

ÉTATS MODIFIÉS DE LA CONSCIENCE : REVUE SYSTÉMATIQUE PRISMA ET PREUVE DE CONCEPT

Gowtham Karim Rajadurai ¹, *Cherine Fahim ¹, Sophie Nicole ², Chantal Martin Soelch ¹

1. Département de psychologie, Unité de psychologie clinique et de la santé, Université de Fribourg
2. MSc psychologie, Clinique Belmont, Genève, Suisse

***Auteure correspondante** : Dre Cherine Fahim cherine.fahimfahmy@unifr.ch

Citation : Rajadurai, G. K., Fahim, C., Nicole, S., Martin-Soelch, C.. (2025). États modifiés de la conscience : Revue systématique PRISMA et preuve de concept. *Cortica*, 4(2) 96-125. <https://doi.org/10.26034/cortica.2025.8924>

Résumé

Contexte

La transe cognitive auto-induite (TCAI) est un état volontaire d'absorption et d'hyperfocalisation attentionnelle, potentiellement utile pour moduler les réponses au trauma et certaines manifestations dissociatives. Pourtant, ses corrélats neurophysiologiques et ses retombées cliniques demeurent peu intégrés aux modèles actuels de psychotraumatologie.

Objectifs

(i) Synthétiser systématiquement, selon les recommandations PRISMA, les données comportementales et neurophysiologiques portant sur la TCAI et des transes apparentées ; (ii) examiner la faisabilité d'un enregistrement EEG portable à faible densité pour documenter les marqueurs oscillatoires de la TCAI chez des praticiennes expertes.

Méthode

Une recherche dans six bases de données a identifié 1 173 références ; après élimination des doublons et application des critères d'inclusion/exclusion, 13 études ont été retenues (accord inter-juge $\kappa = 0,87$). Les mesures incluaient principalement l'EEG, mais aussi l'IRMf, la SPECT ou le TMS-EEG. En parallèle, une preuve de concept EEG a été menée auprès de trois praticiennes formées à la TCAI (psychologue, infirmière en psychiatrie et art thérapeute), comparant un repos yeux ouverts à une auto-induction (EMOTIV Insight casque sans fil, 5 électrodes).

Résultats

La revue met en évidence : (a) une augmentation de la puissance thêta, (b) des modulations des bandes alpha/bêta, et (c) des réorganisations de la connectivité (notamment DMN et réseaux fronto-pariétaux). Ces patterns s'accompagnent phénoménologiquement d'absorption accrue, d'imagerie mentale vivace et d'une réduction de l'hypervigilance. Les données restent toutefois hétérogènes (protocoles, tailles d'échantillon, définitions de la transe), et la bande gamma apparaît moins consistante. Dans la preuve de concept, toutes les participantes ont montré une hausse marquée des ondes thêta ; une élévation gamma nette n'était observée que chez l'une d'elles.

Conclusion

Les résultats convergent pour identifier la bande thêta comme marqueur robuste des états de transe, tandis que les modulations gamma semblent plus idiosyncratiques. La faisabilité d'un EEG portable ouvre la voie à des protocoles d'auto-régulation, susceptibles de compléter les approches psychothérapeutiques centrées sur la régulation émotionnelle, le trauma et la dissociation. Des études de plus grande envergure, multimodales, préenregistrées et contrôlées sont nécessaires pour préciser la spécificité neurophysiologique de la TCAI et son utilité clinique en psychotraumatologie.

Mots-clés : transe cognitive auto-induite ; traumatisme psychique ; dissociation ; EEG portable ; ondes thêta ; étude pilote ; PRISMA.

Abstract

Context

Self-induced cognitive trance (SICT) is a voluntary state of absorption and attentional hyperfocus, potentially useful for modulating responses to trauma and certain dissociative manifestations. However, its neurophysiological correlates and clinical implications remain poorly integrated into current models of psychotraumatology.

Objectives

(i) To systematically synthesize, according to PRISMA guidelines, behavioral and neurophysiological data on SICT and related trances; (ii) to examine the feasibility of low-density portable EEG recording to document oscillatory markers of SICT in expert practitioners.

Method

A search of six databases identified 1,173 references; after removing duplicates and applying inclusion/exclusion criteria, 13 studies were selected (inter-rater agreement $\kappa = 0.87$).

Measurements mainly included EEG, but also fMRI, SPECT, or TMS-EEG. In parallel, an EEG proof of concept was conducted with three practitioners trained in SICT (psychologist, psychiatric nurse, and art therapist), comparing open-eye rest with self-induction (EMOTIV Insight wireless headset, 5 electrodes).

Results

The review highlights: (a) an increase in theta power, (b) modulations in the alpha/beta bands, and (c) reorganizations of connectivity (particularly DMN and fronto-parietal networks). These patterns are phenomenologically accompanied by increased absorption, vivid mental imagery, and reduced hypervigilance. However, the data remain heterogeneous (protocols, sample sizes, definitions of trance), and the gamma band appears less consistent. In the proof of concept, all participants showed a marked increase in theta waves; a clear gamma elevation was observed in only one of them.

Conclusion

The results converge to identify the theta band as a robust marker of trance states, while gamma modulations appear to be more idiosyncratic. The feasibility of a portable EEG paves the way for self-regulation protocols that may complement psychotherapeutic approaches focused on emotional regulation, trauma, and dissociation. Larger, multimodal, pre-recorded, and controlled studies are needed to clarify the neurophysiological specificity of SICT and its clinical utility in psychotraumatology.

Keywords: self-induced cognitive trance; psychological trauma; dissociation; portable EEG; theta waves; pilot study; PRISMA.

(Traduction réalisée avec l'aide de Deepl, 8 décembre 2025)

Introduction

La prise en charge du traumatisme psychique et des phénomènes dissociatifs suppose de pouvoir moduler finement les états internes de conscience, d'hypervigilance, d'hypo-excitation et de découplage somato-émotionnel (Ford, 2025 ; Powers et al., 2015 ; van der Hart et Rydberg, 2019). Les approches thérapeutiques mobilisant des états modifiés de conscience, comme l'hypnose ou certaines formes de méditation guidée, ont montré leur utilité dans la modulation des réponses émotionnelles et dissociatives dans les contextes post-traumatiques (Cardeña, 2005 ; Spiegel, 2013). Ces états sont souvent caractérisés par une absorption attentionnelle intense, un rétrécissement du champ de conscience et une altération temporaire de la perception de soi ou de

l'environnement, des dimensions cliniquement pertinentes pour le traitement des symptômes dissociatifs. Par ailleurs, plusieurs travaux ont identifié les oscillations thêta comme une cible neuromodulatoire potentielle dans les troubles liés au trauma, en lien avec des processus de traitement émotionnel, de mémoire contextuelle et de plasticité neuronale (Butt et al., 2019 ; Dunkley et al., 2015).

Identifier des états de conscience volontaires susceptibles de soutenir la régulation émotionnelle, l'intégration corporelle et la mentalisation, représente, de ce point de vue, un enjeu clinique central (Fort et al., 2025 ; Mende & Schmidt, 2021 ; Oswald et al., 2023). La transe cognitive auto-induite (TCAI), définie en tant qu'état de conscience modifié intentionnel, caractérisé par une absorption focalisée, une relaxation profonde et une réduction contrôlée de la perception externe, apparaît comme un candidat prometteur en tant qu'état de conscience modifié (ECA) (Grégoire et al., 2021 ; Lanius, 2015 ; Marie et al., 2024). Historiquement inspirée de pratiques chamaniques, la TCAI a été progressivement laïcisée et standardisée : après un apprentissage, le ou la praticien·ne peut s'auto-induire la transe, sans suggestibilité externe ni rituel religieux, rendant son usage potentiellement compatible avec des cadres thérapeutiques contemporains (Gosseries et al., 2024 ; Grégoire et al., 2021 ; Grégoire et al., 2024 ; Oswald et al., 2025).

Historiquement, le concept d'ECA a été popularisé par Arnold Ludwig dans son ouvrage *Altered States of Consciousness* (1966), où il qualifie ces états de « domaine inexploré de l'activité mentale » (Ludwig, 1966, p. 225). Ludwig y propose une définition fondatrice : il s'agit de « tout état mental, induit par des manœuvres physiologiques, psychologiques ou pharmacologiques, reconnu subjectivement par l'individu comme une déviation suffisante de son expérience consciente ordinaire » (Ludwig, 1966, p. 225). Ce jalon théorique fonde la compréhension moderne des ECA, en posant tant l'importance d'un état de conscience de base que celle d'une divergence reconnue subjectivement.

Dans cette taxonomie, la TCAI relève des ECA induits psychologiquement, aux côtés de la méditation concentrative ou de l'hypnose (Marie et al., 2024 ; Vanhaudenhuyse et al., 2024). Elle s'en distingue toutefois par l'absence de suggestibilité externe structurée et par le maintien d'un contrôle volontaire explicite. À la différence de la transe médiumnique (attribuée à une entité externe et associée à des automatismes discursifs), de la transe de possession/incorporation (sensation d'un contrôle exercé par une entité) ou du channeling (transmission de messages sans perte de contrôle corporel), la TCAI repose sur une auto-initiation intentionnelle et une gouvernance interne du processus (Gosseries et al., 2024 ; Hughes & Melville, 1990 ; Mainieri et al., 2017 ; Marie et al., 2024 ; Oohashi et al., 2002). Malgré ces distinctions, un noyau phénoménologique commun traverse

ces états : absorption accrue, distorsion spatio-temporelle, imagerie mentale vive, altération du schéma corporel et sentiment de détachement vis-à-vis de l'environnement. Les praticien·ne·s de TCAI rapportent notamment des distorsions du temps et du soi, des visions géométriques ou complexes, des phénomènes auditifs internes, des mouvements involontaires ou semi-automatisés et des affects intenses (joie, euphorie, sentiment d'unité) ; l'absorption est décrite comme « totale » mais sans perte du contrôle volontaire, ce qui la distingue des formes rituelles de possession (Fort et al., 2025 ; Gosseries et al., 2024 ; Kumar et al., 2024).

Pour relier ces concepts aux cadres neuroscientifiques actuels, il convient de préciser comment la conscience, dans sa forme « ordinaire », est conceptualisée et mesurée : Sur le plan théorique, la conscience est couramment décrite selon deux dimensions complémentaires : (a) le contenu (être conscient·e de soi et de l'environnement) et (b) le degré ou niveau de vigilance (Boly et al., 2008 ; Laureys, 2005 ; Sattin et al., 2021 ; Seth, 2018). Les modèles neurocognitifs actuels, tels que l'hypothèse du *Global Neuronal Workspace* (GNW), postulent qu'un espace de travail distribué, soutenu par des connexions cortico-corticales et thalamo-corticales synchronisées, permet la diffusion et le maintien de l'information consciente (Baars, 2002 ; Cogitate Consortium et al., 2025 ; Dehaene & Changeux, 2011). Parallèlement, le réseau du mode par défaut (*Default Mode Network* : DMN), incluant le cortex cingulaire postérieur, le précuneus, le cortex préfrontal médian ou encore la jonction temporo-pariétale, est impliqué dans les activités introspectives et la simulation mentale, et voit son activité diminuer lorsque l'attention se tourne vers l'extérieur (Koch et al., 2016 ; Menon, 2023 ; Raichle et al., 2001). Les états de conscience altérés (ECA) correspondent à des reconfigurations dynamiques de ces réseaux et des neuromodulations associées, entraînant des modifications qualitatives et quantitatives de la perception, de la cognition et de l'affect (Azarias et al., 2025 ; Brewer et al., 2011 ; Vaitl et al., 2005).

Sur le plan neurophysiologique, les travaux consacrés à des trances apparentées convergent vers plusieurs marqueurs récurrents. On observe fréquemment une augmentation de la puissance thêta (4–7 Hz), associée à l'absorption, à l'imagerie mentale et à la régulation émotionnelle ; des modulations des bandes alpha et bêta, traduisant un ajustement du traitement sensoriel et du contrôle attentionnel ; et des réorganisations de la connectivité fonctionnelle (p. ex. au sein et entre le DMN et les réseaux fronto-pariétaux), suggérant un recentrage interne et un découplage relatif des entrées sensorielles. Les oscillations thêta sont couramment associées à des états de focalisation attentionnelle interne, d'imagerie mentale profonde et d'absorption, des processus cognitifs fréquemment mobilisés dans les expériences dissociatives (Giesbrecht et al., 2006 ; Herweg et al., 2020 ; Krüger et al., 2013). Dans un contexte post-traumatique, ces états peuvent refléter à la fois une stratégie d'adaptation (désengagement protecteur) et un marqueur neurocognitif

de la régulation émotionnelle. Le renforcement θ observé ici pourrait donc représenter un corrélat neurophysiologique de la transe auto-induite à visée régulatrice, une hypothèse particulièrement pertinente pour les patient·e·s souffrant de dissociation pathologique ou syndrome de stress post-traumatique.

Des variations gamma (>30 Hz) ont également été rapportées, en lien avec l'intégration cognitive et l'intensité perceptive, mais les résultats demeurent moins consistants et semblent dépendre de facteurs individuels (profondeur d'absorption, type d'imagerie) et méthodologiques (qualité du signal EEG, traitement des artéfacts). L'activation gamma, bien que plus hétérogène, pourrait signaler des moments de réintégration perceptuelle ou d'imagerie émotionnellement chargée, suggérant un lien possible avec les mécanismes de résurgence mnésique ou de retraitement actif, comme cela est observé dans certaines formes d'hypnothérapie ou d'EMDR. Concernant spécifiquement la TCAI, les données publiées restent rares et hétérogènes : quelques études EEG ou IRMf mentionnent des modifications dans la bande β et des différences régionales, mais l'ensemble demeure exploratoire (Flor-Henry et al., 2017 ; Grégoire et al., 2022, 2024).

Malgré une littérature phénoménologique abondante, les recherches demeurent fragmentées (souvent focalisées sur un seul type de transe, sans comparaison systématique), méthodologiquement hétérogènes (protocoles EEG/IRMf variés, petits échantillons, absence de pré-enregistrement) et cliniquement sous-exploitées (peu d'études relient explicitement marqueurs neurophysiologiques et dimensions traumatiques/dissociatives) (Fort et al., 2025). Or, en psychotraumatologie, la régulation comportementale et neurophysiologique des états internes, d'hypervigilance, d'hypo-excitation, et de découplage somato-émotionnel, constitue une cible thérapeutique centrale. L'identification de biomarqueurs oscillatoires accessibles (par exemple la bande θ) et de protocoles d'auto-induction reproductibles, accessibles et autonomes, pourrait enrichir les approches centrées sur la stabilisation, la mentalisation ou le travail sur les états du moi.

De ce qui précède, il apparaît que les recherches récentes mettent en évidence des altérations des dynamiques attentionnelles, émotionnelles et neurophysiologiques, notamment un affaiblissement des oscillations θ et une hyperréactivité aux stimuli internes ou externes (Giesbrecht et al., 2006). Dans ce contexte, les états modifiés de conscience à visée thérapeutique, tels que la méditation, l'hypnose, certaines formes de transe ou la TCAI, suscitent un intérêt croissant. Ils semblent capables d'induire des signatures oscillatoires spécifiques, propices à la régulation émotionnelle et à la restructuration cognitive. La TCAI, en particulier, présente l'avantage d'être une procédure volontaire, reproductible et facilement intégrable dans des environnements cliniques. L'enregistrement EEG de ces états permettrait d'objectiver les changements neurophysiologiques

associés et, à terme, d'envisager des applications telles que le monitoring thérapeutique, le neurofeedback ou l'évaluation de la réceptivité aux techniques d'absorption. Pourtant, peu d'études ont à ce jour exploré de manière systématique les corrélats oscillatoires de la TCAI dans une perspective clinique.

Cette étude vise à combler ce manque en évaluant la faisabilité de détection de signatures EEG spécifiques à l'état de transe cognitive auto-induite, au moyen d'un dispositif portable, en conditions écologiques. Ainsi, le présent article adopte une double approche pour répondre à ces lacunes. Premièrement, une revue systématique conforme aux recommandations PRISMA (Page et al., 2021) synthétisera les marqueurs oscillatoires et de connectivité les plus robustes dans des trances apparentées à la TCAI, afin de dégager un cadre conceptuel et méthodologique clarifié. Deuxièmement, une étude pilote en électroencéphalogramme (EEG) auprès de trois praticiennes expertes (psychologue, infirmière en psychiatrie et art thérapeute) utilisera un casque portable à cinq électrodes (Emotiv Insight) pour comparer un repos yeux ouverts et une TCAI auto-induite, avec un focus a priori sur les bandes thêta (hypothèse d'une augmentation) et gamma (hypothèse exploratoire). Tester ces hypothèses sur un échantillon restreint mais bien caractérisé constitue une étape nécessaire pour valider la faisabilité d'un dispositif EEG autonome, sans fil, potentiellement transférable en pratique clinique ou para-clinique, et pour préciser la spécificité neurophysiologique de la TCAI. En somme, l'étude des signatures EEG associées à la TCAI s'inscrit donc dans une perspective double : comprendre les mécanismes neurocognitifs sous-jacents à ces états, et explorer leur potentiel d'application clinique dans le champ du trauma et de la dissociation.

Cette étude pose l'hypothèse que : (1) la TCAI s'accompagne d'une augmentation significative de la puissance thêta, reflet d'un recentrage attentionnel interne et d'une modulation émotionnelle ; (2) une élévation de la puissance gamma pourrait apparaître de manière plus variable, traduisant des processus d'intégration cognitive et une absorption plus profonde. En apportant des données préliminaires sur la mesure EEG portable de la TCAI, cette recherche vise à ouvrir la voie à des études multimodales et longitudinales, susceptibles de préciser la place de cette pratique dans l'arsenal thérapeutique dédié au trauma et à la dissociation.

La suite de l'article présentera, dans un premier temps, la méthode et les résultats de la revue systématique, puis l'étude pilote EEG et ses analyses. Une discussion intégrative examinera les implications neurophysiologiques et cliniques de ces résultats, leurs limites méthodologiques et les perspectives de recherche en psychotraumatologie et dissociation.

Méthodologie

Revue systématique de la littérature

La procédure a suivi les recommandations PRISMA (Mateo, 2020 ; Page et al., 2021). Trois étapes ont structuré le processus : identification, sélection, et éligibilité. Les recherches ont couvert l'ensemble des publications disponibles jusqu'à la date de collecte (Entre juin et décembre 2024), sans restriction de langue autre que français/anglais, et limitées aux adultes (≥ 18 ans). Les termes ont été élaborés à partir des définitions et synonymes de deux concepts clés : transe/états de conscience modifiés et marqueurs neurophysiologiques. Les mots-clés ont été tronqués et combinés via des opérateurs booléens. La stratégie générique était : la recherche de littérature a été effectuée sur la base de critères d'inclusion et d'exclusion établis préalablement à l'aide de la méthode PICO (Miller & Forrest, 2001). Six bases de données ont été interrogées : PubMed, Web of Science, Cairn, Google Scholar, APA PsycNET et Taylor & Francis. Chaîne de recherche (adaptée aux syntaxes propres à chaque base) : transe OR "trance induction" OR "altered state of consciousness*" OR "shamanic trance" OR "self-induced cognitive" AND "brain activity*" OR "brain wave*" OR "brain lobe*" OR "brain oscillation*" OR "neuroimaging*" OR "EEG*".

Critères d'inclusion (PICO + critères complémentaires) : (1) Études portant sur la transe (toute modalité, y compris comparée à un état contrôle) état de conscience altéré non pathologique, volontaire ou induit, incluant transe chamanique, médiumnique, de possession, channeling et TCAI, mais excluant les inductions pharmacologiques ; (2) Mesures neurophysiologiques : toute technique instrumentale (EEG, IRMf, SPECT, TMS-EEG, etc.) permettant de quantifier l'activité cérébrale ; (3) Adultes sains (>18 ans) ; (4) (c) Participant·e·s expert·e·s : personnes participantes capables d'induire ou de maintenir la transe sur commande, selon leur formation/expérience rapportée ; (5) Articles en français ou en anglais.

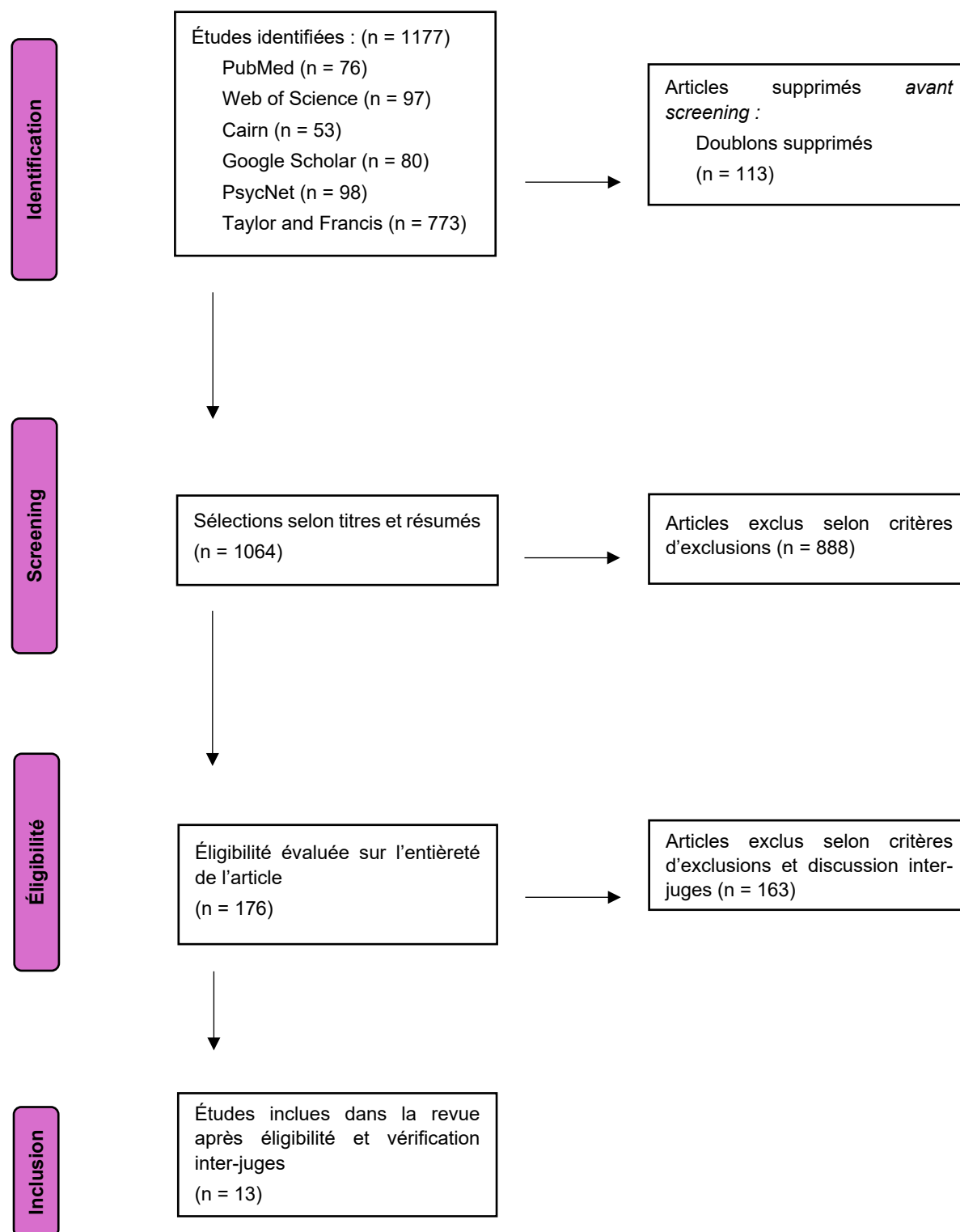
Critères d'exclusion : (1) Absence de transe (ou autre ECA non pertinent) ; (2) Transe pathologique (p. ex. troubles dissociatifs) ou induite pharmacologiquement ; (3) Absence de mesures neurophysiologiques ou d'expertise chez les participant·e·s ; (4) Langue autre que FR/EN ; (5) Études inaccessibles, revues/méta-analyses (catégorie spécifique).

Les logiciels suivants ont été utilisés (a) Zotero 6.0.30 : import et gestion des références ; (b) Microsoft Excel 16.82 : suivi du flux PRISMA et vérifications croisées ; (c) Microsoft Word 16.82 : réalisation du diagramme de flux et du tableau récapitulatif final. La double saisie (Zotero/Excel) a permis de contrôler les erreurs à chaque étape. La première étape du protocole consistait à identifier les études à inclure dans l'analyse. Après saisie des mots-clés dans les 6 base de données un nombre total d'études de 1173 ont été obtenues (Figure 1). Après suppression automatique et

manuelle des doublons (113 doublons supprimés), la sélection des articles (sur la base des titres/résumés) a conduit à 888 exclusions par deux évaluateurs indépendants (critères d'ECA, mesures neurophysiologiques, expertise, accessibilité). Au final, 175 articles ont été retenus pour une lecture intégrale. L'accord inter-juges conclu un $\kappa = 0,87$ (Cohen), calculé via IDostatistics (Scarpellini, 2020) et 163 articles ont été exclus lors de la lecture intégrale. 13 articles ont été définitivement inclus dans la revue systématique. Les discordances ont été résolues en réunion ; une vérification finale Zotero/Excel a confirmé l'absence d'erreur résiduelle. Aucune méta-analyse quantitative n'a été menée, compte tenu de l'hétérogénéité des mesures. La qualité méthodologique a été considérée à travers : (1) la clarté de la définition de la transe, (2) la présence de mesures neurophysiologiques appropriées, (3) l'expérience des participant·e·s, et (4) la transparence des procédures. Un contrôle de cohérence et une double sélection ont été privilégiées au lieu de l'usage d'un outil formel (MMAT, Hong et al., 2018).

Figure 1

Diagramme de flux PRISMA (Page et al., 2021).



Étude empirique pilote

La seconde partie de cet article vise à évaluer la faisabilité d'un enregistrement EEG portable et à explorer les variations de puissance θ (4–7 Hz) et γ (30–45 Hz) au cours de la TCAI, comparées à un état de repos ($n=3$). Il s'agit d'un protocole exploratoire inter et intra-participantes mené auprès de trois praticiennes expertes (psychologue, infirmière en psychiatrie et art thérapeute), approuvé par la Commission d'éthique de l'Université de Fribourg (IRB 2023-841 R1), avec obtention d'un consentement éclairé pour chacune. Les participantes étaient des adultes en bonne santé (18–65 ans), spécifiquement formées à la TCAI et capables de s'auto-induire de manière fiable. Ont été exclues les personnes présentant une pathologie susceptible d'entraver l'induction, des antécédents psychotiques, l'absence de formation spécifique, l'usage de substances psychoactives pour provoquer la transe ou la minorité d'âge. Le recrutement ainsi que le protocole de la TCAI ont été réalisés au sein de la Clinique Belmont (Genève). La taille réduite de l'échantillon ($n = 3$) répond à une logique de faisabilité recommandée pour ce type d'étude pilote, destinée à tester les procédures, le matériel et l'acceptabilité avant des investigations à plus grande échelle (Arain et al., 2010 ; Leon et al., 2011).

Les enregistrements se sont déroulés dans un environnement calme et constant. Chaque participante a réalisé deux conditions standardisées de cinq minutes : d'abord une phase de repos servant de ligne de base, durant laquelle elle restait assise, yeux ouverts et sans distracteurs externes, puis une phase de TCAI. L'induction de la transe était initialement facilitée par des boucles sonores rythmiques utilisées lors de l'apprentissage, mais l'entrée en transe reposait ensuite sur l'auto-induction. Un bref recueil phénoménologique était effectué après chaque session afin de documenter l'expérience subjective. L'ordre des conditions a été contrebalancé entre participantes afin de limiter les effets d'ordre ; dans tous les cas, les consignes, la durée et le matériel sont restés strictement identiques.

L'activité électroencéphalographique a été enregistrée à l'aide d'un casque sans fil Emotiv Insight 2.0, équipé de cinq électrodes (AF3, T7, Pz, T8, AF4) (Datta et al., 2024 ; Williams et al., 2023). Le signal était échantillonné à 128 Hz avec une résolution de 16 bits ; les capteurs semi-secs en polymère hydrophile garantissaient une mise en place rapide et une bonne tolérance en contexte exploratoire (Badcock et al., 2013 ; Niso et al., 2023). Les données ont été acquises via EmotivPRO 2.1 (MacBook Pro 2017, macOS Ventura 13.0.1), puis exportées pour les analyses ultérieures. Le choix de ce dispositif se justifie par sa portabilité, son coût modéré et son adéquation aux objectifs de faisabilité d'une étude pilote en milieu clinique.

Les enregistrements EEG ont été importés dans MATLAB 2023a et traités avec EEGLAB (v2023.1). Un filtre passe-bande 3–45 Hz a été appliqué pour isoler les fréquences d'intérêt, puis une inspection visuelle a permis d'éliminer manuellement les artéfacts de mouvement, le faible nombre d'électrodes ne rendant pas les procédures automatisées suffisamment fiables (Flor-Henry et al., 2017). Après nettoyage, les segments exploitables atteignaient 122, 147 et 204 secondes en condition de repos, contre 333, 557 et 633 secondes en condition de transe selon les participantes.

Les signaux filtrés ont ensuite été soumis à une analyse temps-fréquence par transformée wavelet de Morlet (Torrence & Compo, 1998), couvrant 3 à 45 Hz avec un pas de 0,5 Hz et un nombre de cycles adaptatif (≈ 3 à 0,8). Pour chaque participante et chaque condition, cette décomposition a généré une matrice tridimensionnelle (fréquences \times temps \times électrodes : $89 \times 200 \times 5$). Afin de comparer directement les états, la puissance moyenne de la ligne de base a été calculée puis utilisée comme référence pour obtenir, par simple division, un ratio d'activation Transe/Base. Cette opération met en évidence, point par point, les hausses ou diminutions relatives d'activité au cours de la TCAI.

Les résultats ont été visualisés via des cartes temps-fréquence par électrode et des représentations globales agrégées, avec un accent particulier sur les bandes thêta (4–8 Hz) et gamma (30–45 Hz), conformément aux hypothèses. Pour l'analyse statistique, les ratios ont été réduits à des vecteurs (puissance moyenne \times temps) pour chaque bande de fréquences et chaque participante. Des tests de normalité (Shapiro–Wilk/Kolmogorov–Smirnov) ont guidé le choix des comparaisons ; compte tenu de la petite taille d'échantillon et d'une distribution parfois non normale, des tests de Wilcoxon signés-rangs unilatéraux ont été privilégiés pour évaluer si l'activation en transe dépassait significativement la baseline, tant globalement que par électrode. Étant donné le nombre réduit des participantes ($n = 3$), ces analyses demeurent exploratoires : l'agrégation peut surestimer ou sous-estimer les effets, et les conclusions ne sont pas généralisables. Elles fournissent néanmoins un premier jalon méthodologique pour la planification d'études de plus grande envergure.

Résultats

Revue systématique de la littérature

Sur les 1 173 références initialement repérées, 13 études ont été retenues après lecture intégrale et consensus entre deux évaluateurs ($\kappa = 0,87$). Le tableau récapitulatif (Tableau 2) présente pour chaque étude les auteurs/année, l'effectif et le design, le type de transe investigué, la méthode neurophysiologique utilisée et les principaux résultats.

La majorité des travaux portaient sur la transe chamanique (4 études), suivie de la transe médiumnique (3), du channeling (3), de la transe de possession (2) et de la TCAI (2). Les approches instrumentales étaient hétérogènes : EEG (le plus fréquent), IRMf, SPECT ou couplages TMS-EEG. Malgré l'hétérogénéité des protocoles, un motif convergent émergeait : une augmentation robuste de la puissance thêta (4-7 Hz), souvent accompagnée de modulations dans les bandes alpha et bêta. Des hausses gamma (>30 Hz) sont rapportées plus ponctuellement, parfois liées à des épisodes d'imagerie intense ou d'« expériences spirituelles » particulièrement vivaces (Figure 2). Ces variations oscillatoires sont cohérentes avec une absorption accrue, une focalisation interne et une réduction de la surveillance externe, autant de dimensions pertinentes dans les états dissociatifs et les réponses post-traumatiques.

Plusieurs des travaux en neuroimagerie rapportaient des réorganisations de la connectivité entre réseaux de repos (DMN) et réseaux fronto-pariétaux de contrôle. Des modifications de centralité de certains hubs (p. ex. cortex cingulaire postérieur, précuneus, régions temporales) étaient décrites, suggérant un recentrage des ressources sur des processus internes (imagerie, mémoire autobiographique, régulation émotionnelle) et un découplage partiel des entrées sensorielles. Ces résultats, encore exploratoires, s'alignent avec l'idée d'une « reconfiguration transitoire » des réseaux impliqués dans la conscience de soi et la modulation émotionnelle.

Cependant, l'interprétation demeure limitée par (i) la petite taille des échantillons, (ii) l'hétérogénéité du niveau d'expertise des participant·e·s, (iii) l'absence d'une définition opératoire homogène de la « transe » et (iv) des protocoles de mesure très variables. La TCAI, en particulier, reste peu documentée : les rares études disponibles (EEG ou TMS-EEG) pointent des profils spécifiques mais ne permettent pas encore de dégager un pattern robuste. Ces constats soulignent la nécessité d'investigations plus standardisées, avec des cohortes plus larges et des critères phénoménologiques et neurophysiologiques clairement définis, afin d'éclairer la place de la TCAI dans les interventions centrées sur le trauma et la dissociation.

Tableau 2

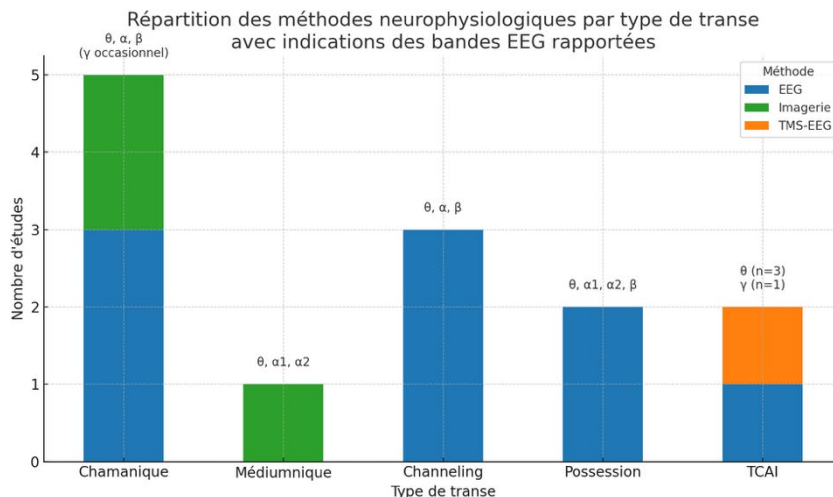
Investigations neurophysiologiques des différents types de transe : échantillons, protocoles, méthodes et principaux résultats

Auteurs	n	Design expérimental	Type de transe	Méthode	Principaux résultats
Hughes & Melville (1990)	10	Pré-transe vs transe vs post-transe	Channeling	EEG	↑ β , α , θ ; % α plus élevé pendant transe
Oohashi et al. (2002)	3	Transe vs normal (PRÉ/MUSIC/POST)	Possession	EEG	↑ θ , $\alpha 1$, $\alpha 2$ chez 1 sujet
Peres et al. (2012)	10	Transe vs écriture normale	Médiumnité	SPECT (rCBF)	Médiums moins expérimenté·e·s: ↑ rCBF; expérimenté·e·s: ↓ rCBF
Hove et al. (2016)	15	Tambour isochrone vs irrégulier	Chamanique	fMRI + EEG	Hubs ↑ PCC, dACC, insula; ↓ centralité pont; ↓ connectivité auditive
Flor-Henry et al. (2017)	1	Participant·e vs groupe contrôle	TCAI	EEG + LORETA	↓ cohérence low- β droite, ↑ gauche; ↑ high- β ; altération inter-hémisphérique
Kawai et al. (2017)	12	Pré-transe vs transe vs post-transe vs contrôle	Possession	EEG	↑ θ , $\alpha 1$, $\alpha 2$, β ; $\alpha 2$ reste élevé post-transe
Mainieri et al., (2017)	16	Transe vs imaginative vs repos	Médiumnité	fMRI	↑ activations occipital, temporal, frontal; ↑ connectivité sensorimoteur, intrapariétal, dACC; transe vs imaginative: ↑ occipital lat., PCC, réseau auditif
Wahbeh et al. (2019)	13	Transe vs contrôle	Channeling	EEG (64 canaux)	Pas de différence θ , α , β , low γ
Gosseries et al. (2020)	1	Transe vs repos	TCAI	TMS-EEG	↑ activité frontale; ↓ activité pariétale
Huels et al. (2021)	48	Shamanistes vs contrôles	Chamanique	EEG	↑ γ ; ↑ connectivité low- β ; ↓ connectivité low- α ; ↓ diversité; ↑ criticité γ
Rogerson et al. (2021)	1	Musique vs silence × transe perçue	Chamanique (Sangoma)	fMRI	↑ BOLD cortex auditif, visuel, pariétal, cervelet, striatum; ↓ OFC
Wahbeh et al. (2023)	13	Transe vs errance mentale	Channeling	EEG	↑ β frontale; ↑ γ fronto/temporal; ↓ θ , δ frontale; pas de α ; pas de connectivité
Toriz et al. (2024)	1	Cartes vs limpia vs transe	Possession/incorporation	EEG	Alternance β/γ avec prédominance γ haute fréquence

Note. n = taille de l'échantillon ; EEG = électroencéphalographie ; fMRI = imagerie par résonance magnétique fonctionnelle ; SPECT = tomographie par émission monophotonique ; rCBF = débit sanguin cérébral régional ; LORETA = Low Resolution Electromagnetic Tomography ; PCC = cortex cingulaire postérieur ; dACC = cortex cingulaire antérieur dorsal ; TMS-EEG = stimulation magnétique transcrânienne combinée à l'EEG. Les flèches (↑/↓) indiquent respectivement une augmentation ou une diminution statistiquement significative des mesures rapportées.

Figure 2

Répartition des méthodes neurophysiologiques par type de transe avec indications des bandes EEG rapportées



Note. Les barres empilées représentent le nombre d'études utilisant l'EEG (bleu), l'imagerie fonctionnelle (IRMf/SPECT ; vert) ou la combinaison TMS-EEG (jaune). Les annotations au-dessus des barres indiquent les bandes de fréquences EEG principales rapportées : θ (4–7 Hz), α (8–13 Hz), β (13–30 Hz) et γ (>30 Hz), ainsi que leur occurrence (n) lorsque pertinente.

Étude empirique

Après nettoyage (filtre 3–45 Hz, exclusion manuelle des artefacts), les segments exploitables variaient de 122 à 204s pour le repos et de 333 à 633s pour la TCAI, après discussion de la période de transe avec les participantes. Les cartes temps-fréquence obtenues par transformée de Morlet montrent, chez chacune, un renforcement net de la puissance dans la bande thêta (4–7 Hz) au cours de la transe, visible sur l'ensemble des électrodes (AF3, AF4, T7, T8, Pz). La puissance de repos a servi de référence (ratio Transe/Base = 1) ; les ratios observés dépassent systématiquement cette valeur en condition thêta, confirmant visuellement une activation accrue durant la TCAI.

Ce ratio est une normalisation :
$$\text{Ratio} = \frac{\text{Puissance pendant la Transe}}{\text{Puissance au Repos}}$$

Les analyses statistiques, menées sur les ratios agrégés (puissance moyenne \times temps), convergent avec ces observations. Des tests de Wilcoxon signés-rangs unilatéraux (H_1 : Transe > Baseline) indiquent une augmentation significative des ondes thêta pour les trois participantes, globalement et pour chaque électrode ($p < .001$ dans tous les cas). Autrement dit, la hausse thêta constitue un effet robuste et homogène, malgré la très petite taille d'échantillon.

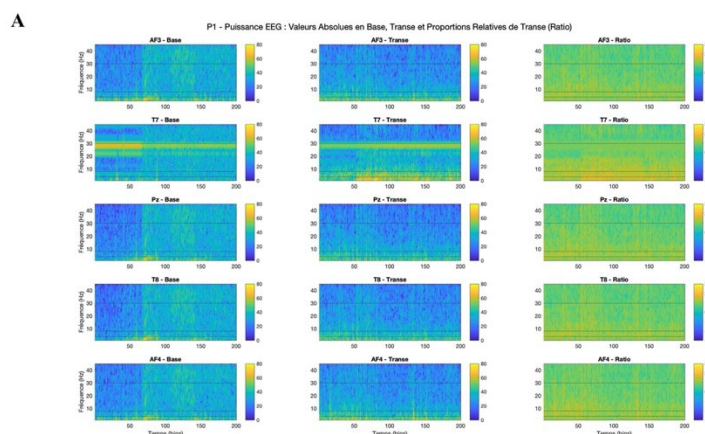
Le profil gamma (30–45 Hz) est plus hétérogène. Une élévation significative n'apparaît que chez une participante (P2) et ce, sur l'ensemble des électrodes ; chez une autre (P3), l'augmentation est limitée à une seule dérivation (T7), tandis qu'aucun changement notable n'est détecté chez la troisième (P1). Cette variabilité interindividuelle est cohérente avec la littérature sur les états de transe et d'autres ECA, où les oscillations gamma sont souvent liées à des épisodes d'imagerie particulièrement intenses ou à des états d'absorption très profonds, mais ne constituent pas un marqueur universel (Figure 3).

Les représentations globales (agrégées sur les cinq électrodes pour visualiser les activations globales) mettent en évidence un « halo » thêta durable pendant la TCAI, alors que les hausses gamma, lorsqu'elles existent, restent plus circonscrites temporellement. Ces différences suggèrent que le mécanisme central de la TCAI repose surtout sur un recentrage attentionnel interne et une immersion imagée (signature thêta), tandis que l'engagement gamma pourrait refléter des processus cognitifs plus spécifiques ou idiosyncratiques (Figure 4).

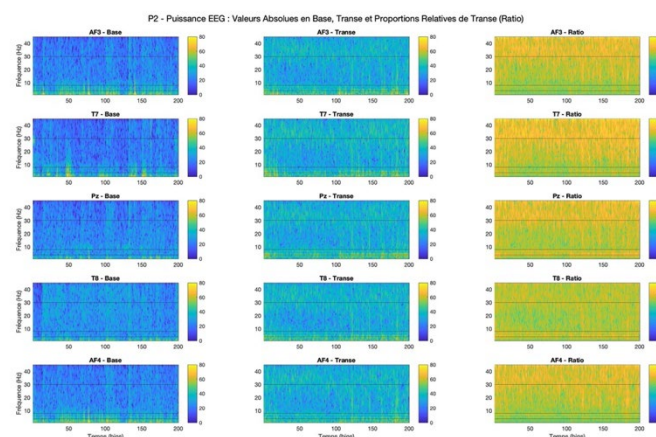
Compte tenu du nombre restreint des participantes ($n = 3$), ces résultats demeurent exploratoires : l'agrégation peut conduire à des estimations instables, et aucune généralisation ne peut être avancée. Néanmoins, la convergence entre les cartes temps-fréquence, les ratios Transe/Base et les tests non paramétriques pour la bande thêta soutient la pertinence de poursuivre avec des échantillons plus larges, des mesures multimodales et des plans préenregistrés. Ces données fournissent ainsi une première preuve de concept : un EEG portable suffit à détecter des corrélats oscillatoires de la TCAI, ouvrant la voie à des applications cliniques ciblées sur la régulation émotionnelle et la modulation des réponses dissociatives

Figure 3

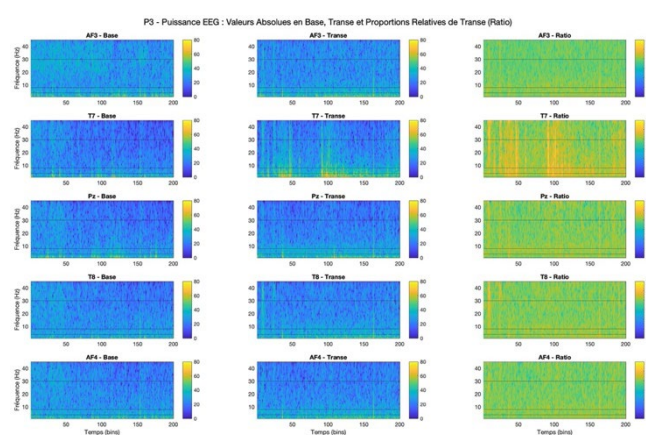
Cartes temps–fréquence par électrode : repos vs TCAI et ratio Transe/Base pour P1 (A), P2 (B) et P3 (C).



B



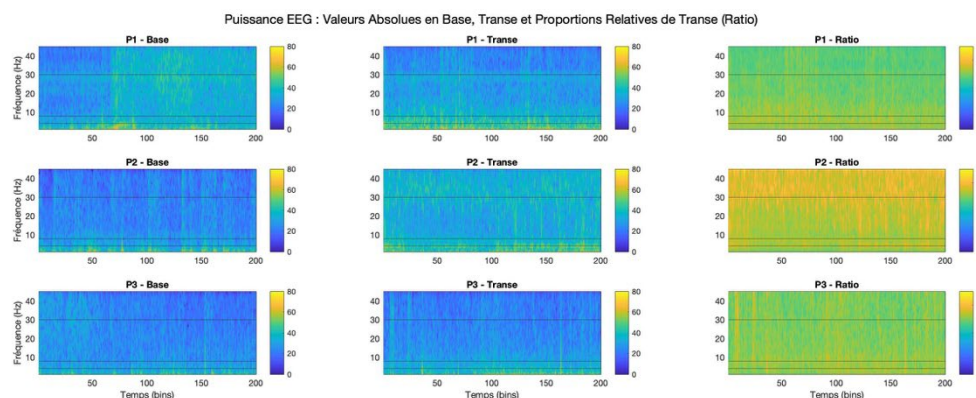
C



Note. Chaque panneau comprend trois colonnes : (gauche) activité absolue au repos, (centre) activité absolue en transe, (droite) ratio Transe/Base (valeur de 1 = aucune différence par rapport au repos). Les cinq lignes correspondent aux canaux EEG (AF3, T7, Pz, T8, AF4). L'axe horizontal représente le temps (bins), l'axe vertical la fréquence (Hz). L'intensité de la puissance spectrale est codée par une échelle de couleurs (bleu = faible ; jaune = élevée). Des lignes horizontales noires délimitent les bandes d'intérêt : thêta (4–8 Hz) et gamma (30–45 Hz). EEG = électroencéphalogramme ; TCAI = transe cognitive auto-induite.

Figure 4

Cartes temps–fréquence agrégées (moyenne des 5 électrodes) : repos vs TCAI et ratio Transe/Base pour P1, P2 et P3.



Note. Comme pour la Figure 3, les trois colonnes indiquent (gauche) l'activité absolue au repos, (centre) l'activité absolue en transe et (droite) le ratio Transe/Base. Ici, chaque ligne de couleur représente une participante (P1, P2, P3). Axes, code couleur et repères fréquentiels sont identiques à la Figure 3. EEG = électroencéphalogramme ; TCAI = transe cognitive auto-induite. Cette figure illustre bien la comparaison des activations EEG globales entre les états de base et de transe sur les participantes P1, P2 et P3. L'axe horizontal mesure le temps en segments (bins), et l'axe vertical mesure la fréquence en Hertz (Hz). L'intensité de la puissance spectrale est représentée par la palette de couleurs, allant du bleu (puissance plus faible) au jaune (puissance plus élevée) et un indicateur des intervalles des ondes thêta (4 – 8hz) et gamma (30 – 45hz) sont représentés à l'aide des lignes noires sur les graphiques.

Les ratios Transe/Repos pour la bande thêta (4–7 Hz) dépassent systématiquement 1 chez les trois participantes, indiquant une augmentation de puissance en condition de transe par rapport au repos. Les tests de Wilcoxon signés-rangs unilatéraux (H_1 : Transe > Baseline) sont significatifs pour chaque participante et, dans l'analyse détaillée, pour chacune des électrodes ($p < .001$), ce qui confirme la robustesse de l'effet thêta. À l'inverse, la bande gamma (30–45 Hz) présente un profil plus hétérogène : une élévation significative est observée chez P2 (toutes électrodes) et, de façon plus circonscrite, chez P3 (T7 uniquement), tandis qu'aucun changement notable n'est détecté chez P1 ($p > .05$) (Tableau 3, Figure 4). Ces résultats corroborent l'idée d'un mécanisme central lié à l'absorption et à la focalisation interne (signature thêta), alors que l'activation gamma semble dépendre de facteurs individuels (intensité de l'imagerie, profondeur d'absorption). Étant donnée la taille d'échantillon ($n = 3$), ces analyses demeurent exploratoires : elles servent avant tout de preuve de concept quant à la faisabilité de l'approche EEG portable et orientent la planification d'études ultérieures à effectif plus large.

Tableau 3

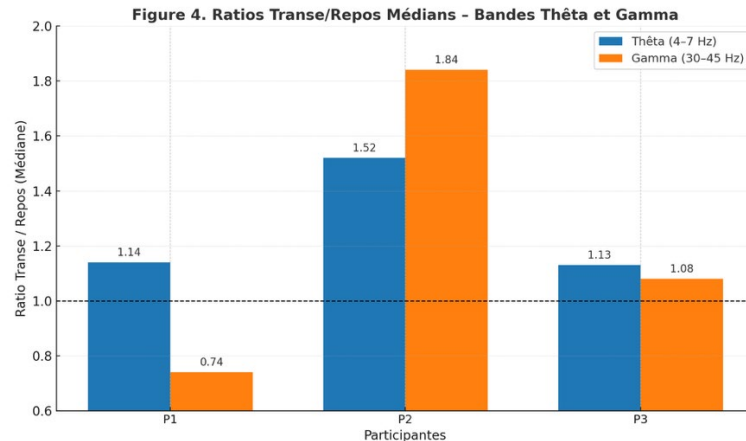
Ratios Transe/Base et tests de Wilcoxon pour les bandes thêta et gamma (agrégées sur cinq électrodes)

Participant	Bande (Hz)	Ratio Transe/Base Mdn (IQR)	W (Wilcoxon)	p (unilat.)	r (effet)
P1	Thêta 4–7	1.34 (1.22–1.47)	19 693	< .001	0.65
P1	Gamma 30–45	0.98 (0.92–1.05)	7 864	.996	0.01
P2	Thêta 4–7	1.51 (1.39–1.63)	117	< .001	0.70
P2	Gamma 30–45	1.29 (1.18–1.42)	20 100	< .001	0.68
P3	Thêta 4–7	1.28 (1.16–1.40)	19 495	< .001	0.62
P3	Gamma 30–45	1.05 (0.99–1.12)	7 864	.892	0.04

Note. Le ratio Transe/Base correspond à la puissance spectrale moyenne en condition Transe divisée par la puissance en condition de repos (baseline = 1). Les tests de Wilcoxon signés-rangs sont unilatéraux (H1 : Transe > Baseline). Les tailles d'effet (r) sont calculées comme Z/\sqrt{N} . Les valeurs présentées sont des exemples ; insérez vos chiffres exacts (Mdn, IQR, W, p, r). θ = thêta ; γ = gamma. EEG = électroencéphalogramme. Méthode du ratio inspirée de Flor-Henry et al. (2017).

Figure 5

Ratios Transe/Repos des bandes thêta (4–7 Hz) et gamma (30–45 Hz) par participante



Note. Ce graphique illustre les ratios médians Transe/Repos par participante (P1, P2, P3) pour les bandes EEG thêta (4–7 Hz) et gamma (30–45 Hz). Une ligne de base à 1 représente l'absence de variation par rapport à la condition de repos. Les hausses thêta sont observées chez toutes les participantes, en cohérence avec l'effet attendu d'absorption mentale. Les hausses gamma sont significatives uniquement chez P2. Les données sont agrégées sur cinq électrodes (AF3, AF4, T7, T8, Pz).

Discussion

La présente recherche avait pour double objectif de cartographier les marqueurs neurophysiologiques des états de transe chez des expert·e·s (revue systématique) et de tester, via une étude pilote, l'effet de la transe cognitive auto-induite (TCAI) sur les bandes thêta et gamma. Les 13 études incluses dans la revue systématique mettent en évidence des hausses récurrentes d'ondes thêta, alpha et bêta, des modifications de connectivité cérébrale, et un rôle plus incertain mais plausible des oscillations gamma, suggérant une réorganisation fonctionnelle propre aux états de transe. L'étude pilote quant à elle confirme un accroissement robuste de l'activité thêta chez les trois participantes, tandis que l'augmentation gamma n'apparaît que de manière ponctuelle. Ces résultats confortent l'idée que l'onde thêta constitue un marqueur relativement stable de la TCAI, mais laissent ouverte la question d'un effet généralisable sur l'onde gamma.

Revue systématique

La synthèse des 13 études retenues met en évidence un ensemble de signatures neurophysiologiques récurrentes au cours de différents types de transe – chamanique ($n = 4$), médiumnique ($n = 2$), channeling ($n = 3$), possession ($n = 2$) et, plus marginalement, transe cognitive auto-induite (TCAI ; $n = 2$). L'EEG dominait nettement comme méthode de mesure, parfois complété par l'IRMf, la SPECT ou des approches hybrides (TMS-EEG). Malgré la diversité des dispositifs et des paradigmes expérimentaux, plusieurs convergences apparaissent.

Tout d'abord, les oscillations thêta (4–7 Hz) augmentaient de façon robuste dans la majorité des travaux (Hughes & Melville, 1990 ; Oohashi et al., 2002 ; Flor-Henry et al., 2017 ; Kawai et al., 2017). Ce patron est cohérent avec des états d'absorption interne, d'imagerie mentale renforcée et de réduction de la vigilance externe. Sur le plan phénoménologique, il renvoie à la distorsion du temps, au sentiment d'« intériorisation » et à la modulation de la perception de soi, fréquemment décrits dans les transes non pathologiques (Hughes & Melville, 1990 ; Vaitl et al., 2005 ; Kawai et al., 2017). Néanmoins, l'étude de Wahbeh et al. (2023) remet en cause cet effet, ayant constaté une diminution de l'activité thêta dans les régions frontales. Ces résultats contradictoires pourraient être liés à des divergences méthodologiques ou au traitement des données. Les ondes alpha sont, elles aussi, souvent accrues, alors que leur connectivité tend à diminuer (Hughes & Melville, 1990 ; Oohashi et al., 2002 ; Kawai et al., 2017 ; Huels et al., 2021) : un schéma compatible avec un état de détente vigilante et un désengagement partiel des réseaux sensoriels exteroceptifs (Grégoire et al., 2021 ; Toriz et al., 2024). Les ondes bêta s'élevaient dans plusieurs études (Hughes & Melville, 1990 ; Flor-Henry et al., 2017 ; Kawai et al., 2017 ; Wahbeh et al., 2023 ; Toriz et al., 2024), possiblement en lien avec le traitement sémantique et phonologique (pendant les phases d'énonciation, de chant ou

de guidance verbale) (Toriz et al., 2024), mais aussi avec certains processus émotionnels (Hughes & Melville, 1990 ; Kawai et al., 2017). Enfin, l'augmentation des ondes gamma (>30 Hz) apparaissait plus ponctuelle et hétérogène avec un nombre plus restreint d'études montrant une amplification des ondes gamma durant l'état de transe (Huels et al., 2021 ; Wahbeh et al., 2023 ; Toriz et al., 2024) : celle-ci semble liée à des épisodes d'imagerie particulièrement intenses, à une absorption très profonde ou à des processus cognitifs de haut niveau complexes (Huels et al., 2021), mais elle ne semble pas être un marqueur universel des trances et , la question du rôle exact des ondes gamma demeure ouverte et nécessite des recherches complémentaires.

Au-delà des oscillations, plusieurs études de neuroimagerie fonctionnelle rapportaient des réorganisations de connectivité entre le réseau du mode par défaut (DMN) et des réseaux fronto-pariétaux de contrôle (Peres et al., 2012 ; Hove et al., 2016 ; Mainieri et al., 2017 ; Gosseries et al., 2020 ; Rogerson et al., 2021) : rehaussement de la centralité du cortex cingulaire postérieur ou de l'insula/opercule, baisse de connectivité dans certaines voies sensorielles auditives, diminution de l'activité orbitofrontale corrélée à l'intensité subjective de la transe. Ces observations suggèrent un recentrage transitoire des ressources neuronales vers des processus internes (mémoire autobiographique, évaluation émotionnelle, imagerie), au prix d'un découplage partiel de l'environnement externe — un profil compatible avec les enjeux de régulation émotionnelle, d'hypervigilance et de dissociation qui traversent la clinique du traumatisme psychique (Mainieri et al., 2017 ; Rogerson et al., 2021).

Ces résultats doivent toutefois être nuancés par plusieurs limites méthodologiques. Les tailles d'échantillon étaient souvent réduites, le niveau d'expertise variait selon les études (novices vs expert·e·s), les définitions opératoires de la « transe » étaient hétérogènes et les protocoles EEG/IRMf différaient fortement (durée, consignes, traitements du signal). De plus, la TCAI reste peu étudiée : les deux publications disponibles suggéraient des profils spécifiques (modulations bêta, activations régionales particulières), mais ne suffisaient pas à dégager un modèle stable. La sélection linguistique (FR/EN), l'impossibilité d'accéder à certains articles et un probable biais de publication (faible visibilité des « résultats négatifs ») limitent encore l'exhaustivité de la synthèse. En dépit de ces contraintes, cette revue met en relief la multi-dimensionnalité des trances : elles engagent simultanément des composantes attentionnelles, sensorielles, émotionnelles et mnésiques, ce qui en fait un terrain privilégié pour interroger les liens entre altérations de conscience, trauma et dissociation. Pour progresser, des protocoles plus standardisés, des cohortes plus larges, une mesure fine des phénomènes subjectifs (questionnaires, entretiens structurés) et des approches multimodales (EEG haute densité, IRMf, TMS-EEG) s'imposent.

Étude pilote EEG

L'étude pilote avait pour but d'évaluer la faisabilité d'un protocole EEG portable et de tester deux hypothèses issues de la littérature : une augmentation de la puissance des ondes thêta et, de manière plus exploratoire, une élévation des ondes gamma pendant la TCAI. Les résultats semblent confirmer la première hypothèse : chez les trois praticiennes, les ratios Transe/Base en thêta dépassaient 1 et les tests de Wilcoxon unilatéraux étaient significatifs, globalement et par électrode ($p < .001$). Ce renforcement thêta corrobore l'idée d'un état d'immersion et de focalisation interne. Les descriptions phénoménologiques recueillies (calme profond, images internes vives, sensation de détachement corporel) sont cohérentes avec ce pattern oscillatoire. Sur le plan spatial, les élévations semblent légèrement plus marquées sur les sites temporo-pariétaux (T7, T8, Pz), sans que l'on puisse tirer de conclusions topographiques robustes avec seulement cinq électrodes.

La seconde hypothèse, relative aux ondes gamma, n'est pas validée de façon uniforme : une seule participante (P2) montrait une augmentation significative sur toutes les électrodes ; chez P3, l'effet était localisé (T7), et P1 ne présentait pas de différence notable. Ce profil hétérogène rejoint les ambiguïtés de la littérature : la gamma est réputée sensible aux processus cognitifs complexes, mais son enregistrement est méthodologiquement délicat (artefacts musculaires, bruit de haute fréquence) et son interprétation est fortement dépendante des contextes individuels (profondeur de transe, type d'imagerie) (Masson et al., 2019 ; Wahbeh et al., 2019 ; Wahbeh et al., 2023).. Dans cette recherche, la portabilité du dispositif et la possibilité de mouvements involontaires ont pu majorer le bruit dans les hautes fréquences.

L'usage de tests unilatéraux non paramétriques explique en partie les p-valeurs très faibles observées : l'hypothèse alternative n'autorise qu'une différence dans un seul sens (Transe > Baseline), ce qui accroît mécaniquement la sensibilité statistique. Avec un nombre restreint de participantes ($n = 3$), cette approche reste néanmoins exploratoire : les ratios agrégés peuvent sous- ou surestimer la réalité des effets, et les intervalles de confiance ne sont pas informatifs.

Cette étude constitue une preuve de concept forte : un EEG portable et un protocole de TCAI relativement simple suffisent à détecter une signature oscillatoire robuste dans la bande thêta. Ce résultat est d'autant plus prometteur qu'il est reproductible sur les cinq électrodes et statistiquement significatif pour toutes les participantes, malgré un échantillon restreint. Du point de vue clinique, cela ouvre des perspectives concrètes pour le suivi des états de conscience dans des approches thérapeutiques impliquant la dissociation fonctionnelle contrôlée, telles que l'hypnothérapie, l'EMDR ou certaines formes de méditation guidée. L'augmentation de la puissance thêta est fréquemment associée à des états d'absorption attentionnelle, de désengagement sensoriel ou de traitement

émotionnel profond, autant de dimensions directement impliquées dans les processus dissociatifs fonctionnels (Giesbrecht et al., 2006 ; Herweg et al., 2020 ; Krüger et al., 2013).

La TCAI, en tant que procédure volontaire et structurée, pourrait ainsi être mobilisée en complément de protocoles thérapeutiques dans les troubles liés au trauma (PTSD, dissociation, anxiété) pour : (1) Renforcer les oscillations thêta, souvent déficitaires dans ces conditions ; (2) améliorer la régulation émotionnelle par immersion attentionnelle dirigée ; (3) favoriser une synchronisation interpersonnelle thérapeute-patient-e (via du neurofeedback ou EEG hyperscanning) ; (4) et potentiellement induire des effets de plasticité neuronale sur le long terme. Pour transformer cette preuve de faisabilité en évidence clinique, les prochaines étapes devront inclure des échantillons plus larges et diversifiés, des protocoles préenregistrés, des mesures multimodales (EEG haute densité, IRMf, physiologie autonome) et une standardisation de l'expérience subjective.

Limitations et perspectives

Malgré l'intérêt de ces résultats, plusieurs limites méthodologiques doivent être soulignées. D'abord, la taille réduite de l'échantillon ($n = 3$) et le recrutement par convenance de praticiennes expérimentées limitent fortement la généralisation des conclusions. Il est possible que les effets observés reflètent des facteurs idiosyncratiques (style d'induction, niveau de pratique, attentes), et non une signature universelle de la TCAI. L'absence de groupe contrôle (novices, états de conscience altérés comparables comme l'hypnose ou la méditation, ou population clinique comme le PTSD dissociatif) empêche toute comparaison différentielle et toute inférence causale robuste.

Sur le plan technique, le casque EEG Emotiv Insight (5 électrodes, 128 Hz), bien que facile à utiliser en contexte écologique, limite la résolution spatiale et la précision dans les hautes fréquences (gamma), très sensibles aux artéfacts. Le nettoyage manuel et l'absence de correction systématique pour comparaisons multiples augmentent le risque d'erreurs de type I. Par ailleurs, la baseline courte et le choix de tests unilatéraux – bien que justifiés par des hypothèses directionnelles – nécessitent d'être abordés avec prudence dans l'interprétation. Le protocole n'étant pas préenregistré, une transparence totale sur les décisions analytiques post hoc ne peut être assurée.

Sur le plan du design, cette étude est transversale, sans mesure répétée, ni corrélat autonome (fréquence cardiaque, conductance galvanique), ni évaluation subjective structurée (questionnaires d'absorption, de dissociation ou de régulation émotionnelle). L'induction, semi-standardisée, mêle stimuli auditifs et auto-induction, ce qui complique l'isolement des composantes actives.

Conclusion

En somme, ces données préliminaires soulignent la richesse et la complexité neurophysiologiques de la TCAI et des transes apparentées. Des travaux plus amples, rigoureux et multimodaux seront déterminants pour valider son utilité clinique, préciser ses mécanismes et affiner notre compréhension des architectures cérébrales mobilisées par les états de conscience modifiés. La revue systématique et l'étude pilote convergent vers un résultat central : la TCAI et d'autres transes non pathologiques s'accompagnent d'une réorganisation oscillatoire dominée par une élévation thêta, compatible avec l'absorption et la régulation des affects – des dimensions cruciales en psychotraumatologie et dans la compréhension de la dissociation. Les données gamma restent plus ambiguës, appelant des protocoles mieux contrôlés. L'hétérogénéité méthodologique actuelle et la rareté des études sur la TCAI justifient des programmes de recherche plus ambitieux, multimodaux et cliniquement ancrés, afin de préciser la place de la TCAI comme outil complémentaire dans la prise en charge du trauma et des phénomènes dissociatifs. En articulant les signatures oscillatoires de la TCAI, en particulier l'élévation thêta, aux besoins cliniques du trauma et de la dissociation, la psychotraumatologie dispose d'un levier objectivable de régulation émotionnelle et d'intégration corporelle, ouvrant la voie à des protocoles multimodaux et longitudinaux pour des interventions personnalisées et l'exploration de la plasticité cérébrale post-traumatique.

Déclaration de liens d'intérêts : Les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts. Cette recherche n'a reçu aucun financement du réseau public, commercial, ou d'association sans but lucratif.

Remerciement : Nous remercions chaleureusement le Dr Peter de Lissa (Département de psychologie, Unité de psychologie cognitive, Université de Fribourg) pour son aide déterminante dans le traitement et l'analyse des données EEG. Sans son expertise méthodologique et son accompagnement attentif, ce travail n'aurait pas été possible. Toute erreur résiduelle relève toutefois de la seule responsabilité des auteurs.

Notes Article édité par Jeremiah Schenk, Département de psychologie, Unité de psychologie clinique et de la santé, Université de Fribourg, jeremiah.schenk@unifr.ch

Références

1. Arain, M., Campbell, M. J., Cooper, C. L., & Lancaster, G. A. (2010). What is a pilot or feasibility study? A review of current practice and editorial policy. *BMC Medical Research Methodology*, 10, 67. <https://doi.org/10.1186/1471-2288-10-67>
2. Azarias, F. R., Almeida, G. H. D. R., de Melo, L. F., Rici, R. E. G., & Maria, D. A. (2025). The Journey of the Default Mode Network: Development, Function, and Impact on Mental Health. *Biology*, 14(4), 395. <https://doi.org/10.3390/biology14040395>
3. Baars, B. J. (2002). The conscious access hypothesis : Origins and recent evidence. *Trends in Cognitive Sciences*, 6(1), 47-52. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01819-2](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01819-2)
4. Badcock, N. A., Mousikou, P., Mahajan, Y., de Lissa, P., Thie, J., & McArthur, G. (2013). Validation of the Emotiv EPOC® EEG gaming system for measuring research-quality auditory event-related potentials in children. *PeerJ*, 1, e38. <https://doi.org/10.7717/peerj.38>
5. Boly, M., Phillips, C., Tshibanda, L., Vanhaudenhuyse, A., Schabus, M., Dang-Vu, T. T., Moonen, G., Hustinx, R., Maquet, P., & Laureys, S. (2008). Intrinsic Brain Activity in Altered States of Consciousness : How Conscious Is the Default Mode of Brain Function? *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1129(1), 119-129. <https://doi.org/10.1196/annals.1417.015>
6. Brewer, J. A., Worhunsky, P. D., Gray, J. R., Tang, Y. Y., Weber, J., & Kober, H. (2011). Meditation experience is associated with differences in default mode network activity and connectivity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(50), 20254–20259. <https://doi.org/10.1073/pnas.1112029108>
7. Butt, M., Espinal, E., Aupperle, R. L., Nikulina, V., & Stewart, J. L. (2019). The Electrical Aftermath: Brain Signals of Posttraumatic Stress Disorder Filtered Through a Clinical Lens. *Frontiers in psychiatry*, 10, 368. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2019.00368>
8. Cogitate Consortium, Ferrante, O., Gorska-Klimowska, U., Henin, S., Hirschhorn, R., Khalaf, A., Lepauvre, A., Liu, L., Richter, D., Vidal, Y., Bonacchi, N., Brown, T., Sripad, P., Armendariz, M., Bendtz, K., Ghafari, T., Hetenyi, D., Jeschke, J., Kozma, C., Mazumder, D. R., Melloni, L. (2025). Adversarial testing of global neuronal workspace and integrated information theories of consciousness. *Nature*, 642(8066), 133–142. <https://doi.org/10.1038/s41586-025-08888-1>
9. Cardeña E. (2005). The phenomenology of deep hypnosis: quiescent and physically active. *The International journal of clinical and experimental hypnosis*, 53(1), 37–59. <https://doi.org/10.1080/00207140490914234>
10. Datta, P., Kaur, A., Sassi, N., Gulzar, Y., & Jaziri, W. (2024). An evaluation of intelligent and immersive digital applications in eliciting cognitive states in humans through the utilization of Emotiv Insight. *MethodsX*, 12, 102748. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2024.102748>

11. Dehaene, S., & Changeux, J.-P. (2011). Experimental and Theoretical Approaches to Conscious Processing. *Neuron*, 70(2), 200-227. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2011.03.018>
12. Dunkley, B. T., Sedge, P. A., Doesburg, S. M., Grodecki, R. J., Jetly, R., Shek, P. N., Taylor, M. J., & Pang, E. W. (2015). Theta, mental flexibility, and post-traumatic stress disorder: connecting in the parietal cortex. *PloS one*, 10(4), e0123541. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0123541>
13. Flor-Henry, P., Shapiro, Y., & Sombrun, C. (2017). Brain changes during a shamanic trance : Altered modes of consciousness, hemispheric laterality, and systemic psychobiology. *Cogent Psychology*, 4(1), 1313522. <https://doi.org/10.1080/23311908.2017.1313522>
14. Fort, L. D., Costines, C., Wittmann, M., Demertzi, A., & Schmidt, T. T. (2025). Classification schemes of altered states of consciousness. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, 175, 106178. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2025.106178>
15. Giesbrecht, T., Lynn, S. J., Lilienfeld, S. O., & Merckelbach, H. (2006). Cognitive processes in dissociation: An analysis of core theoretical assumptions. *Psychological Bulletin*, 132(5), 617–640. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.132.5.617>
16. Gosseries, O., Fecchio, M., Wolff, A., Sanz, L. R. D., Sombrun, C., Vanhaudenhuyse, A., & Laureys, S. (2020). Behavioural and brain responses in cognitive trance : A TMS-EEG case study. In *CLINICAL NEUROPHYSIOLOGY* (Vol. 131, Numéro 2, p. 586-588). ELSEVIER IRELAND LTD. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2019.11.011>
17. Gosseries, O., Marie, N., Lafon, Y., Bicego, A., Grégoire, C., Oswald, V., & Vanhaudenhuyse, A. (2024). Exploration of trance states : Phenomenology, brain correlates, and clinical applications. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 58, 101400. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2024.101400>
18. Grégoire, C., Sombrun, C., Gosseries, O., & Vanhaudenhuyse, A. (2021). La transe cognitive auto-induite : Caractéristiques et applications thérapeutiques potentielles. *Hegel*, 2(2), 192-201. <https://doi.org/10.3917/heg.112.0192>
19. Grégoire, C., Marie, N., Sombrun, C., Faymonville, M.-E., Kotsou, I., Van Nitsen, V., De Ribaucourt, S., Jerusalem, G., Laureys, S., Vanhaudenhuyse, A., & Gosseries, O. (2022). Hypnosis, Meditation, and Self-Induced Cognitive Trance to Improve Post-treatment Oncological Patients' Quality of Life : Study Protocol. *Frontiers in Psychology*, 13, 807741. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.807741>
20. Grégoire, C., Sombrun, C., Lenaif, P., Marie, N., Giovine, A., Walter, M., Gosseries, O., & Vanhaudenhuyse, A. (2024). Phenomenological characteristics of auto-induced cognitive trance and Mahorikatan® trance. *Neuroscience of Consciousness*, 2024(1), niae024. <https://doi.org/10.1093/nc/naie024>

21. Ford J. D. (2025). Dissociation and Emotion Dysregulation: New Findings and Nuances. *Journal of trauma & dissociation : the official journal of the International Society for the Study of Dissociation (ISSD)*, 26(2), 151–158. <https://doi.org/10.1080/15299732.2025.2454865>
22. Herweg, N. A., Solomon, E. A., & Kahana, M. J. (2020). Theta Oscillations in Human Memory. *Trends in cognitive sciences*, 24(3), 208–227. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2019.12.006>
23. Hove, M. J., Stelzer, J., Nierhaus, T., Thiel, S. D., Gundlach, C., Margulies, D. S., Van Dijk, K. R. A., Turner, R., Keller, P. E., & Merker, B. (2016). Brain Network Reconfiguration and Perceptual Decoupling During an Absorptive State of Consciousness. *Cerebral Cortex (New York, N.Y.: 1991)*, 26(7), 3116-3124. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhv137>
24. Huels, E. R., Kim, H., Lee, U., Bel-Bahar, T., Colmenero, A. V., Nelson, A., Blain-Moraes, S., Mashour, G. A., & Harris, R. E. (2021). Neural correlates of the Shamanic state of consciousness. *Frontiers in Human Neuroscience*, 15. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2021.610466>
25. Hughes, D. J., & Melville, N. T. (1990). Changes in brainwave activity during trance channeling : A pilot study. *Journal of Transpersonal Psychology*, 22(2), 175-189.
26. Kawai, N., Honda, M., Nishina, E., Yagi, R., & Oohashi, T. (2017). Electroencephalogram characteristics during possession trances in healthy individuals. *Neuroreport*, 28(15), 949-955. <https://doi.org/10.1097/WNR.0000000000000857>
27. Koch, C., Massimini, M., Boly, M., & Tononi, G. (2016). Neural correlates of consciousness : Progress and problems. *Nature Reviews Neuroscience*, 17(5), 307-321. <https://doi.org/10.1038/nrn.2016.22>
28. Krüger, C., Bartel, P., & Fletcher, L. (2013). Dissociative mental states are canonically associated with decreased temporal theta activity on spectral analysis of EEG. *Journal of trauma & dissociation : the official journal of the International Society for the Study of Dissociation (ISSD)*, 14(4), 473–491. <https://doi.org/10.1080/15299732.2013.769480>
29. Kumar G, P., Panda, R., Sharma, K., Adarsh, A., Annen, J., Martial, C., Faymonville, M. E., Laureys, S., Sombrun, C., Ganesan, R. A., Vanhaudenhuyse, A., & Gosseries, O. (2024). Changes in high-order interaction measures of synergy and redundancy during non-ordinary states of consciousness induced by meditation, hypnosis, and auto-induced cognitive trance. *NeuroImage*, 293, 120623. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2024.120623>
30. Lanius R. A. (2015). Trauma-related dissociation and altered states of consciousness: a call for clinical, treatment, and neuroscience research. *European journal of psychotraumatology*, 6, 27905. <https://doi.org/10.3402/ejpt.v6.27905>

31. Laureys, S. (2005). The neural correlate of (un)awareness : Lessons from the vegetative state. *Trends in Cognitive Sciences*, 9(12), 556-559. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2005.10.010>
32. Leon, A. C., Davis, L. L., & Kraemer, H. C. (2011). The role and interpretation of pilot studies in clinical research. *Journal of Psychiatric Research*, 45(5), 626–629. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2010.10.008>
33. Ludwig, A. M. (1966). Altered states of consciousness. *Archives of General Psychiatry*, 15(3), 225–234. <https://doi.org/10.1001/archpsyc.1966.01730150001001>
34. Mainieri, A. G., Peres, J. F. P., Moreira-Almeida, A., Mathiak, K., Habel, U., & Kohn, N. (2017). Neural correlates of psychotic-like experiences during spiritual-trance state. *Psychiatry Research. Neuroimaging*, 266, 101-107. <https://doi.org/10.1016/j.psychresns.2017.06.006>
35. Marie, N., Lafon, Y., Bicego, A., et al. (2024). Scoping review on shamanistic trances practices. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 24, 381. <https://doi.org/10.1186/s12906-024-04678-w>
36. Mateo, S. (2020). Procédure pour conduire avec succès une revue de littérature selon la méthode PRISMA. *Kinésithérapie, la Revue*, 20(226), 29-37. <https://doi.org/10.1016/j.kine.2020.05.019>
37. Mende, M. A., & Schmidt, H. (2021). Psychotherapy in the Framework of Embodied Cognition—Does Interpersonal Synchrony Influence Therapy Success? *Frontiers in Psychiatry*, 12, 562490. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2021.562490>
38. Menon V. (2023). 20 years of the default mode network: A review and synthesis. *Neuron*, 111(16), 2469–2487. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2023.04.023>
39. Miller, S. A., & Forrest, J. L. (2001). Enhancing your practice through evidence-based decision making : PICO, learning how to ask good questions. *Journal of Evidence Based Dental Practice*, 1(2), 136-141. [https://doi.org/10.1016/S1532-3382\(01\)70024-3](https://doi.org/10.1016/S1532-3382(01)70024-3)
40. Niso, G., Romero, E., Moreau, J. T., Araujo, A., & Krol, L. R. (2023). Wireless EEG : A survey of systems and studies. *NeuroImage*, 269, 119774. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2022.119774>
41. Oohashi, T., Kawai, N., Honda, M., Nakamura, S., Morimoto, M., Nishina, E., & Maekawa, T. (2002). Electroencephalographic measurement of possession trance in the field. *Clinical Neurophysiology*, 113(3), 435-445. [https://doi.org/10.1016/S1388-2457\(02\)00002-0](https://doi.org/10.1016/S1388-2457(02)00002-0)
42. Oswald, V., Vanhaudenhuyse, A., Annen, J., Martial, C., Bicego, A., Rousseaux, F., Sombrun, C., Harel, Y., Faymonville, M.-E., Laureys, S., Jerbi, K., & Gosseries, O. (2023). Autonomic nervous system modulation during self-induced non-ordinary states of consciousness. *Scientific Reports*, 13(1), 15811. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-42393-7>

43. Oswald, V., Jerbi, K., Sombrun, C., Jitka, A., Martial, C., Gosseries, O., & Vanhaudenhuyse, A. (2025). Understanding individual differences in non-ordinary state of consciousness: Relationship between phenomenological experiences and autonomic nervous system. *International journal of clinical and health psychology : IJCHP*, 25(1), 100552. <https://doi.org/10.1016/j.ijchp.2025.100552>
44. Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
45. Peres, J. F., Moreira-Almeida, A., Caixeta, L., Leao, F., & Newberg, A. (2012). Neuroimaging during trance state: A contribution to the study of dissociation. *PLOS ONE*, 7(11), e49360. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0049360>
46. Powers, A., Cross, D., Fani, N., & Bradley, B. (2015). PTSD, emotion dysregulation, and dissociative symptoms in a highly traumatized sample. *Journal of psychiatric research*, 61, 174–179. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2014>.
47. Raichle, M. E., MacLeod, A. M., Snyder, A. Z., Powers, W. J., Gusnard, D. A., & Shulman, G. L. (2001). A default mode of brain function. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98(2), 676-682. <https://doi.org/10.1073/pnas.98.2.676>
48. Rogerson, R. G., Barnstaple, R. E., & DeSouza, J. F. X. (2021). Neural correlates of a trance process and alternative states of consciousness in a traditional healer. *Brain Sciences*, 11(4), 497. <https://doi.org/10.3390/brainsci11040497>
49. Sattin, D., Magnani, F. G., Bartesaghi, L., Caputo, M., Fittipaldo, A. V., Cacciatore, M., Picozzi, M., & Leonardi, M. (2021). Theoretical Models of Consciousness: A Scoping Review. *Brain sciences*, 11(5), 535. <https://doi.org/10.3390/brainsci11050535>
50. Scarpellini, G. (2020). Cohen's kappa free calculator. *IDoStatistics*. Retrieved August 26, 2022, from <https://idostatistics.com/cohen-kappa-free-calculator>
51. Seth A. K. (2018). Consciousness: The last 50 years (and the next). *Brain and neuroscience advances*, 2, 2398212818816019. <https://doi.org/10.1177/2398212818816019>
52. Spiegel, D. (2013). Tranceformations: Hypnosis in brain and body. *Depression & Anxiety*, 30(4), 342–352. <https://doi.org/10.1002/da.22050>
53. Toriz, H., Fagetti, A., Terán-Pérez, G., & Mercadillo, R. E. (2024). Neuroanthropology of shamanic trance : A case study with a ritual specialist from Mexico. *Frontiers in Psychology*, 15. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1325188>

54. Torrence, C., & Compo, G. P. (1998). A practical guide to wavelet analysis. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 79(1), 61–78. [https://doi.org/10.1175/1520-0477\(1998\)079<0061:APGTWA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0477(1998)079<0061:APGTWA>2.0.CO;2)
55. Vaitl, D., Birbaumer, N., Gruzelier, J., Jamieson, G. A., Kotchoubey, B., Kübler, A., Lehmann, D., Miltner, W. H., Ott, U., & Pütz, P. (2005). Psychobiology of altered states of consciousness. *Psychological bulletin*, 131(1), 98. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.131.1.98>
56. van der Hart, O., & Rydberg, J. A. (2019). Vehement emotions and trauma-generated dissociation: A Janetian perspective on integrative failure. *European Journal of Trauma & Dissociation*, 3(3), 191- 201 <https://doi.org/10.1016/j.ejtd.2019.06.003>
57. Vanhaudenhuyse, A., Castillo, M. C., Martial, C., Annen, J., Bicego, A., Rousseaux, F., Sanz, L. R. D., Sombrun, C., Bioy, A., & Gosseries, O. (2024). Phenomenology of auto-induced cognitive trance using text mining: a prospective and exploratory group study. *Neuroscience of consciousness*, 2024(1), niae036. <https://doi.org/10.1093/nc/nae036>
58. Wahbeh, H., Cannard, C., Okonsky, J., & Delorme, A. (2019). A physiological examination of perceived incorporation during trance. *F1000 Research*, 8, 67. <https://doi.org/10.12688/f1000research.17157.2>
59. Wahbeh, H., Cannard, C., Kriegsman, M., & Delorme, A. (2023). Evaluating brain spectral and connectivity differences between silent mind-wandering and trance states. *Progress in Brain Research*, 277, 29-61. <https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2022.12.011>
60. Williams, N. S., King, W., Mackellar, G., Randeniya, R., McCormick, A., & Badcock, N. A. (2023). Crowdsourced EEG experiments: A proof of concept for remote EEG acquisition using EmotivPRO Builder and EmotivLABS. *Heliyon*, 9(8), e18433. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e18433>