

# Les ondes cérébrales mesurées par le neurofeedback EEG

---

📄 [rvd-psychologue.com/neurofeedback-eeeg-ondes-cerveaux.html](http://rvd-psychologue.com/neurofeedback-eeeg-ondes-cerveaux.html)

## NEUROFEEDBACK EEG « Les Ondes du Cerveau »

---

### Le rythme cérébral

---

« Neurones et l'activité neuronale Alpha »

Le **cerveau** est une machinerie très complexe, dont certaines activités peuvent être mesurées ou observées, grâce à différents systèmes d'imagerie. On découvre alors l'activation de zones, suivant les demandes conscientes ou inconscientes de leur propriétaire. Ces activations peuvent être décrites grâce à l'observation de différentes ondes, mesurées avec un tel appareil, appelé **électroencéphalogramme**. On peut alors déterminer de l'**état de conscience** de la personne "connectée", depuis le coma à l'hypervigilance.

Dans les différentes zones du cerveau, l'influx nerveux fonctionne en relative cohérence et de façon rythmique : les neurones s'activent ensemble, comme une pulsation, puis se calment, puis s'activent de nouveau. Grâce à de petites électrodes placées sur le cuir chevelu et reliées à un électroencéphalographe (EEG), le rythme de ces pulsations peut se traduire en forme d'ondes appelées ondes cérébrales.

- **Un rythme cérébral** .- désigne une oscillation électromagnétique dans une bande de fréquences donnée résultant de l'activité électrique cohérente d'un grand nombre de neurones du cerveau telle qu'on peut l'observer en électroencéphalographie (EEG).

Ces ondes sont de très faible amplitude, elles sont de l'ordre du microvolt (chez l'être humain) et ne suivent pas toujours une sinusoïde régulière. Les caractéristiques des rythmes cérébraux dépendent de l'état psychologique et, le cas échéant, pathologique de la personne chez qui on les enregistre. Ainsi, l'enregistrement de l'activité rythmique cérébrale permet d'étudier les phases du sommeil ou de caractériser des maladies neurologiques, telles que l'épilepsie.

- **Une oscillation** .- est une "variation d'une grandeur mécanique, électrique, caractérisée par un changement périodique de sens". Cette variation s'exprime en un aller et retour d'un corps autour d'une position d'équilibre, passant

successivement par une valeur maximale et une valeur minimale. Les oscillations peuvent être régulières (périodiques) ou décroissantes (amorties).

Le cycle d'une oscillation est le temps écoulé entre deux passages successifs par la position d'équilibre. La fréquence d'une oscillation est le nombre de cycles par seconde exprimé en hertz (Hz). Le hertz est la fréquence d'un courant dont la période est une seconde.

L'amplitude est une grandeur qui exprime l'écart ou l'éloignement d'une oscillation par rapport à son point d'équilibre.

## Les ondes cérébrales mesurées avec l'EEG

---

Comme le **cerveau** a une activité électrique, celle-ci peut, comme toute activité électrique, être mesurée par un oscilloscope. Dans le cas de l'activité cérébrale, cet appareil est rebaptisé électroencéphalogramme. Il permet d'établir une carte du cerveau et fait partie de l'arsenal offrant des possibilités d'imagerie cérébrale, permettant la thérapie par le neurofeedback. Ces ondes se subdivisent selon leurs fluctuations, en ondes delta, thêta, alpha et bêta, que nous vous présentons ici.

**Les ondes cérébrales.**- sont des fluctuations du potentiel électrique entre différentes parties du cerveau, une activité cérébrale pouvant être mesurée avec un **EEG**.

- L'intensité de l'activité cérébrale se manifeste par la fréquence de ces ondes.

On les calcule en hertz (Hz) - un hertz égalant une ondulation par seconde. Le cerveau émet un très faible courant électrique du fait de son activité, même en état de sommeil ou de coma.

Pour suivre cette activité, des électrodes sont placées sur des emplacements spécifiques sur le cuir chevelu (zones occipitales, temporales, centrales et frontales) pour détecter et enregistrer les impulsions électriques de l'activité cérébrale.

La variation de la différence de potentiel enregistrée entre deux électrodes (exprimé en  $\mu\text{V}$  ou millièmes de volt) est enregistrée et reproduite en courbe EEG.

La fréquence est le nombre de vagues (ou de crêtes) d'une ondulation en une seconde. Elle peut être comparée aux fréquences radio.

L'amplitude représente la puissance des impulsions électriques produites par le cerveau.

Le volume ou l'intensité de l'activité d'onde cérébrale est mesuré en microvolts.

Si le graphique enregistré par l'EEG est plat, c'est qu'il n'y a pas d'activité cérébrale.

Quant aux ondes générées par un cerveau actif, on les divise généralement en quatre

ou cinq fourchettes, correspondant à des oscillations de fréquences et d'états physiologiques particuliers - les appellations viennent du grec ancien.

Ainsi l'EEG décrypte les basses fréquences, bandes de fréquence : DELTA (0,1-4Hz), THETA (4-8Hz), ALPHA (8-12Hz), BETA (12 - 40Hz), ainsi : BETA-1 /BETA-2/ BETA-3/ BETA-4/ BETA-5 et GAMMA (+ de 40Hz)

- **Les ondes delta et leur fonction (sommeil, sommeil profond, trances)**

Les **ondes delta** se rapportent aux états de sommeil, que nous décrivons ici dans le détail (description, localisations, correspondances avec le niveau de conscience...) :

Les plus lentes des ondes cérébrales, ont une fréquence faible (0,1-4 Hz) mais une amplitude forte.

Localisation : lobes temporaux et en états subjectifs sur les lobes occipitaux. Elles sont obtenues chez un sujet en état de sommeil lent.

Les ondes delta se manifestent au cours du sommeil profond à mouvements oculaires rapides, mais aussi lors d'une souffrance grave du cerveau.

Les ondes DELTA sont impliquées dans notre capacité d'intégration et de laisser aller ; c'est un état inconscient et de sommeil profond. Elles se rapportent à l'esprit sans connaissance. C'est le rythme dominant des enfants en bas âge, de moins de un an. Il tend à être le plus élevé en amplitude pour les ondes les plus lentes. Nous augmentons nos ondes DELTA afin de diminuer notre conscience du monde physique.

C'est à ce moment qu'ont lieu les divisions cellulaires et la production de l'hormone de croissance, d'où l'importance du sommeil chez l'enfant. Plus la fréquence descend en dessous de 4 cycles par seconde, et plus nous sombrons dans des états d'inertie.

Caractéristiques : états subjectifs bilatéraux, sommeil, sommeil profond, hypnose, rêve lucide, transe, tâches associées inconscientes, léthargie, immobilité, états de profonde détente.



**Le sommeil paradoxal (ou REM)** correspond à l'état de sommeil profond pendant lequel se déroule une bonne partie de l'activité onirique.

**Les ondes thêta et leur fonction (relaxation, hypnose...)**

Les **ondes thêta** se rapportent aux états de demi-sommeil, que nous décrivons ici dans le détail (description, localisations, correspondances avec le niveau de conscience...) :

Ondes aux fréquences assez basses (4-8 Hz), qui sont produites lors de la première phase du sommeil lent (l'endormissement) ou dans un état de profonde relaxation.

L'onde thêta nous fait accéder à un état de très profonde relaxation. C'est un état utilisé en hypnose. Il reflète l'état entre la complétude et le sommeil. Les ondes cérébrales sont ralenties à une fréquence de 4-8 cycles par seconde. C'est aussi un état auquel certaines personnes accèdent en méditation profonde et en prière. Les ondes thêta sont reliées à notre subconscient, elles gouvernent la partie du mental entre le conscient et l'inconscient. Elles contiennent les mémoires et les sensations.

Le rythme thêta nous permet d'accéder au subconscient. Elles gouvernent aussi nos attitudes, croyances et comportements. Ces ondes sont liées aux états de super créativité d'inspiration et de conscience spirituelle.

Entre la naissance et l'âge de 7 ans les enfants fonctionnent surtout en basses fréquences delta et thêta. C'est pour cela que les enfants peuvent acquérir un si grand volume d'informations. Ils observent attentivement ce qui se passe dans leur milieu et adoptent le comportement et les croyances de leur entourage.

Nous utilisons ces ondes du cerveau Thêta lorsque nous gravons en nous des serments, des promesses avec nous-même. Nous retournons à ce même état Thêta pour abolir ces serments. L'état Thêta nous permet d'éliminer immédiatement et de remplacer des schémas de pensées particuliers sur tous les niveaux où ils sont enregistrés dans le corps : nous libérer de ces schémas libère notre énergie et notre libre arbitre. Quelques schémas fondamentaux seulement supportent des milliers de croyances connexes.

Dans cet état d'ondes thêta, il n'y a aucune séparation, on perd généralement la notion de temps.

Plus ce rythme faiblit, plus le sujet devient profondément endormi.



### **Les ondes alpha et leur fonction (relaxation, détente...)**

Les **ondes alpha** se rapportent aux états d'éveil mais relaxé, que nous décrivons ici dans le détail (description, localisations, correspondances avec le niveau de conscience...) :

Captées sur la partie postérieure de la tête dans la région occipitale, dans le cortex et dans sa bande périphérique ; correspondent aux courbes EEG d'une personne éveillée mais au repos, les yeux fermés. Le rythme alpha est régulier, ses fréquences sont assez basses (entre 8 - 12 Hz), son amplitude est faible (de 25 à 60  $\mu\text{v}$ ).

Ces ondes alpha disparaissent quand les yeux sont ouverts.

Dès que nous avons les yeux fermés, que nous nous reposons, l'encéphalogramme montre un ralentissement de nos ondes cérébrales.

Ce stade proche de la relaxation est un stade de transition entre l'éveil et le sommeil. Le sujet est alors assoupi, mais demeure très sensible aux stimulus extérieurs. C'est le rythme principal de la détente chez les adultes

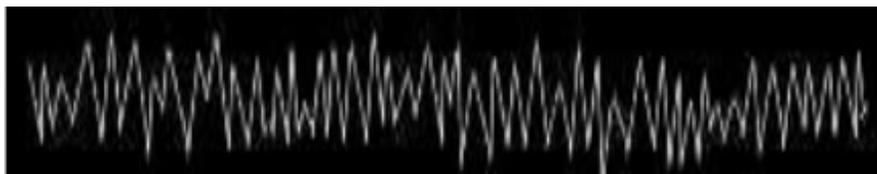
Les ondes ALPHA sont un pont entre conscient et subconscient. On rapporte que des rythmes alpha sont dérivés de la matière blanche du cerveau. La matière blanche est la matière du cerveau qui relie toutes les pièces l'une à l'autre.

La formation d'Alpha Thêta peut créer une intensification sensorielle, la pensée abstraite et l'état de sang-froid.

Cette fréquence est liée à l'extraversion, la créativité, et le travail mental. Quand ce rythme est activé avec des gammes normales, on est calme et nous avons une vision claire du monde. On augmente la fréquence ALPHA en fermant les yeux ou en respirant profondément et on la diminue par la pensée ou le calcul.

Etats subjectifs : détente, non agitation, tranquillité, état méditatif.

Cette fréquence semble favorable à l'exploration atypique du potentiel cognitif humain, elles favorisent les ressources mentales et aident dans la capacité de coordination mentale. Dans cet état on peut se déplacer rapidement et efficacement afin d'accomplir quelque tâche que ce soit dans l'instant.



### **Les ondes bêta (attention, pensée éveillée...)**

Les **ondes bêta** se rapportent aux états d'éveil, que nous décrivons ici dans le détail (description, localisations, correspondances avec le niveau de conscience...) :

Captées sur les lobes temporaux, et en états subjectifs sur les lobes occipitaux et frontaux du cerveau, elles correspondent à des oscillations de fréquences plus élevées (de 12 à 40 Hz) mais d'amplitude basse (de 10 à 30  $\mu$ V). Elles révèlent l'état d'un sujet attentif, yeux ouverts.

Etrangement, les ondes cérébrales passent au bêta pendant les courtes périodes de sommeil avec rêve (sommeil paradoxal), comme si les activités du rêve étaient des activités « courantes ».

C'est le cycle de l'éveil, celui qui rythme notre cerveau lorsque nous avons les yeux ouverts durant l'action : lorsque nous écoutons et pensons au cours de la résolution de problèmes analytiques, jugements, prise de décision, et traitement des informations relatives au monde qui nous entoure. Notre cerveau fonctionne alors à plein régime.

Comportements associés : tâches et comportements focalisés, intégrés.

Corrélations physiologiques : un rythme croissant améliore les capacités d'attention.

Etats subjectifs : la pensée, l'état averti.

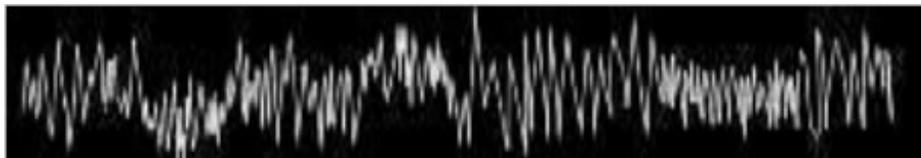
Corrélations physiologiques d'activité mentale : effets alertes, actifs, mais non agités, peut augmenter des capacités mentales, la vigilance, haut QI en ondes BETA (au-dessus de 18 hertz)

Rythme BETA médian ;

Etats subjectifs de sentiment : la vigilance, agitation.

Etats comportementaux : activité mentale, maths, planification, etc...

Corrélations physiologiques : activation générale des fonctions d'esprit et de corps.



### **Les ondes gamma (fonctions intellectuelles, conscience, perception...)**

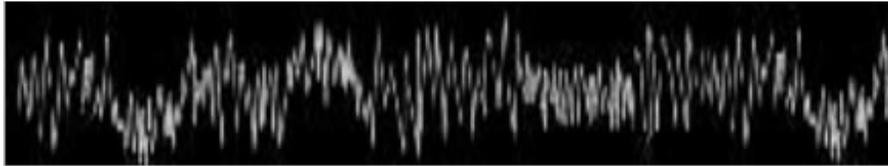
Les **ondes gamma** se rapportent aux états d'éveil hypervigile, que nous décrivons ici dans le détail (description, localisations, correspondances avec le niveau de conscience...) : Les ondes GAMMA (au-dessus de 40 Hz, jusqu'à approximativement 80Hz) est le seul groupe de fréquences présent dans chaque partie du cerveau.

Quand le cerveau doit traiter simultanément l'information de différents secteurs, l'activation d'une fréquence de 40Hz favorise l'information entre les secteurs exigés pour un traitement simultané. Une bonne mémoire est associée à l'activité à 40Hz, tandis qu'une insuffisance d'ondes à 40Hz crée des incapacités d'étude.

Etats subjectifs : pensée, haute activité mentale incluant la perception et la conscience. Les sens, l'intellect, l'intuition, ou encore la mémoire sont mis harmonieusement et synchroniquement à l'œuvre. L'émission de ce type d'ondes, à oscillations rapides, reflèterait en quelque sorte la pleine conscience à travers l'être.

Etats comportementaux : intégration de pensées.

Corrélations physiologiques : corrélations "liantes", traitement de tâches complexes.



## EN RESUME

Les ondes DELTA correspondent à un état conscient

Le passage des ondes THETA à ALPHA correspondrait à l'état onirique. C'est principalement dans cet état que se produisent les différents "phénomènes psychologiques".

Les ondes BETA et GAMMA correspondent à l'état de veille

### **Le sommeil paradoxal**

L'état de **sommeil paradoxal** est décrit ici dans le détail (description, localisations, correspondances avec le niveau de conscience...) :

...Le sommeil paradoxal représente 20% de la durée totale du sommeil. L'activité cérébrale durant le sommeil paradoxal se traduit par des ondes aux fréquences et amplitudes similaires à celles d'un sujet éveillé. On peut identifier le sommeil paradoxal par trois caractéristiques principales : ondes cérébrales mixtes de basse amplitude ; alternance du sommeil REM et des autres phases du sommeil ; suppression du tonus musculaire de la région faciale.

La fréquence des ondes cérébrales varie selon le type d'activités dans lequel on est engagé, mais les individus non entraînés ont relativement peu de contrôle sur celles-ci. Trop de stress, par exemple, et le système nerveux n'accepte pas de se détendre : les ondes cérébrales continuent alors de se maintenir dans la fourchette bêta et il est impossible de trouver le sommeil...

D'autre part, il semblerait que les meilleures ressources mentales pour la créativité et la résolution de problèmes se situent dans la fourchette des ondes thêta, auxquelles, on n'accède pas facilement.