évaluation clinique des symptômes, qui ne correspondent pas aux attentes médicales en termes de localisation neurologique. Les crises psychogènes sont ainsi considérées comme des épisodes dissociatifs liés à des mécanismes psychologiques inconscients, souvent associés à des conflits émotionnels ou à des événements traumatiques(7)(12)(16).

Le CIM-10 (Classification internationale des maladies, 10e révision) adopte une approche légèrement différente en classant les CPNE sous les troubles dissociatifs, avec le code F44.5. Dans ce système, les CPNE sont incluses dans une catégorie plus large qui englobe également les troubles de conversion et d'autres troubles dissociatifs caractérisés par des altérations de la conscience, de la mémoire, de l'identité ou de la perception de l'environnement. Le CIM-10 décrit les crises dissociatives comme des perturbations aiguës ou transitoires de la fonction motrice ou sensorielle en réponse à un stress psychologique.

Bien que le DSM-5 et le CIM-10 décrivent tous deux les CPNE comme des troubles dissociatifs, il existe certaines différences dans la manière dont chaque système de classification présente ces troubles. Le DSM-5 place une forte emphase sur les aspects psychodynamiques et conflits émotionnels, tandis que le CIM-10 se concentre davantage

## Apport de l'IRMf dans les troubles conversifs type crise psychogène non épileptique (CPNE)

---

sur les aspects dissociatifs et sur l'influence du stress comme facteur déclencheur.

Une autre différence majeure est que le DSM-5 considère les CPNE dans le cadre des troubles à symptomatologie somatique, alors que le CIM-10 les associe aux troubles dissociatifs. Ces différences influencent la manière dont les cliniciens abordent le diagnostic et la gestion des patients, et il est souvent nécessaire de tenir compte des deux classifications pour une évaluation complète du patient.

Malgré ces différences, les deux systèmes partagent des critères communs pour le diagnostic des CPNE, tels que :

- ▲ L'absence de cause neurologique identifiable lors des examens cliniques (IRM, EEG, etc.).
- ▲ La présence de facteurs psychologiques ou de stress émotionnel qui semblent être en lien avec la survenue des crises.
- ▲ La confirmation que les symptômes ne sont pas le résultat d'une simulation ou d'une fraude.

Les cliniciens utilisent généralement une combinaison de ces critères pour poser un diagnostic différentiel entre les CPNE et les crises épileptiques, avec des outils comme l'EEG qui permet de confirmer l'absence de décharges neuronales anormales.

Le diagnostic des crises psychogènes non épileptiques (CPNE) représente un défi majeur pour les cliniciens, en raison de la similitude de leurs symptômes avec ceux des crises épileptiques. Ces crises, qui

## Apport de l'IRMf dans les troubles conversifs type crise psychogène non épileptique (CPNE)

---

peuvent se présenter sous la forme de convulsions ou de mouvements involontaires, ne sont pas accompagnées de décharges neuronales anormales lors des examens neurologiques, comme l'électroencéphalographie (EEG). Cette absence d'activité neuronale pathologique observable pose une difficulté significative dans la différenciation entre les CPNE et les crises épileptiques.

L'EEG et la vidéo-EEG sont les outils de référence pour le diagnostic des crises épileptiques et des CPNE. Cependant, leur utilisation dans la détection des CPNE présente des limites importantes. Bien que ces outils permettent d'observer directement les crises et de mesurer l'activité cérébrale en temps réel, ils ne montrent aucune activité épileptiforme dans le cas des CPNE, rendant difficile la distinction entre crises épileptiques et crises dissociatives.

Les avancées technologiques récentes ont permis de développer de nouveaux outils pour améliorer le diagnostic des CPNE. L'IRM fonctionnelle (IRMf) a émergé comme un outil précieux pour explorer les anomalies de connectivité fonctionnelle chez les patients atteints de CPNE. L'IRMf permet de mesurer l'activité cérébrale en observant les fluctuations du flux sanguin dans différentes régions du cerveau. Les études ont montré que les patients CPNE présentent des anomalies dans la connectivité entre des régions cérébrales telles que l'insula et le cortex préfrontal, qui sont impliquées dans le contrôle émotionnel et moteur.

## Apport de l'IRMf dans les troubles conversifs type crise psychogène non épileptique (CPNE)

---

Les erreurs diagnostiques sont fréquentes dans le cas des CPNE, et les conséquences pour les patients peuvent être graves.

Un diagnostic erroné d'épilepsie peut entraîner des années de traitement médicamenteux inutile, avec des effets secondaires importants pour les patients, et sans amélioration des symptômes. En parallèle, l'absence de diagnostic correct prive les patients de la prise en charge psychothérapeutique nécessaire, notamment la thérapie cognitivo-comportementale (TCC), qui est actuellement l'une des approches les plus efficaces pour traiter les CPNE (9)(3)(5)(15).

L'IRM fonctionnelle (IRMf), qui mesure les variations du flux sanguin dans le cerveau en tant qu'indicateur de l'activité neuronale, a révélé des modifications de la connectivité fonctionnelle dans des régions spécifiques du cerveau chez les patients atteints de CPNE. Les principales régions impliquées incluent l'insula, le cortex préfrontal, et l'amygdale, des zones associées à la régulation émotionnelle, au contrôle moteur, et à la perception corporelle.

Une autre région clé impliquée dans les CPNE est l'amygdale, une structure du système limbique connue pour son rôle dans le traitement des émotions négatives comme la peur, l'anxiété et le stress. Les études d'IRMf montrent que l'amygdale est souvent hyperactive chez les patients atteints de CPNE, particulièrement en réponse à des stimuli émotionnels négatifs ou à des situations de stress. Cela soutient l'hypothèse selon laquelle les CPNE sont étroitement liées à une dysrégulation émotionnelle.

## Apport de l'IRMf dans les troubles conversifs type crise psychogène non épileptique (CPNE)

---

Le réseau par défaut (Default Mode Network – DMN) est un autre réseau cérébral impliqué dans les CPNE. Ce réseau, qui est principalement actif lorsque le cerveau est au repos et que l'individu est engagé dans des processus de réflexion interne, semble être dysfonctionnel chez les patients atteints de CPNE. Des études ont montré que les patients atteints de CPNE présentent une activation anormale du DMN(4)(5).

Les CPNE partagent certaines caractéristiques neurobiologiques avec d'autres troubles dissociatifs. Les recherches indiquent que, comme les troubles dissociatifs, les CPNE pourraient résulter d'un mécanisme de dissociation qui se produit lorsque des émotions intenses ou des traumatismes ne sont pas correctement intégrés par le cerveau(9)(11)(13).

## **IMPORTANCE ET OBJECTIFS DE L'ÉTUDE**

Les Crises Psychogènes Non Epileptiques (CPNE) représentent un enjeu de taille dans le domaine de la neurologie et de la psychiatrie. Leur diagnostic erroné en tant que crises épileptiques conduit à une gestion inappropriée des patients. Une part non négligeable de patients atteints de CPNE reçoivent des traitements antiépileptiques sans amélioration significative de leur état, puisqu'ils ne sont pas adaptés aux crises d'origine psychogène. Cette situation entraîne non seulement une souffrance prolongée chez les patients, mais également un fardeau économique.

L'utilisation de l'IRM fonctionnelle (IRMf) dans le cadre des CPNE ouvre de nouvelles perspectives prometteuses. Contrairement aux outils traditionnels tels que l'EEG et la vidéo-EEG, l'IRMf permet de visualiser en temps réel les anomalies de connectivité fonctionnelle dans le cerveau, en se concentrant sur les zones impliquées dans la régulation des émotions, du contrôle moteur et de la perception corporelle.

L'objectif principal de cette étude est d'évaluer l'apport de l'IRM fonctionnelle dans le diagnostic des crises psychogènes non épileptiques (CPNE) en étudiant les anomalies de connectivité fonctionnelle chez des patients atteints de CPNE.

## MATERIELS ET METHODE

## Apport de l'IRMf dans les troubles conversifs type crise psychogène non épileptique (CPNE)

---

- **Type d'étude**

Il s'agit d'une étude clinique comparative et analytique, type cas-témoins, menée dans un cadre monocentrique exploratoire. Cette étude vise à mieux comprendre les anomalies de connectivité fonctionnelle cérébrale chez les patients atteints de crises psychogènes non épileptiques (CPNE).

- **Objectifs de l'étude**

Les principaux objectifs de cette étude sont les suivants :

1. Mettre en évidence les anomalies cérébrales structurelles chez les patients CPNE en interictale (état de repos)
2. Identifier les anomalies de connectivité cérébrale spécifiques aux patients CPNE en interictale, en se concentrant sur les réseaux cérébraux impliqués dans la régulation émotionnelle et motrice.
3. Étudier la connectivité cérébrale fonctionnelle chez les patients CPNE.
4. Identifier les modèles d'activation cérébrale associés aux crises psychogènes non épileptiques.
5. Soutenir l'utilisation de l'IRMf comme outil complémentaire dans le diagnostic des CPNE, en mettant en avant son potentiel pour détecter les dysfonctionnements neurobiologiques.

## Apport de l'IRMf dans les troubles conversifs type crise psychogène non épileptique (CPNE)

---

- **Participants**

- Groupe des cas : Il s'agit de 7 patients (hommes et femmes) recrutés parmi les patients suivis à l'Hôpital Universitaire Hassan II, principalement dans les services de psychiatrie et de neurologie médicale. Ces patients seront diagnostiqués avec des crises psychogènes non épileptiques sur la base d'une analyse clinique rigoureuse et des résultats de l'EEG ou de la vidéo-EEG.
- Groupe témoins : Il s'agit de 10 volontaires sains , (dont l'âge moyen est de 34 ans, compris entre 22 et 48 ans ; 3 femmes) sans antécédents de pathologies neurologiques ou psychiatriques.

- **Critères d'inclusion des cas :**

- ▲ Âge minimal de 18 ans.
- ▲ Diagnostic confirmé de CPNE par un psychiatre ou un neurologue, basé sur des symptômes cliniques typiques et des examens EEG/vidéo-EEG ne montrant pas de décharges épileptiformes.
- ▲ Consentement éclairé signé par chaque participant.

## Apport de l'IRMf dans les troubles convulsifs type crise psychogène non épileptique (CPNE)

---

- Critères d'exclusion des cas :
  - ▲ Patients atteints de troubles psychiatriques graves (schizophrénie, trouble bipolaire).
  - ▲ Troubles neurocognitifs majeurs.
  - ▲ Contre-indications à l'IRM (ex : présence d'un corps étranger métallique, pacemaker).
  - ▲ Patients ayant changé de pharmacothérapie au cours des quatre semaines précédant l'étude.

## Apport de l'IRMf dans les troubles convulsifs type crise psychogène non épileptique (CPNE)

---

- **Protocole expérimental**

L'IRM fonctionnelle sera réalisée en quatre phases :

1. **IRMf au repos** : Les patients seront invités à rester allongés, les yeux fermés, sans tâche spécifique, pour capturer l'activité cérébrale de base.
2. **Tâche d'encodage d'images émotionnelles** : Les patients verront des images à forte charge émotionnelle (positives, négatives, et neutres) pour évaluer leur réponse émotionnelle.  
L'activation de l'amygdale et du cortex préfrontal sera mesurée.
3. **IRMf post-tâches** : Une nouvelle session d'IRMf au repos sera réalisée après les tâches pour observer les modifications de l'activité cérébrale.

## Apport de l'IRMf dans les troubles conversifs type crise psychogène non épileptique (CPNE)

---

- **Déroulement de la séance :**

Nous avons utilisé un modèle en blocs, et les changements du signal BOLD (dépendant du niveau d'oxygénation du sang) ont été mesurés pendant la projection de neuf blocs de vingt-sept images sélectionnées dans la base de données du International Affective Picture System (IAPS) (NIMH Center for Emotion and Attention de l'Université de Floride).

Ces images ont été adaptées au contexte marocain. Il s'agit d'une base de données de photographies en couleur montrant des scènes, objets ou interactions sociales chargées émotionnellement.

Les photographies étaient réparties en trois catégories : neutres, négatives (ou désagréables) et positives (ou agréables), selon les évaluations subjectives fournies par l'IAPS. Les images des trois catégories étaient appariées en fonction du contenu (visages, animaux, objets, paysages et scènes).

Il y avait 3 images de la même valence dans chaque bloc. Les images étaient affichées pendant 6 secondes, cette durée étant choisie pour éviter le phénomène d'habituation qui commence à la 9e seconde.

Chaque bloc durait 18 secondes et était séparé du suivant par des périodes de repos de 18 secondes (une croix fixe blanche) (figure 1). Les blocs et les images à l'intérieur de chaque bloc étaient présentés de manière aléatoire.

## **Apport de l'IRMf dans les troubles convulsifs type crise psychogène non épileptique (CPNE)**

---

Ces images étaient présentées à l'aide d'un programme PowerPoint, selon une chronologie bien étudiée de 342 secondes, et projetées au patient dans des conditions d'imagerie, à l'aide d'un vidéoprojecteur, sur un miroir placé directement devant le patient, afin de lui permettre de voir les différentes images pendant qu'il passait son IRM cérébrale. Les patients devaient simplement regarder attentivement les images qui défilaient devant eux et compter de 1 à 10 pendant les périodes de repos.

### **Durée de la participation**

La participation de chaque patient durera environ 2 heures à 2 heures 30 minutes, incluant les entretiens médicaux avant et après l'IRM, ainsi que l'examen IRM proprement dit.

Aucune session de suivi n'est prévue dans le cadre de ce protocole.

## Apport de l'IRMf dans les troubles conversifs type crise psychogène non épileptique (CPNE)

---

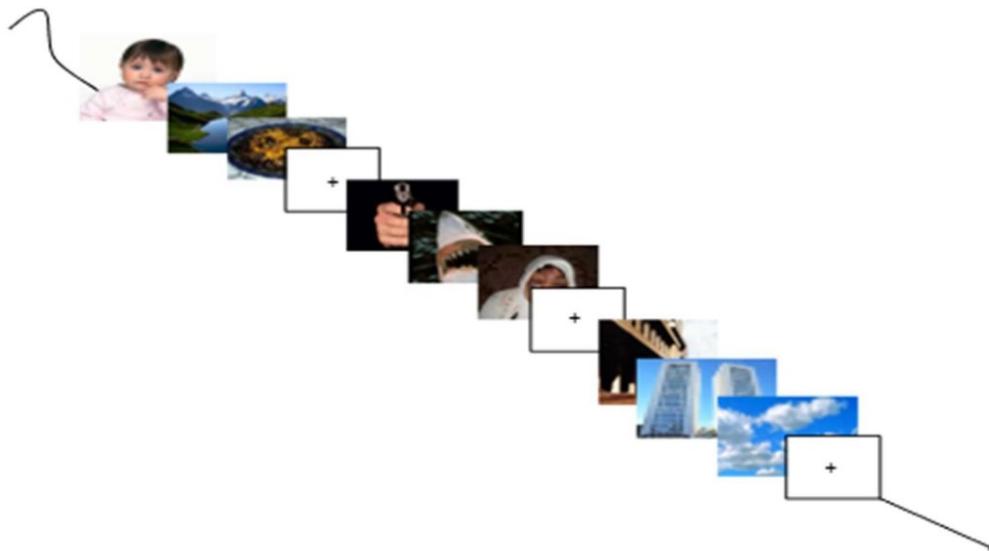
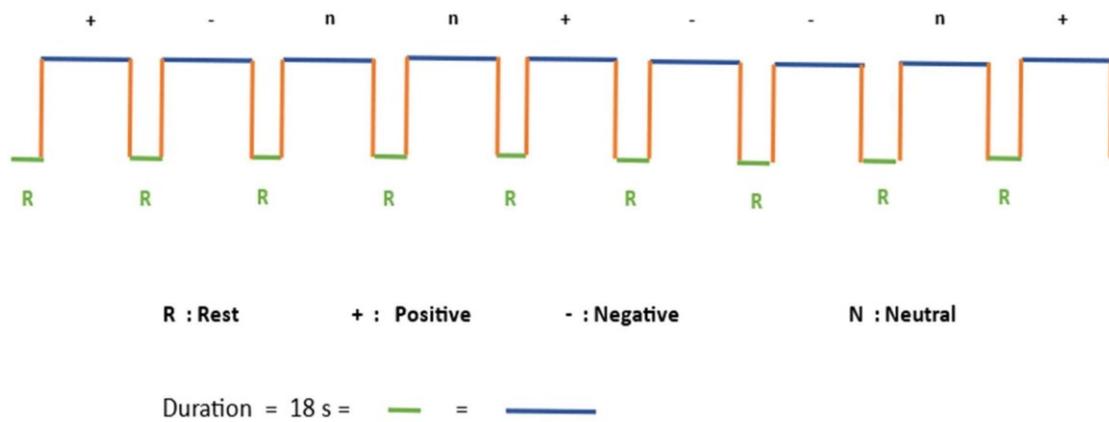


Figure 1 : Modèle de conception en blocs du test émotionnel illustrant la structure des différentes étapes du test.

## RESULTATS

## Apport de l'IRMf dans les troubles conversifs type crise psychogène non épileptique (CPNE)

---

### I. Acquisition des données :

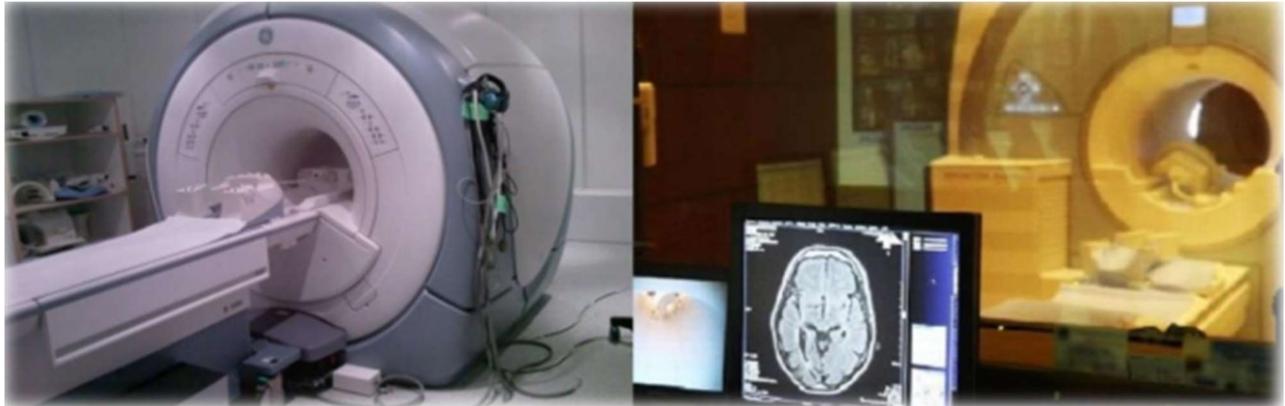
L'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) dépendante du niveau d'oxygénation du sang (BOLD) est une approche puissante pour définir l'activité dans le cerveau humain. L'IRMf BOLD détecte les augmentations locales de l'oxygénation relative du sang, qui sont probablement une conséquence directe de l'action des neurotransmetteurs, et reflètent donc la signalisation neuronale locale.

Le contraste dans une image par résonance magnétique (qui détermine la structure apparente de ce que nous voyons) dépend de la manière dont elle est acquise. En ajoutant des impulsions radiofréquences ou des gradients, et en choisissant soigneusement leurs moments, il est possible de mettre en évidence différentes caractéristiques des tissus imagés. Bien que l'IRM cartographie généralement la distribution de l'eau dans le cerveau, le contraste utile dans les images IRM ne provient pas uniquement des variations spatiales de l'atome d'hydrogène, mais aussi des différences dans les processus fondamentaux de résonance magnétique nucléaire appelés relaxation, caractérisés par des taux distincts ou des « temps de relaxation ». Il existe trois temps de relaxation d'intérêt principal en IRM : T1, T2 et T2\*. Ces temps décrivent la constante de temps pour le retour de la magnétisation à sa position d'équilibre alignée avec le champ magnétique statique du scanner lorsqu'elle est perturbée (relaxation T1) et les constantes de temps associées à la perte de signal une fois la magnétisation échantillonnée

## Apport de l'IRMf dans les troubles conversifs type crise psychogène non épileptique (CPNE)

---

(relaxations T2 et T2\*). Le T2\* est le temps de relaxation le plus pertinent pour comprendre le contraste dans les images IRMf.



**Figure 2 : Image supraconductrice avec un champ magnétique de 1,5 Tesla et salle de contrôle.**

Dans cette étude, les images IRM fonctionnelles et anatomiques ont été acquises à l'aide d'un imageur supraconducteur à champ élevé avec une puissance magnétique de 1,5 T (signa, General Electric, Milwaukee, USA). Cela offre un bon rapport signal/bruit et, par conséquent, une bonne qualité d'image. L'appareil est composé de plusieurs composants : la bobine principale supraconductrice qui génère le champ principal, les bobines de gradient transversales et longitudinales, et les bobines de correction. Les antennes, qui sont des bobines de cuivre de formes diverses entourant le patient ou la partie du corps à scanner, sont capables d'émettre et/ou de recevoir des ondes radiofréquences. Le tunnel de l'aimant dans lequel est introduit le patient est équipé de fonctions de confort (comme l'éclairage et la ventilation) et de moyens de communication entre le personnel soignant

## Apport de l'IRMf dans les troubles conversifs type crise psychogène non épileptique (CPNE)

---

et le patient (microphone et haut-parleurs). L'aimant, qui est le cœur de l'appareil IRM, est responsable de la production du champ magnétique principal, qui est constant et permanent.

Le paradigme d'activation est la séquence de stimuli et de tâches adoptées pour mettre en évidence l'activité cérébrale étudiée. Il repose sur l'alternance de deux phases, l'une de repos et l'autre d'activation. Au début, une séquence dite anatomique est acquise, permettant d'explorer l'ensemble du cerveau, puis des images fonctionnelles sont acquises dans le même plan que les images anatomiques. Pour répondre aux contraintes de résolution temporelle et de sensibilité  $T_2^*$ , les séquences IRMf sont généralement de type écho ultra-rapide (EG-EPI), avec des tailles de matrice réduites. Cette approche s'est avérée très sensible à l'effet  $T_2^*$  généré lors de l'effet BOLD, reflétant l'activité fonctionnelle des tissus corticaux.

Les paramètres d'acquisition sont les suivants : épaisseur des coupes (mm) : 5, orientation des coupes : Axiale, nombre de coupes : 31, temps d'acquisition du volume : 3 secondes, nombre de volumes : 60, temps de répétition [TR] = 3000 ms, temps d'écho [TE, ms] = 55, champ de vision (FOV) : 240. 60 volumes cérébraux ont été acquis en 3 minutes. Cependant, le contraste BOLD obtenu était très faible, il a donc été nécessaire de répéter les acquisitions au fil du temps. La séquence des tâches et leur répétition constituent le paradigme d'activation.

Ce paradigme IRMf-BOLD consistait en une tâche émotionnelle où les patients devaient regarder les images clignotant devant leurs yeux

## Apport de l'IRMf dans les troubles convulsifs type crise psychogène non épileptique (CPNE)

---

pendant 18 secondes, alternant avec 18 secondes de repos.

Pour identifier les régions d'activation cérébrale et évaluer la corrélation avec le paradigme utilisé, le scanner IRM produit une séquence d'images brutes à contraste élevé au format DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine). Ces images doivent ensuite être converties pour pouvoir être analysées numériquement et statistiquement.

## **II. Traitement des données :**

Les images originales ont été traitées à l'aide de SPM12 (Statistical Parametric Mapping) (<http://www.fil.ion.ucl.ac.uk/spm/>), fonctionnant sous MATLAB (R2022b, Matlab). Le logiciel SPM, développé depuis 1995 par le groupe de méthodologie du Wellcome Department of Cognitive Neurology à Londres sous la supervision de Karl Friston, est une approche basée sur les voxels, utilisant des inférences topologiques pour analyser les réponses régionales spécifiques aux facteurs expérimentaux.

Pour attribuer une réponse observée à une structure cérébrale ou à une région corticale particulière, les données sont généralement cartographiées dans un espace anatomique. Avant de modéliser statistiquement, il est nécessaire de réaligner et de normaliser les images dans un espace anatomique standard. Les principes généraux de la cartographie paramétrique statistique sont ensuite décrits et illustrés, en tenant compte des différents types d'inférences possibles avec différents modèles expérimentaux.

Pour mesurer l'amplitude du signal BOLD spécifique à la tâche, les données de neuroimagerie à chaque voxel sont modélisées comme une combinaison linéaire de variables explicatives avec un terme d'erreur résiduelle. SPM génère des images d'une statistique reflétant la « signification ». Ces SPM sont interprétés comme des processus statistiques spatialement étendus qui se comportent selon la théorie des champs gaussiens, permettant ainsi une caractérisation statistique

## Apport de l'IRMf dans les troubles conversifs type crise psychogène non épileptique (CPNE)

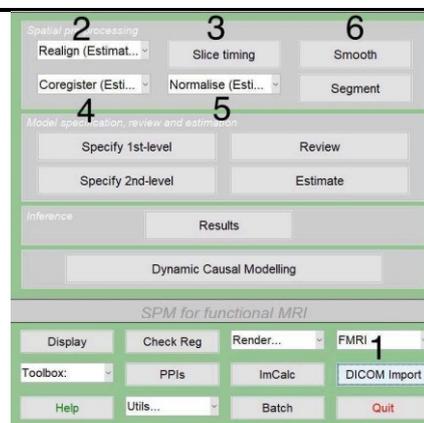
---

des réponses régionales spécifiques (par exemple, en utilisant des tests t ou des tests F). Cette technique permet de tester plusieurs facteurs qui peuvent contribuer aux variations du signal dans les données de neuroimagerie.

### i. Pré-traitement :

En pratique, le signal brut de l'IRMf doit passer par une série d'étapes de prétraitement requises pour l'analyse statistique. Lorsque nous prétraitons les données IRMf, nous nettoyons les images tridimensionnelles acquises à chaque TR. Un volume IRMf contient non seulement le signal d'intérêt (les changements dans le sang oxygéné), mais aussi des fluctuations qui ne nous intéressent pas, telles que les mouvements de la tête, les dérives aléatoires, la respiration et les battements cardiaques. Nous appelons ces fluctuations "bruit", car nous voulons les séparer du signal d'intérêt. Certaines peuvent être corrigées par modélisation, tandis que d'autres peuvent être réduites ou supprimées par le prétraitement.

Voici les étapes typiques de ce prétraitement :



## Apport de l'IRMf dans les troubles conversifs type crise psychogène non épileptique (CPNE)

---

- Conversion DICOM : La plupart des scanners produisent des données au format DICOM, tandis que l'analyse et la visualisation nécessitent que les images soient stockées au format NIfTI. Ces deux formats ont leur utilité spécifique : DICOM est complet et détaillé, tandis que NIfTI est simple et facile à utiliser. Une étape courante dans toute analyse de neuroimagerie consiste à convertir les images de DICOM en NIfTI.
- Réalignement et déformation : Si l'on considère une série temporelle comme un paquet de cartes, où chaque volume est une carte distincte, le réalignement permet de mettre toutes les cartes dans la même orientation et d'aligner les côtés. Le réalignement est une fonction de base permettant d'ajuster spatialement les images. Il repose sur des translations (déplacements dans les directions X, Y ou Z) et des rotations (autour des axes X, Y et Z) pour manipuler les scans. La déformation est utilisée pour corriger les distorsions spatiales autour des cavités remplies d'air dans la tête causées par des inhomogénéités du champ magnétique.
- Correction du temps d'acquisition des tranches : Contrairement à une photographie, où l'image entière est capturée en une seule fois, un volume IRMf est acquis en tranches. Chacune de ces tranches prend du temps à être acquise, allant de quelques dizaines à plusieurs centaines de

## Apport de l'IRMf dans les troubles conversifs type crise psychogène non épileptique (CPNE)

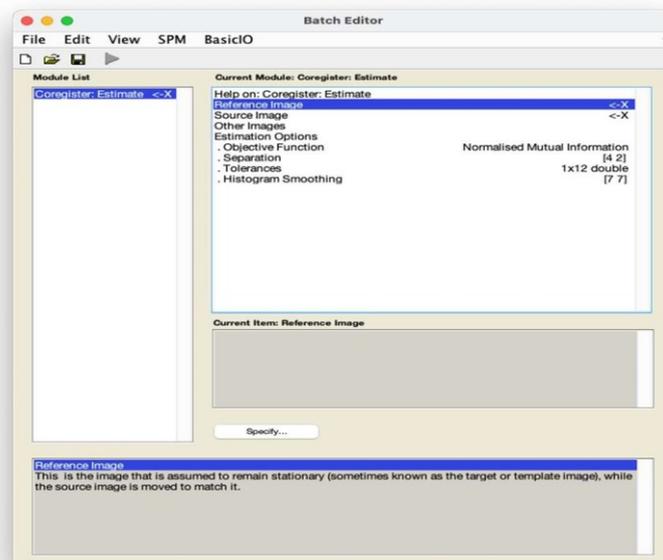
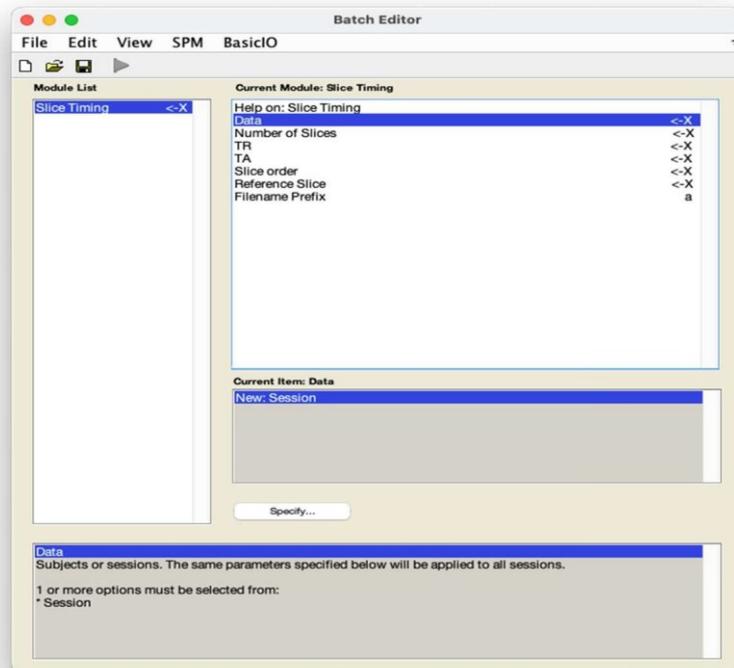
---

millisecondes. Pour modéliser les données à chaque voxel, nous supposons que toutes les tranches ont été acquises simultanément. Pour rendre cette hypothèse valide, la série temporelle de chaque tranche doit être décalée dans le temps en fonction de la durée nécessaire à l'acquisition de cette tranche.

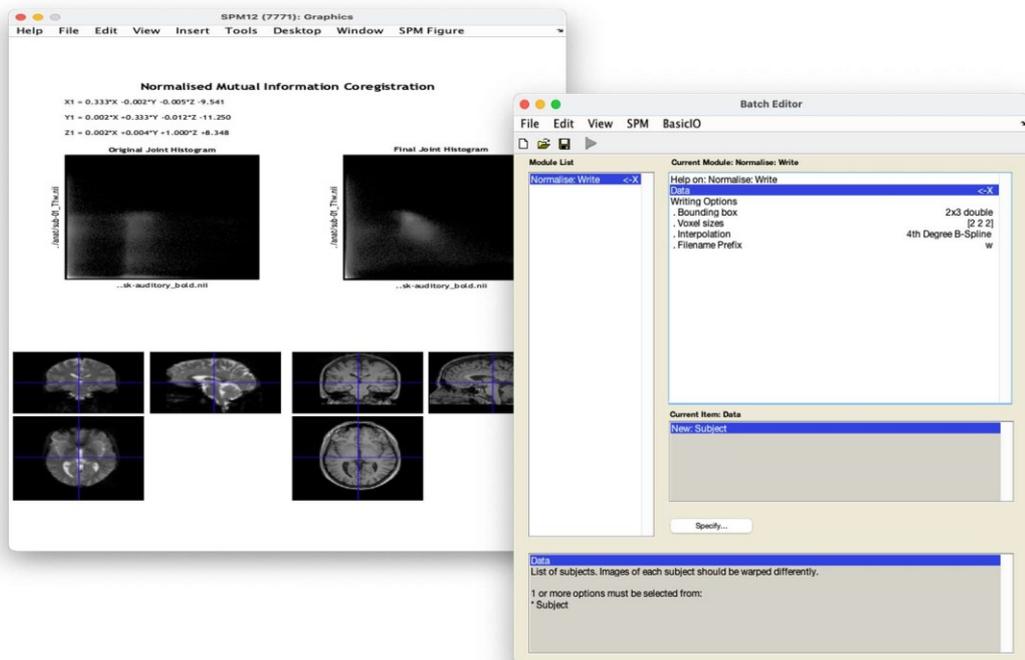
- Co-enregistrement et normalisation : Bien que les cerveaux humains soient similaires, il existe des différences de taille et de forme du cerveau. Par conséquent, si nous voulons faire une analyse de groupe, nous devons nous assurer que chaque voxel pour chaque sujet correspond à la même partie du cerveau. Cela se fait en enregistrant et en normalisant les images dans un espace standardisé.

# Apport de l'IRMf dans les troubles conversifs type crise psychogène non épileptique (CPNE)

---



# Apport de l'IRMf dans les troubles conversifs type crise psychogène non épileptique (CPNE)



- Lissage : Bien que le lissage réduit la résolution spatiale des données fonctionnelles, il présente des avantages, notamment la réduction du bruit et l'amélioration du signal en moyennant les voxels voisins. Le lissage est généralement effectué à l'aide d'un noyau gaussien, dont la taille est donnée par sa largeur à mi-hauteur (FWHM).

## ii. Spécification du modèle

Maintenant que le premier run fonctionnel a été prétraité, nous pouvons ajuster un modèle aux données. Pour comprendre comment fonctionne l'ajustement du modèle, il est nécessaire de revoir quelques notions fondamentales comme le Modèle Linéaire Général (GLM), la réponse BOLD, et ce qu'est une série temporelle. Après avoir revu ces concepts, nous sommes prêts à réaliser une analyse de premier niveau.

## Apport de l'IRMf dans les troubles conversifs type crise psychogène non épileptique (CPNE)

---

1. La série temporelle représente le signal mesuré à chaque voxel. Les ensembles de données IRMf contiennent plusieurs volumes reliés entre eux comme des perles sur un fil ; nous appelons cette série concaténée de volumes un run de données. Le signal mesuré à chaque voxel tout au long du run est appelé série temporelle. Il en résulte qu'il y a autant de séries temporelles que de voxels dans votre ensemble de données. Dans SPM, un run est appelé session, et il n'y a malheureusement pas de moyen facile de visuali..
2. En 1990, un chercheur des Bell Laboratories nommé Seiji Ogawa a découvert qu'une plus grande quantité de sang désoxygéné entraîne une diminution du signal mesuré dans une région du cerveau. Une augmentation du sang oxygéné, en revanche, accroît le signal, et il a été démontré par la suite que cette augmentation du sang oxygéné est corrélée à une augmentation de l'activité neuronale. Ce changement de signal est connu sous le nom de signal BOLD (dépendant du niveau d'oxygénation du sang).
3. Avec un GLM, nous pouvons utiliser une ou plusieurs variables explicatives (ou variables indépendantes) pour ajuster un modèle à une mesure de résultat (ou variable dépendante). Pour ce faire, nous calculons des coefficients appelés poids bêta, qui sont les pondérations relatives attribuées à chaque variable explicative pour ajuster au mieux les données. Toute

## Apport de l'IRMf dans les troubles conversifs type crise psychogène non épileptique (CPNE)

---

divergence entre le modèle et les données est appelée résidu.

Le GLM suppose que les données peuvent être modélisées comme une combinaison linéaire.

### a. Analyse de premier niveau

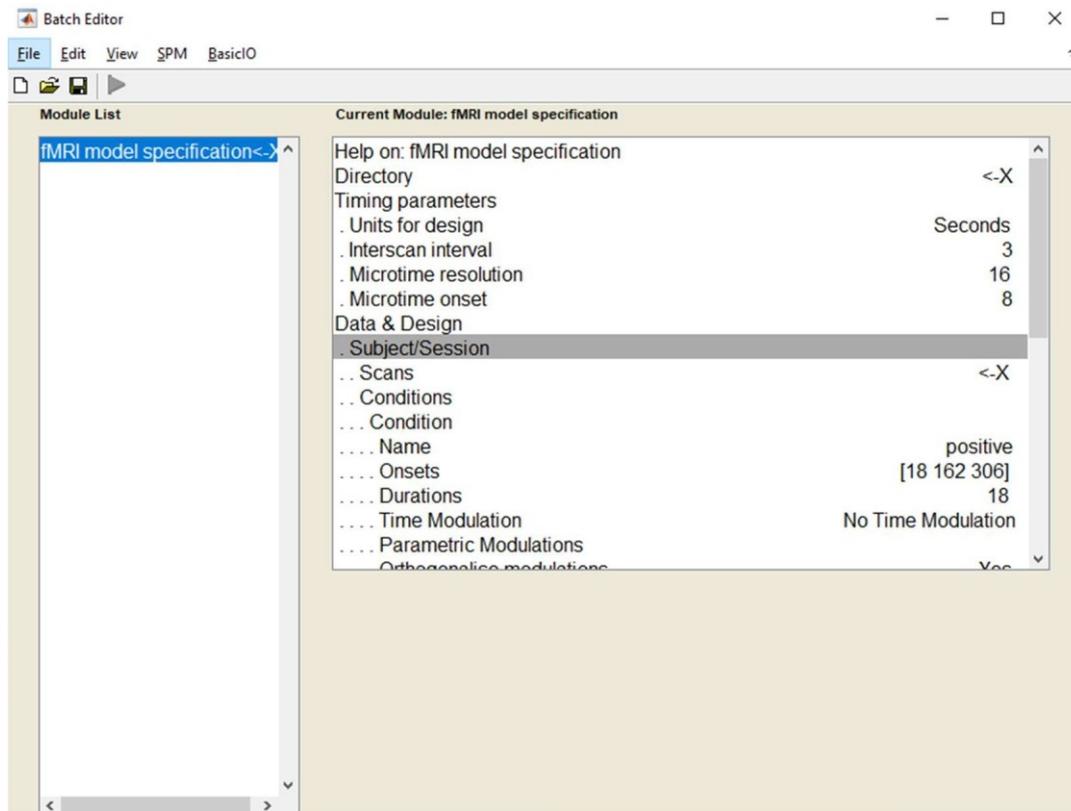
Notre objectif est de créer la série temporelle ajustée afin de pouvoir utiliser les poids bêta estimés dans une analyse de groupe. Mais pour cela, nous devons d'abord créer notre série temporelle idéale.

Dans notre étude, nos fichiers de chronométrage étaient les suivants :

- Condition 1 : Nom : positif, Début : 18, 162, 306,  
Durée : 18 secondes
- Condition 2 : Nom : négatif, Début : 54, 198, 234,  
Durée : 18 secondes
- Condition 3 : Nom : neutre, Début : 90, 126, 270,  
Durée : 18 secondes.

## Apport de l'IRMf dans les troubles conversifs type crise psychogène non épileptique (CPNE)

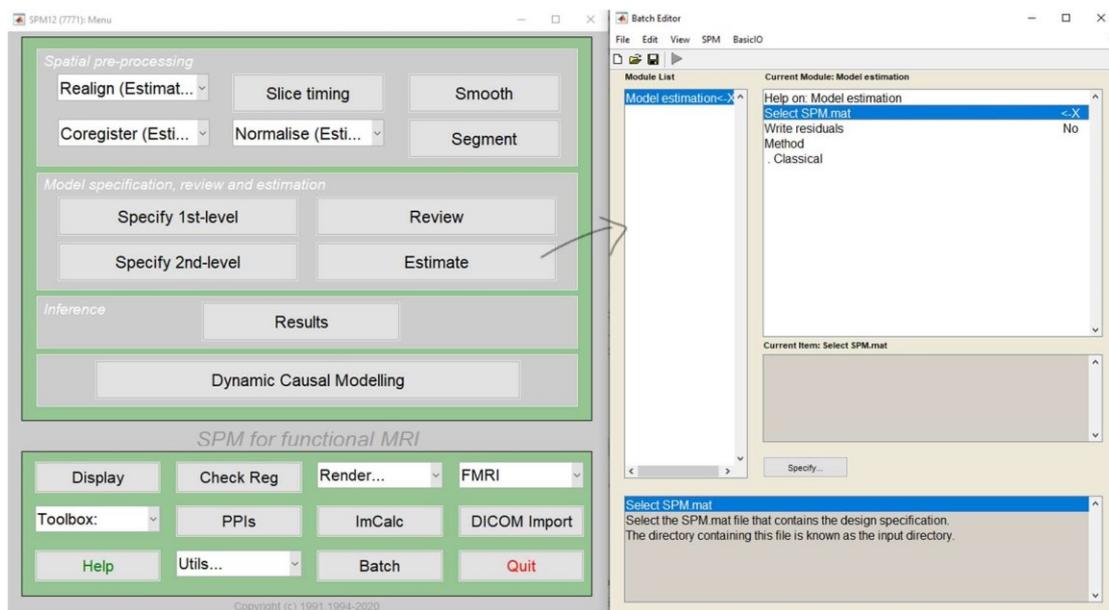
---



Après avoir créé les fichiers de chronométrage, nous pouvons les utiliser conjointement avec nos données d'imagerie pour créer des cartes paramétriques statistiques. Ces cartes indiquent la force de la corrélation entre notre série temporelle idéale (qui consiste en nos moments de début convolués avec la HRF) et la série temporelle que nous avons collectée pendant l'expérience. L'amplitude de la modulation de la HRF est représentée par un poids bêta, qui est ensuite converti en statistique t lorsque nous créons des contrastes en utilisant le gestionnaire de contraste de SPM.

Maintenant que nous avons créé notre GLM, nous devons estimer les poids bêta pour chaque condition.

## Apport de l'IRMf dans les troubles conversifs type crise psychogène non épileptique (CPNE)



### b. Création des contrastes

Une fois que nous avons terminé d'estimer le modèle, nous sommes prêts à créer des contrastes. Nous avons estimé un poids bêta pour la condition positive, un poids bêta pour la condition négative, et un poids bêta pour la condition neutre, et nous avons utilisé chacune de ces conditions pour calculer trois estimations de contraste différentes à chaque voxel du cerveau. Faire cela pour chaque voxel créera une carte de contraste.

Les résultats s'affichent sur un cerveau en verre, ce qui montre nos résultats dans l'espace standardisé selon trois plans orthogonaux, avec des taches sombres représentant des clusters de voxels ayant franchi notre seuil statistique. En haut à droite figure une copie de notre matrice de conception et du contraste actuellement observé, et en bas,

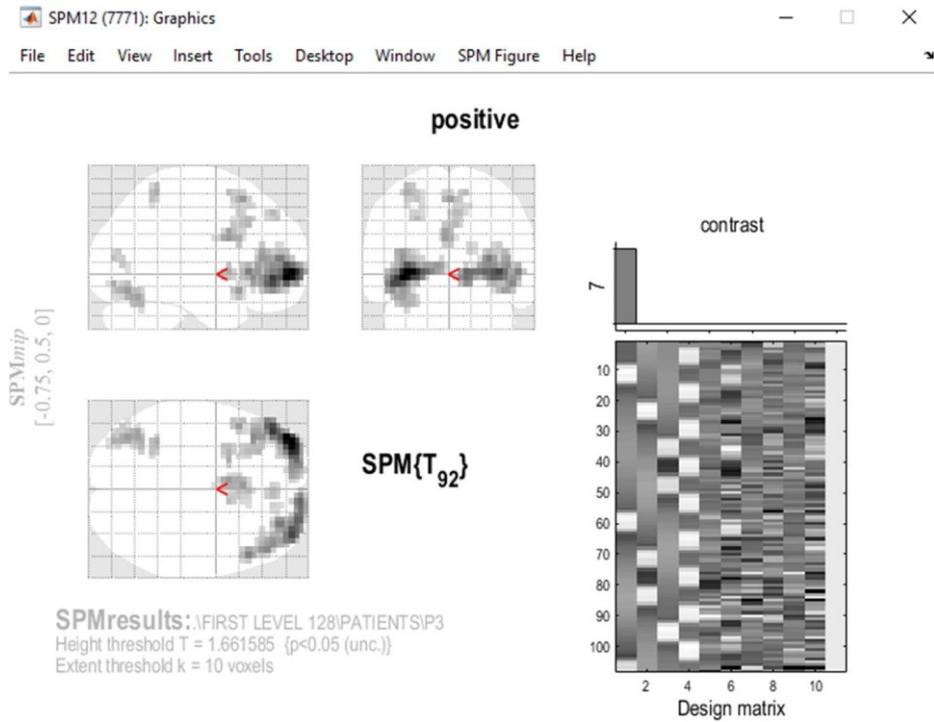
## Apport de l'IRMf dans les troubles convulsifs type crise psychogène non épileptique (CPNE)

---

un tableau répertoriant les coordonnées et la signification statistique de chaque cluster.

Le volume d'activation est calculé à l'aide d'ImageJ, un logiciel de traitement et d'analyse d'images multi-plateforme et open-source. Il peut être utilisé pour compter les particules, évaluer leurs rapports d'aspect, mesurer diverses quantités (distances, surfaces, volumes) et extraire les coordonnées de contour.

# Apport de l'IRMf dans les troubles conversifs type crise psychogène non épileptique (CPNE)



**Statistics: p-values adjusted for search volume**

| set-level |       | cluster-level  |                |       |              | peak-level     |                |       |         |              | mm mm mm |     |     |
|-----------|-------|----------------|----------------|-------|--------------|----------------|----------------|-------|---------|--------------|----------|-----|-----|
| p         | c     | $p_{FWE-corr}$ | $q_{FDR-corr}$ | $k_E$ | $p_{uncorr}$ | $p_{FWE-corr}$ | $q_{FDR-corr}$ | T     | $(Z_E)$ | $p_{uncorr}$ |          |     |     |
| 1.000     | 9     | 0.660          | 0.482          | 254   | 0.027        | 0.020          | 0.019          | 5.03  | 4.71    | 0.000        | -34      | 57  | 0   |
|           |       |                |                |       |              | 0.412          | 0.272          | 4.03  | 3.85    | 0.000        | -42      | 42  | -5  |
|           |       |                |                |       |              | 1.000          | 0.994          | 2.84  | 2.77    | 0.003        | -38      | 27  | -5  |
|           |       | 0.680          | 0.482          | 248   | 0.028        | 0.551          | 0.309          | 3.88  | 3.73    | 0.000        | 37       | 57  | 0   |
|           |       |                |                |       |              | 0.897          | 0.701          | 3.49  | 3.37    | 0.000        | 26       | 60  | 0   |
|           |       |                |                |       |              | 0.945          | 0.744          | 3.39  | 3.28    | 0.001        | 10       | 64  | 0   |
|           |       | 1.000          | 0.914          | 79    | 0.190        | 1.000          | 0.994          | 2.65  | 2.60    | 0.005        | -4       | 8   | 25  |
|           |       |                |                |       |              | 1.000          | 0.994          | 2.61  | 2.56    | 0.005        | -1       | 19  | 55  |
|           |       |                |                |       |              | 1.000          | 0.994          | 2.19  | 2.16    | 0.015        | 3        | 23  | 35  |
|           |       | 1.000          | 0.914          | 55    | 0.271        | 1.000          | 0.994          | 2.63  | 2.57    | 0.005        | -38      | -71 | -15 |
|           |       |                |                |       |              | 1.000          | 0.994          | 2.58  | 2.52    | 0.006        | -38      | -63 | -20 |
|           |       |                |                |       |              | 1.000          | 0.994          | 2.42  | 2.38    | 0.009        | -34      | -82 | -10 |
|           |       | 1.000          | 0.914          | 17    | 0.551        | 1.000          | 0.994          | 2.41  | 2.37    | 0.009        | -20      | 8   | 0   |
|           |       |                |                |       |              | 1.000          | 0.994          | 2.39  | 2.35    | 0.009        | -34      | -48 | 60  |
|           |       |                |                |       |              | 1.000          | 0.994          | 2.10  | 2.07    | 0.019        | -27      | -52 | 55  |
| 1.000     | 0.914 | 12             | 0.623          | 1.000 | 0.994        | 2.24           | 2.21           | 0.014 | 3       | 42           | 45       |     |     |
|           |       |                |                | 1.000 | 0.994        | 2.20           | 2.17           | 0.015 | -27     | 23           | 40       |     |     |
|           |       |                |                | 1.000 | 0.994        | 1.80           | 1.79           | 0.037 | -23     | 16           | 50       |     |     |
| 1.000     | 0.914 | 11             | 0.640          | 1.000 | 0.994        | 2.12           | 2.09           | 0.018 | -38     | -82          | 10       |     |     |
|           |       |                |                | 1.000 | 0.994        | 1.99           | 1.97           | 0.025 | -46     | -74          | 5        |     |     |

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 1.66, p = 0.049 (1.000)  
 Extent threshold: k = 10 voxels, p = 0.658 (1.000)  
 Expected voxels per cluster, <k> = 49.016  
 Expected number of clusters, <c> = 26.47  
 FWEp: 4.765, FDRp: 4.971, FWEc: Inf, FDRc: Inf

Degrees of freedom = [1.0, 92.0]  
 FWHM = 16.3 14.2 15.8 mm mm mm; 4.3 3.8 3.2 (voxels)  
 Volume: 1641094 = 23340 voxels = 387.4 resels  
 Voxel size: 3.8 3.8 5.0 mm mm mm; (resel = 51.68 voxels)

### **c. Analyse de second niveau**

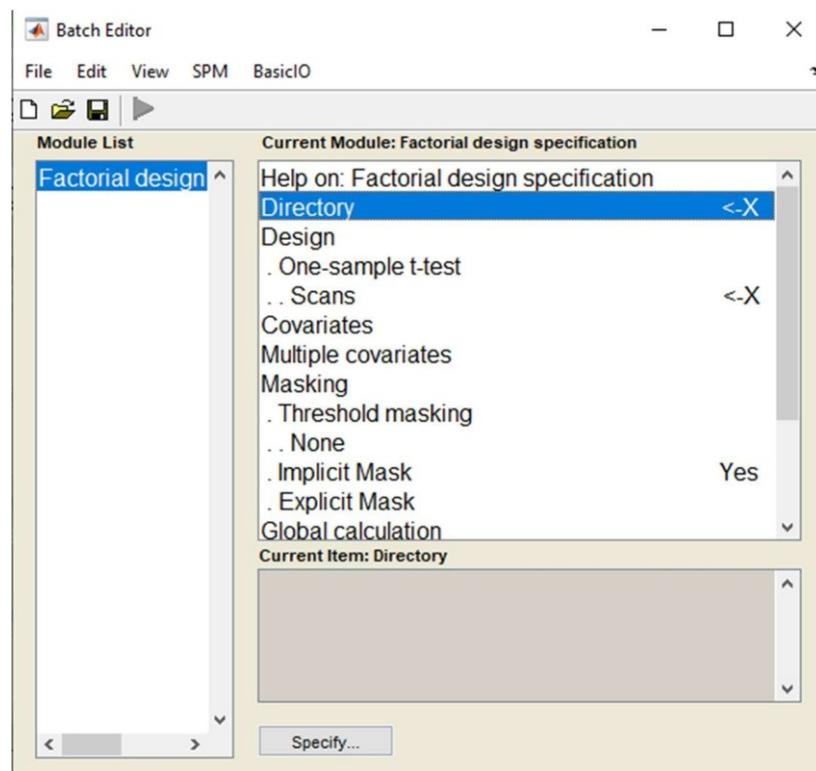
Notre objectif dans l'analyse de cet ensemble de données est de généraliser les résultats à la population à partir de laquelle l'échantillon a été tiré (patients atteints d'épilepsie temporale pharmacorésistante). Pour tester cela, nous allons effectuer une analyse de groupe (également connue sous le nom d'analyse de second niveau).

Dans SPM, cela signifie que nous calculons l'erreur standard et la moyenne d'une estimation de contraste, puis testons si l'estimation moyenne est statistiquement significative. Nous réaliserons cette analyse de groupe en utilisant une approche par statistiques résumées, qui ignore la variabilité dans les estimations des paramètres et effectue un test t sur la moyenne des estimations des paramètres de chaque patient.

Une fois que toutes les analyses de premier niveau sont terminées, nous avons effectué un test t à échantillon unique. Il n'y a que deux champs à remplir : le répertoire de sortie pour les résultats et les scans sur lesquels nous allons effectuer le test – en d'autres termes, les images de contraste créées (pour chaque émotion séparément) lors de chaque analyse de premier niveau pour les 7 patients dans notre étude.

## Apport de l'IRMf dans les troubles conversifs type crise psychogène non épileptique (CPNE)

---

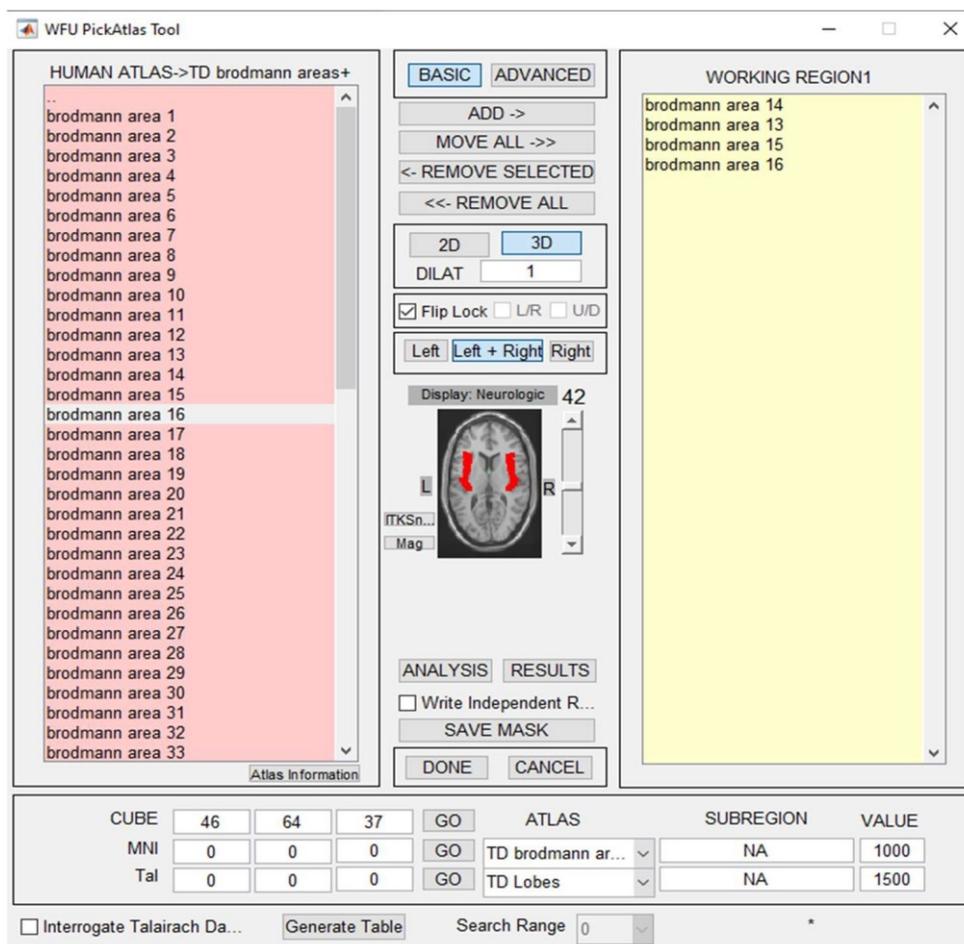


Lorsque nous aurons terminé, nous devons estimer le modèle, comme nous l'avons fait avec les analyses de premier niveau, ainsi que définir des contrastes pour les trois émotions.

## Apport de l'IRMf dans les troubles conversifs type crise psychogène non épileptique (CPNE)

### iii. Analyse ROI :

Bien que SPM soit livré avec une bibliothèque étendue pour l'analyse des données IRMf, il n'inclut pas certains outils nécessaires pour des analyses plus avancées, comme les analyses de régions d'intérêt (ROI). Pour créer ces régions anatomiques d'intérêt, nous avons utilisé l'outil WFU PickAtlas, un atlas populaire et générateur de régions d'intérêt. Il contient un atlas humain où nous pouvons générer différents masques des zones souhaitées.



Une fois que nous avons créé le masque, nous pouvons ensuite extraire les estimations de contraste de chaque sujet à partir de celui-ci.

#### **vi. Analyse statistique quantitative**

L'analyse statistique des données quantitatives obtenues lors de l'évaluation des activations est exprimée par type d'émotion et est réalisée à l'aide d'une analyse de variance (ANOVA). Le seuil de différence significative est fixé à une probabilité d'erreur standard de 5%, soit  $P < 0,05$ .

Ainsi, pour chaque patient et chaque témoin sain, la carte d'activation individuelle est obtenue et calculée pour évaluer le niveau d'activation provoqué par chaque type d'émotion (positive, négative, neutre). Les activations cérébrales globales générées par un même type d'émotion dans les deux groupes différents (patients atteints d'épilepsie temporale pharmacorésistante et témoins sains) (positif contre positif, neutre contre neutre, et négatif contre négatif) ont ensuite été comparées.

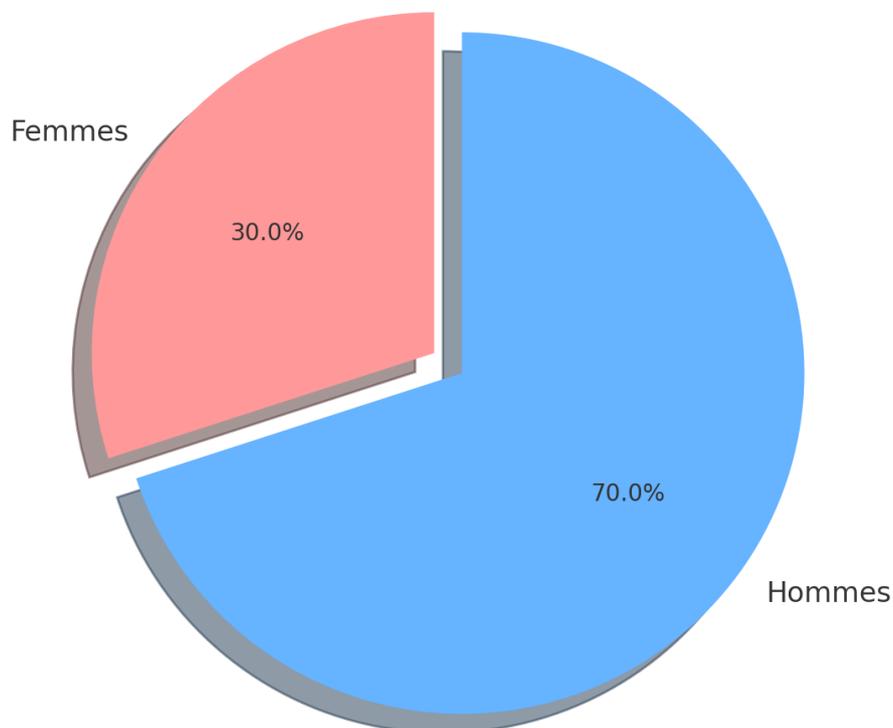
Le résultat est considéré comme significatif pour un  $P < 0,05$ . De même, le score d'activation produit par chaque type d'émotion (positive, négative ou neutre) a été calculé dans les deux groupes (en utilisant l'analyse de premier niveau). Le résultat est considéré comme significatif pour un  $P < 0,05$ .

### **III. RESULTATS :**

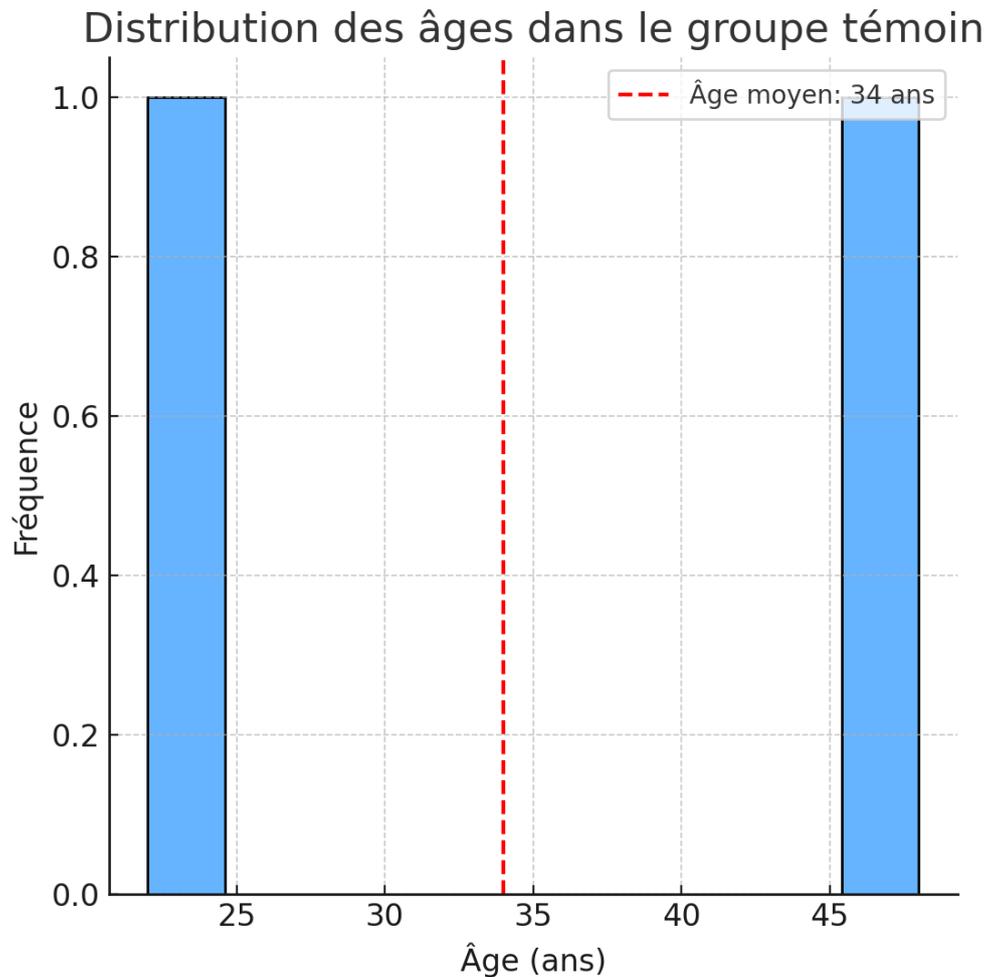
#### **1. Profil Epidémiologique et Clinique :**

Le groupe témoin au nombre de 10 personnes en bonne santé dont l'âge moyen de 34 ans, allant de 22 à 48 ans ; 3 de sexe féminin et 7 sexe masculin , sans troubles psychiatriques ou neurologiques et ne prenant aucun médicament ayant un effet sur le système nerveux central ont été recrutés. Il n'y avait pas de différences significatives de l'âge entre les groupes de témoins et de patients. Cependant, le groupe témoin avait un niveau d'éducation plus élevé, avec 17 années de scolarité.

Répartition par sexe dans le groupe témoin



Apport de l'IRMf dans les troubles conversifs type crise psychogène non  
épileptique (CPNE)



- **Groupe Cas :**
- L'échantillon recruté des cas répondant aux critères d'inclusion sont au nombre de 7, et sont toutes de sexe féminin.
- Les données montrent que l'âge des patientes varie entre **24 ans** et **56 ans**, avec une moyenne de **31,43 ans**. Cela reflète une population adulte relativement jeune à moyenne, avec une amplitude d'âge significative( Figure 3).
- Concernant les antécédents médicaux, une patiente souffre de cardiopathie, et une suivie pour Asthme stabilisé sous

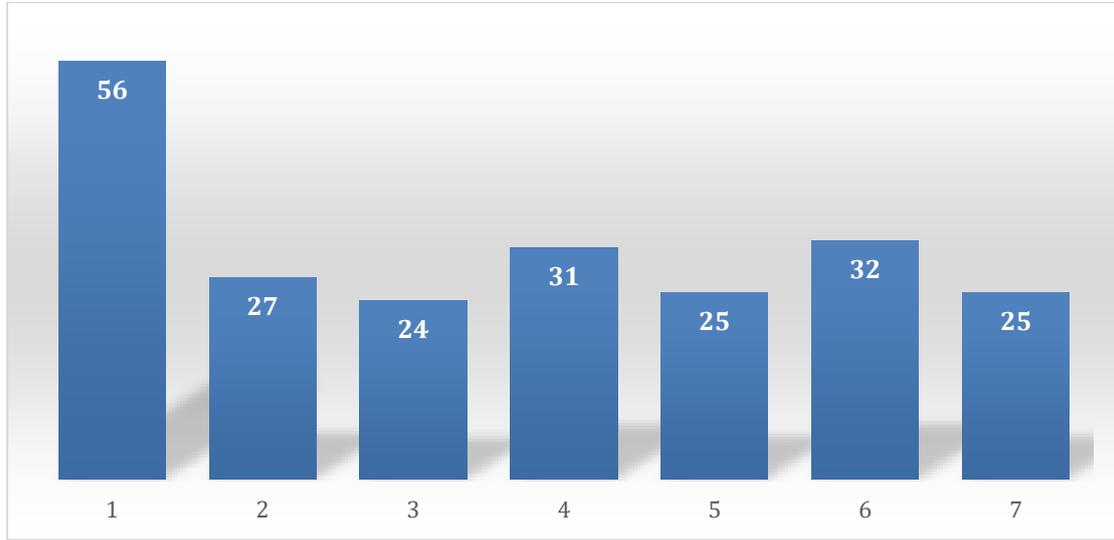
## Apport de l'IRMf dans les troubles conversifs type crise psychogène non épileptique (CPNE)

---

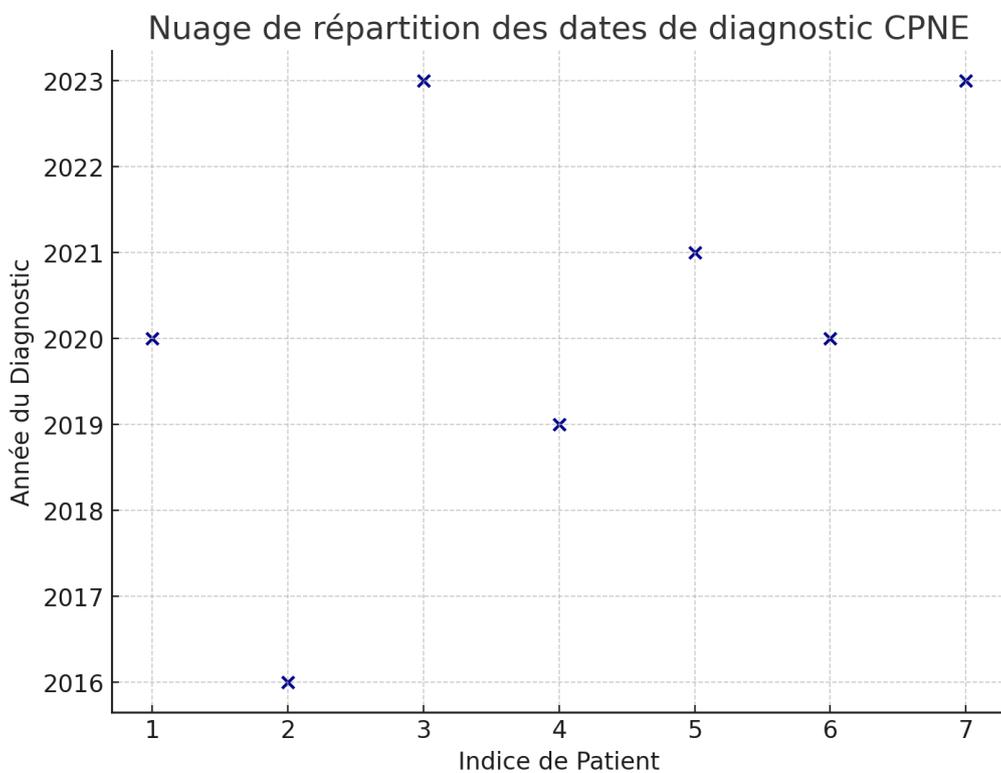
- traitement.. Du point de vue chirurgical, une patiente a subi une cholécystectomie et une autre a subi une césarienne, tandis que les autres n'ont pas d'antécédents chirurgicaux.
- Une patiente présente des antécédents neurologiques de migraine, tandis que les autres n'ont pas de troubles neurologiques notables. Toutes les patientes n'ont aucun antécédent toxique ni judiciaire.
  - Sur le plan psychiatrique, toutes les patientes sont diagnostiquées avec des crises psychogènes non épileptiques (CPNE), dont les dates de diagnostic sont figurées sur (La figure 4).
  - Les données révèlent une variété de niveau d'éducation et de professions parmi les patientes : Deux d'entre elles ne sont pas scolarisées, tandis que les autres ont des niveaux d'études allant du collège jusqu'à l'université.
  - Sur le plan professionnel, quatre patientes sont des femmes au foyer, l'une est serveuse dans un restaurant, une autre est coiffeuse, et la dernière est étudiante.c
  - Statut matrimonial : 42,9 % des patientes sont mariées, tandis que 28,6 % sont divorcées et 28,6 % célibataires ( Figure 5 ).
  - La majorité des patientes prennent des antidépresseurs, avec d'autres prenant des anxiolytiques, des

## Apport de l'IRMf dans les troubles conversifs type crise psychogène non épileptique (CPNE)

antipsychotiques, et une combinaison d'antiépileptique, hypolipémiant et antiagrégant ( Figure 6).



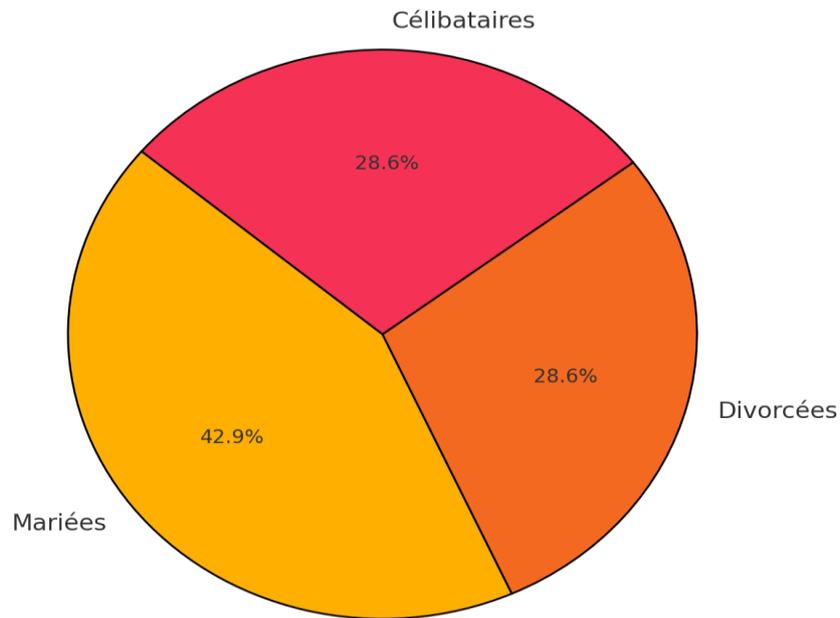
**Figure 3: Répartition des patients CPNE en fonction de l'âge( en nombre d'années)**



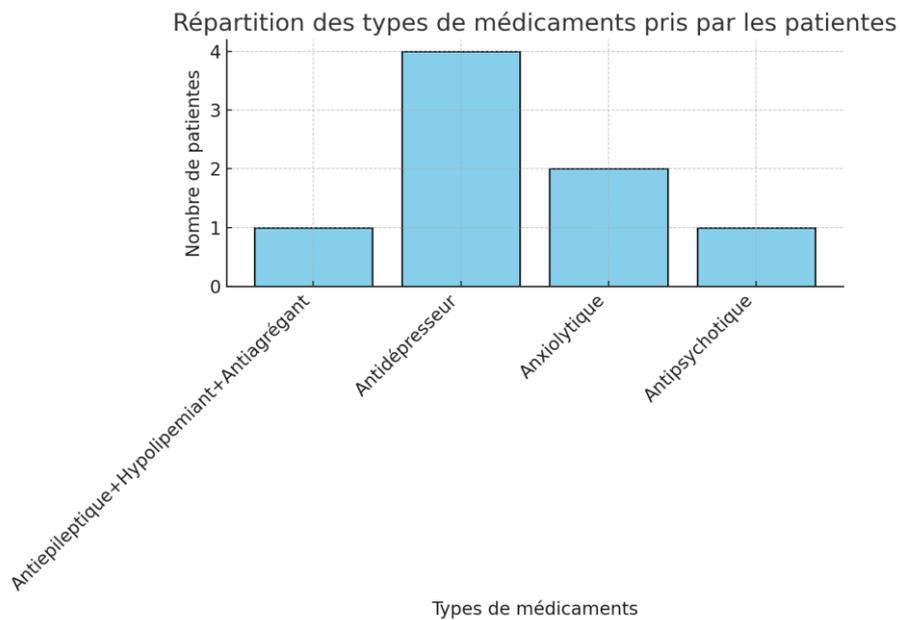
**Figure 4 : Dates d'établissement de diagnostic CPNE.**

## Apport de l'IRMf dans les troubles conversifs type crise psychogène non épileptique (CPNE)

Statut matrimonial chez les patientes CPNE



**Figure 5 : Répartition du Statut matrimonial chez les Patientes CPNE.**

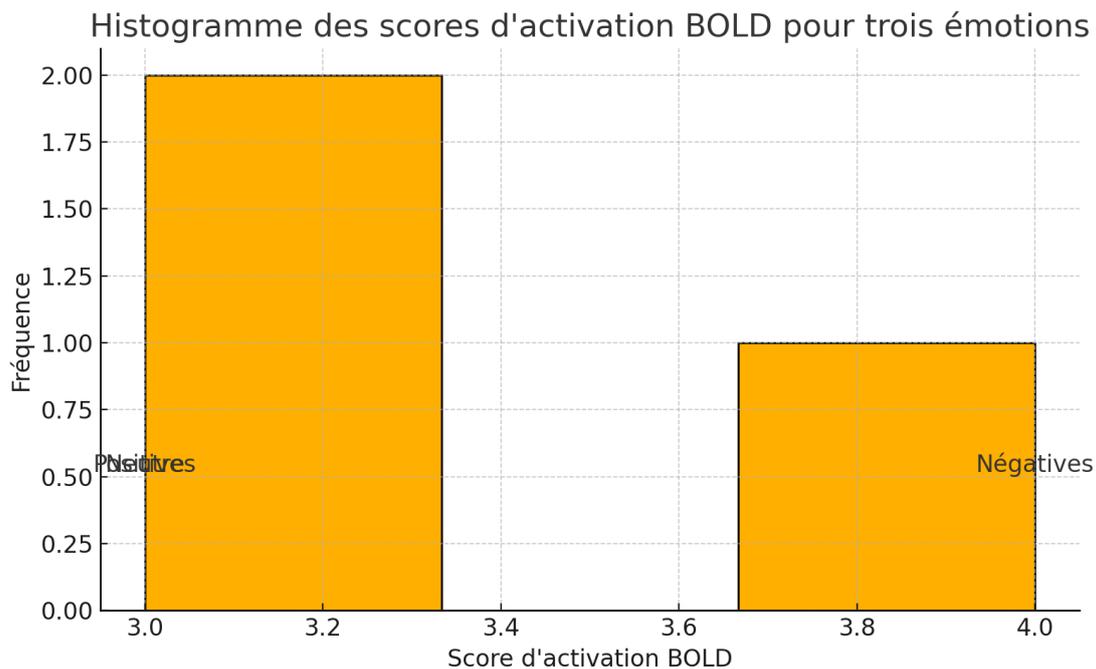


**Figure 6 : Répartition des patients cas en fonction du type de médicaments.**

## 2. Les données de l'IRMf :

- Les résultats examinant l'activation cérébrale chez les individus sains exposés à des stimuli émotionnels (négatifs, positifs, et neutres) montrent des schémas d'activation distincts pour chaque type de stimuli :
- Stimuli négatifs : Entraîne une activation accrue de l'amygdale et de l'insula antérieure.
- Stimuli positifs : Lors de l'exposition à des stimuli positifs, les images de l'IRMf montrent une activité accrue au niveau du cortex orbitofrontal et le striatum.
- Stimuli neutres : Les stimuli neutres, quant à eux, entraînent peu ou pas d'activation notable dans les régions émotionnelles. Les images montrent une activité de base, sans engagement significatif des zones émotionnelles spécifiques.
- Le score d'activation global est plus élevé pour les émotions négatives que pour les émotions positives ou neutres dans le groupe Témoins.
- Cependant, nous avons trouvé un effet principal significatif pour le score d'activation dans l'émotion positive ( $p=0,042$ ). (figure 7)

## Apport de l'IRMf dans les troubles conversifs type crise psychogène non épileptique (CPNE)



**Figure 7 : Le score d'activation BOLD fMRI dans l'ensemble du cerveau chez les témoins sains pour les trois émotions.**

- Les résultats obtenus pour l'activation de l'ensemble du cerveau dans les trois émotions chez le groupe de cas atteints de crises psychogènes non épileptiques (CPNE), ainsi que l'analyse détaillée des images d'IRMf, sont actuellement en cours d'analyse.
- L'acquisition et l'interprétation des données IRMf pour les trois émotions sélectionnées—peur, colère et tristesse—nécessitent une attention particulière pour garantir la fiabilité et la précision des résultats. Une première étape a déjà permis de recueillir des images cérébrales chez les participants, et les premières observations montrent des tendances

## Apport de l'IRMf dans les troubles conversifs type crise psychogène non épileptique (CPNE)

---

intéressantes, notamment en termes de variations d'activation dans certaines régions cérébrales impliquées dans la régulation émotionnelle. Cependant, l'analyse complète et exhaustive des scores d'activation cérébrale, ainsi que la comparaison statistique rigoureuse entre les différentes émotions est en cours.

- Pour cette comparaison statistique, nous utilisons l'analyse de variance (ANOVA), une méthode qui permet de déterminer s'il existe des différences significatives dans les niveaux d'activation cérébrale en fonction des émotions étudiées. L'ANOVA sera appliquée aux données de l'IRMf pour identifier les régions cérébrales où l'activation varie de manière significative en réponse aux différents stimuli émotionnels.
- Ce processus est particulièrement minutieux, car il implique de nombreux ajustements pour contrôler les biais potentiels et garantir que les résultats reflètent de manière fidèle les réponses cérébrales spécifiques aux patients CPNE. Actuellement, les données sont en phase de traitement statistique, et les premiers résultats devraient permettre de mieux comprendre les circuits neuronaux dysfonctionnels chez ces patients.

## Apport de l'IRMf dans les troubles convulsifs type crise psychogène non épileptique (CPNE)

---

- Nous prévoyons que l'analyse statistique ainsi que la synthèse des résultats d'activation cérébrale pour chaque émotion chez les patients CPNE seront finalisées dans les prochaines semaines. Une fois ces étapes franchies, les données seront comparées aux résultats obtenus chez les témoins afin de permettre des conclusions cliniques pertinentes et d'approfondir notre compréhension des mécanismes neuronaux en jeu dans les crises psychogènes non épileptiques.

## DISCUSSION

## DONNÉES DE LA LITTÉRATURE

Plusieurs études ont démontré que les patients atteints de CPNE présentent des anomalies de connectivité fonctionnelle dans des régions clés du cerveau, telles que l'amygdale, le cortex préfrontal et l'insula.

- Van der Kruijs et al. (2012): L'étude montre une connectivité accrue dans les régions impliquées dans l'émotion (insula), le contrôle exécutif (gyrus frontal inférieur et cortex pariétal), et le mouvement (sillon précentral), suggérant un rôle clé de la dissociation psychoforme dans la survenue des crises PNES.
- Sasikumar et al. (2021): Des études d'imagerie montrent une hypoactivation des voies motrices corticales et sous-corticales et une modulation accrue du système limbique chez les patients atteints de troubles fonctionnels du mouvement (FMD), soutenant l'idée d'une altération de la régulation motrice top-down et du traitement émotionnel.

L'étude actuelle a utilisé des tâches cognitives et émotionnelles pour examiner l'activation cérébrale post-tâches. La tâche d'encodage émotionnel montre une activation anormale de l'amygdale et du cortex préfrontal, ce qui est en ligne avec les résultats de plusieurs études antérieures.

## Apport de l'IRMf dans les troubles conversifs type crise psychogène non épileptique (CPNE)

---

- Aybek et al. (2014): Les patients CPNE montrent une hyperactivation de l'amygdale et de l'insula en réponse à des images négatives, expliquant la dissociation émotionnelle.
- Sasikumar et al. (2021) : Chez les patients atteints de FMD, une connectivité réduite a été observée dans le cortex sensorimoteur et le cervelet, suggérant une désintégration du feedback sensorimoteur pendant les mouvements.

Les CPNE partagent des caractéristiques neurobiologiques avec d'autres troubles dissociatifs, comme le trouble de stress post-traumatique (TSPT). Les anomalies de connectivité observées sont similaires à celles des patients souffrant de TSPT.

- Lanius et al. (2004) : Une connectivité réduite entre le cortex préfrontal et l'amygdale est observée dans le TSPT, limitant la régulation des réponses émotionnelles.

Le réseau par défaut (DMN) montre des anomalies chez les patients CPNE, souvent associées à des processus dissociatifs. Ces anomalies sont souvent associées à des altérations de la conscience de soi et à une désintégration des réponses émotionnelles

- Schneider et al. (2017) : L'activation anormale du DMN chez les patients CPNE pourrait être liée à leur propension à des états mentaux dissociatifs, même hors crise, ce qui renforce l'idée que ces patients peuvent entrer dans des états mentaux dissociatifs en réponse à des stress émotionnels.

## **LIMITES DES ÉTUDES ANTÉRIEURES ET AVANCÉES**

Contrairement à certaines études antérieures, L'une des avancées de notre étude actuelle est l'utilisation d'un paradigme expérimental avant et après tâche, qui permet de capturer les changements dynamiques de connectivité fonctionnelle en réponse à des stimuli émotionnels. Cette approche offre une vision plus complète des processus neurobiologiques impliqués dans les CPNE.

## CONCLUSION

## Apport de l'IRMf dans les troubles conversifs type crise psychogène non épileptique (CPNE)

---

Notre étude a mis en évidence l'apport significatif de l'IRMf dans le diagnostic des crises psychogènes non épileptiques (CPNE), un trouble souvent mal diagnostiqué et confondu avec l'épilepsie. Les résultats obtenus démontrent des anomalies de connectivité fonctionnelle dans des régions cérébrales clés, telles que l'amygdale et le cortex préfrontal, chez les patients atteints de CPNE, soutenant l'hypothèse d'une dysrégulation émotionnelle à l'origine de ces crises.

L'IRMf s'avère être un outil puissant permettant de différencier les CPNE des crises épileptiques, en révélant des schémas d'activation cérébrale spécifiques en réponse à des stimuli émotionnels. Ce type d'imagerie pourrait jouer un rôle clé dans la prise en charge thérapeutique, en orientant les cliniciens vers des interventions plus adaptées, notamment psychothérapeutiques, et en évitant les traitements inappropriés tels que les antiépileptiques.

Les résultats de cette étude ouvrent de nouvelles perspectives pour une meilleure compréhension des mécanismes neurobiologiques des CPNE, soulignant l'importance d'approches diagnostiques intégrant l'IRMf pour améliorer la précision et la qualité des soins apportés aux patients. Ces travaux suggèrent également la nécessité de poursuivre les recherches dans ce domaine afin d'affiner les outils diagnostiques et les protocoles thérapeutiques, en tenant compte des particularités neurobiologiques des CPNE.

### **RESUME**

Notre étude se penche sur les crises psychogènes non épileptiques (CPNE), qui se manifestent par des épisodes paroxystiques mimant les crises épileptiques, sans activité neuronale anormale détectée à l'électroencéphalographie (EEG). Ces crises, souvent déclenchées par des facteurs émotionnels ou traumatiques, sont fréquemment mal diagnostiquées, conduisant à une prise en charge thérapeutique inadaptée, notamment par des traitements antiépileptiques inopportuns. Les CPNE prédominent chez les femmes et sont souvent associées à des antécédents de traumatismes psychiques ou de troubles affectifs.

Cette étude s'inscrit dans une démarche d'évaluation de l'intérêt de l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) dans le diagnostic des CPNE, en examinant les anomalies de connectivité cérébrale, particulièrement au sein des réseaux impliqués dans la régulation émotionnelle et motrice.

Il s'agit d'une étude cas-témoins menée sur un échantillon de 7 patientes présentant des CPNE et 10 témoins sains. L'IRMf a permis de capturer l'activité cérébrale en réponse à des stimuli émotionnels positifs, négatifs et neutres.

Les résultats ont mis en évidence des schémas d'activation distincts chez les sujets témoins. L'exposition à des stimuli négatifs a généré une activation significative de l'amygdale et de l'insula antérieure, tandis que les stimuli positifs ont activé le cortex

## Apport de l'IRMf dans les troubles conversifs type crise psychogène non épileptique (CPNE)

---

orbitofrontal et le striatum. Les stimuli neutres n'ont entraîné aucune activation émotionnelle notable. Globalement, le score d'activation était plus élevé pour les stimuli négatifs que pour les stimuli positifs ou neutres. Chez les patientes atteintes de CPNE, des anomalies d'activation ont été observées, notamment une hyperactivation de l'amygdale et du cortex préfrontal, suggérant une perturbation de la régulation émotionnelle.

Ces résultats mettent en lumière le potentiel diagnostique de l'IRMf dans la distinction entre les CPNE et les crises épileptiques, en identifiant des dysfonctionnements cérébraux spécifiques.

L'IRMf pourrait ainsi constituer un outil précieux pour affiner le diagnostic de ces troubles et orienter la prise en charge thérapeutique des patients vers des approches plus adaptées, notamment psychothérapeutiques.

### ABSTRACT

The study focuses on psychogenic non-epileptic seizures (PNES), which manifest as paroxysmal episodes resembling epileptic seizures but without abnormal neuronal activity detected by electroencephalography (EEG). These seizures, often triggered by emotional or traumatic factors, are frequently misdiagnosed, leading to inappropriate therapeutic management, including the use of antiepileptic drugs. PNES predominantly affect women and are commonly associated with a history of psychological trauma or mood disorders.

This study aims to evaluate the utility of functional magnetic resonance imaging (fMRI) in the diagnosis of PNES by investigating abnormalities in brain connectivity, particularly within networks involved in emotional and motor regulation.

It is a case-control study conducted with a sample of 7 patients with PNES and 10 healthy controls. fMRI was used to capture brain activity in response to positive, negative, and neutral emotional stimuli.

The results revealed distinct activation patterns in the control group. Exposure to negative stimuli significantly activated the amygdala and anterior insula, while positive stimuli led to increased activation in the orbitofrontal cortex and striatum. Neutral stimuli, on the other hand, showed little or no notable activation in emotional regions. Overall, the activation score was higher for negative stimuli compared to positive or neutral stimuli. In patients with PNES, abnormal activation patterns were

## Apport de l'IRMf dans les troubles convulsifs type crise psychogène non épileptique (CPNE)

---

observed, including hyperactivation of the amygdala and prefrontal cortex, suggesting a dysregulation of emotional processing.

These findings highlight the diagnostic potential of fMRI in differentiating PNES from epileptic seizures by identifying specific brain dysfunctions.

fMRI could thus serve as a valuable tool to refine the diagnosis of these disorders and guide therapeutic management towards more appropriate interventions, particularly psychotherapeutic approaches.

## **BIBLIOGRAPHIE**

**Apport de l'IRMf dans les troubles conversifs type crise psychogène non  
épileptique (CPNE)**

---

- [1] Aybek, S., Nicholson, T. R., O'Daly, O., Zelaya, F., Kanaan, R. A., & David, A. S. (2014). Functional MRI of motor conversion disorder: altered emotion–motion interactions in conversion paralysis. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 85(2), 236–244.
- [2] Van der Kruijs, S. J., Bodde, N. M., Vaessen, M. J., Lazeron, R. H., Vonck, K. E., Boon, P. A., ... & Jansen, J. F. (2012). Functional connectivity of dissociation in patients with psychogenic non-epileptic seizures. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 83(3), 239–247.
- [3] Sasikumar, S., Voon, V., & Pareés, I. (2021). Functional movement disorders: Mechanisms and treatment. *Current Opinion in Neurology*, 34(4), 568–574.
- [4] Lanius, R. A., Williamson, P. C., Boksman, K., Densmore, M., Gupta, M. A., Neufeld, R. W., & Gati, J. S. (2004). Brain activation during script–driven imagery induced dissociative responses in PTSD: a functional magnetic resonance imaging investigation. *Biological Psychiatry*, 56(11), 853–861.
- [5] Schneider, F., et al. (2017). Dysfunctional Default Mode Network in patients with psychogenic nonepileptic seizures. *NeuroImage: Clinical*, 15, 643–652.

- [6] Goldstein, L. H., & Mellers, J. D. (2006). Ictal symptoms of anxiety, avoidance behaviour, and dissociation in patients with dissociative seizures. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 77(5), 616–621.
- [7] Bakvis, P., Spinhoven, P., Putman, P., Zitman, F. G., & Roelofs, K. (2010). The effect of stress induction on cortisol and behavioral responses in patients with psychogenic non-epileptic seizures. *Epilepsy & Behavior*, 19(1), 87–94.
- [8] Reuber, M., & Rawlings, G. H. (2021). Psychogenic nonepileptic seizures: One decade of developments. *Epilepsy & Behavior*, 118, 107–127.
- [9] Voon, V., Cavanna, A. E., & Coburn, K. (2016). Functional imaging and neurophysiology of functional neurological disorders (conversion disorder). *Current Opinion in Neurology*, 29(4), 391–396.
- [10] Ong, K. S., & Berlowitz, D. J. (2017). Psychogenic non-epileptic seizures: aetiology, diagnosis, and management. *British Journal of General Practice*, 67(657), 106–107.
- [11] Reuber, M., Howlett, S., Khan, A., & Grünewald, R. A. (2007). Non-epileptic seizures and other functional neurological symptoms: Predisposing, precipitating, and perpetuating factors. *Psychosomatics*, 48(3), 230–238

**Apport de l'IRMf dans les troubles conversifs type crise psychogène non  
épileptique (CPNE)**

---

- [12] W. C., & Devinsky, O. (2004). The treatment of nonepileptic seizures: Historical perspectives and future directions. *Epilepsia*, 45(suppl 2), 15–21
- [13] Ding, J. R., An, D., Liao, W., Wu, G. R., Xu, Q., Zhou, D., & Zhang, Z. (2014). Altered functional and structural connectivity networks in psychogenic non-epileptic seizures. *PloS One*, 9(5), e96767.
- [14] Duncan, R., Razvi, S., & Mulhern, S. (2011). Newly presenting psychogenic nonepileptic seizures: Incidence, population characteristics, and early outcome from a prospective audit of a first seizure clinic. *Epilepsy & Behavior*, 20(2), 308–311.
- [15] Perez, D. L., Barsky, A. J., Daffner, K., & Silbersweig, D. A. (2012). Motor and somatosensory conversion disorder: A functional unawareness syndrome. *Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*, 24(2), 141–151
- [16] Myers, L., Perrine, K., Lancman, M., Fleming, M., & Lancman, M. (2013). Psychological trauma in patients with psychogenic nonepileptic seizures: Trauma characteristics and those who develop PTSD. *Epilepsy & Behavior*, 28(1), 121–126.
- [17] Williams, D. T., Ford, B., & Fahn, S. (1995). Phenomenology and psychopathology related to psychogenic movement disorders. *Advances in Neurology*, 65, 231–257.

**Apport de l'IRMf dans les troubles convulsifs type crise psychogène non  
épileptique (CPNE)**

---

- [18] Duncan, R., & Oto, M. (2008). Predictors of antecedent factors in psychogenic nonepileptic attacks: Multivariate analysis. *Neurology*, 71(13), 1000–1005.
- [19] Brown, R. J., & Reuber, M. (2016). Towards an integrative theory of psychogenic nonepileptic seizures (PNES). *Clinical Psychology Review*, 47, 55–70.
- [20] Hall–Patch, L., Brown, R., House, A., Howlett, S., Kemp, S., Lawton, G., & Reuber, M. (2010). Acceptability and effectiveness of a pilot lay health worker intervention for patients with psychogenic nonepileptic seizures (PNES). *Seizure*, 19(1), 32–39.