

Effet du type de présentation sur les latences N1 des potentiels évoqués auditifs

Presentation Effect on auditory event related potentials N1 latencies

D.Cugy^{1,2}

1. EFSN CHU-Pellegrin, Place Amelie Raba Léon, 33076 Bordeaux cédex
2. Laboratoire d'Imagerie Moleculaire et Fonctionnelle ERT CNRS 5543,
Université Victor Ségalen, Bordeaux, France

Courriers :

e-mail :

didier.cugy@neuf.fr

Résumé :

Nous avons étudié les potentiels évoqués en réponse à une stimulation tonale à la fréquence de 125Hz et de 1000Hz présentée de façon unilatérale au niveau de l'oreille droite et de l'oreille gauche selon trois paradigmes différents : le premier consistant à utiliser une suite pseudo aléatoire de longueur maximale (lm-séquence) couvrant la durée de la présentation des stimuli ; dans le second les stimuli sont présentés de façon séquentielle (p-séquence) ; dans le troisième ils consistent en une suite de blocs d'une durée de 31 secondes composés d'une suite de type m-séquence . De façon synthétique, il apparaît que l'écart observé au niveau de la composante N1 pour les stimuli à 125Hz et à 1000Hz est maximal quand le stimulus est présenté au niveau de l'oreille gauche de façon séquentielle (p-séquence) et est minimal quand la présentation est effectuée au niveau de l'oreille gauche selon une séquence maximale (m-séquence). L'écart mesuré dans les composantes de l'onde N1 est du même ordre (30-50ms) quand le stimulus est présenté au niveau de l'oreille droite.

Abstract :

We studied the potentials evoked in response to a tonal stimulation at the frequency of 125Hz and 1000Hz presented in a unilateral way at the level of the right ear and left ear according to three different paradigms: first consisting in using a random pseudo continuation maximum length (lm-Sequence) covering the duration of the presentation of the stimuli ; in the second the stimuli are presented in a sequential way (p-sequence) ; in the third they consist of a succession of blocks of 31 second composed of a continuation of the m-sequence type. In a synthetic way, it appears that the variation observed between the N1 wave for the stimuli with 125Hz and 1000Hz is maximum when the stimulus is presented at the level of the left ear in a sequential way (p-sequence) and is minimal when the presentation is carried out on the level of the left ear according to a maximum sequence (m-sequence). The variation measured in the N1 wave is of the same level (30-50 ms) when the stimulus is presented at the level of the right ear.

Mots clefs :

keywords

Potentiels évoqués auditifs

Auditive evoked potential

m-séquences

m-sequences

latence N1

N1 Latency

p-séquences

p-sequences

Introduction :

Les potentiels évoqués en réponse à des stimulations tonales sont caractérisés notamment par un effet de latéralisation et des variations de la latence de l'onde N1 en rapport avec la fréquence de la stimulation [1, 3].

Cependant les différences temporelles observées sont faibles ce qui limite l'intérêt de cette observation au regard de la durée globale des phénomènes observés et de la variabilité inter-individuelle qui peut exister. L'accentuation de ces différences pourrait permettre d'améliorer leur caractère discriminant et peut être aboutir à des applications en routine clinique.

Les travaux précités mettent en œuvre un paradigme caractérisé par une présentation binaurale associée à une présentation aléatoire de stimuli de fréquence variable. Nous nous sommes intéressés à l'impact du paradigme expérimental en ce qui concerne les modalités de présentation sur les potentiels évoqués en réponse à une stimulation tonale à la fréquence de 125Hz et de 1000Hz présentée successivement au niveau de l'oreille droite et de l'oreille gauche.

Les stimuli sont habituellement présentés de façon aléatoire dans le but de limiter les effets d'apprentissage. Nous faisons l'hypothèse que c'est la minimisation de l'auto-correlation de la séquence de présentation des stimuli qui permet de limiter l'effet d'apprentissage.

Dans le contexte de cette hypothèse nous avons choisi de mettre en œuvre des séquences de stimulations déterminées au moyen de séquences de longueur maximales de type m-séquences [2] et de les comparer à des stimulations déterminées de façon périodique (PSEQ). Sur le plan

pratique, les stimuli sont présentés selon trois paradigmes différents : le premier consistant à utiliser une suite pseudo aléatoire de longueur maximale (lm-Séquence ou LMSEQ) couvrant la durée de la présentation des stimuli ; dans le second les stimuli sont présentés de façon séquentielle (p-séquence ou PSEQ) ; dans le troisième ils consistent en une suite de blocs d'une durée de 31 secondes composés d'une suite de type m-séquence ou MSEQ.

Matériel et méthode :

- a) Sujets : 4 sujets de sexe masculin d'âge compris entre 25 et 55 ans, droitiers, sans déficit auditif. Les sujets ont été informés des modalités expérimentales et ont donné leur accord préalablement à la réalisation des enregistrements. Le protocole expérimental a été soumis au CPP de Bordeaux et accepté.
- b) Chaîne de stimulation : les stimuli sont synthétisés par logiciel au moyen d'un micro-ordinateur iBook Apple. Les stimuli sont constitués de signaux sinusoïdaux à la fréquence de 125Hz (F125) et de 1000Hz (F1000). Un signal de synchronisation est transmis de façon synchrone avec le début du stimulus au moyen d'un boîtier d'interface vers la chaîne d'acquisition EEG. Le calcul de m-séquence est effectué par logiciel selon l'algorithme de Galois[6]. Chaque paradigme est contrôlé par calcul de l'autocorrélation (fig1). Les stimuli sont présentés au moyen de transducteurs (neuroscan) au niveau des conduits auditifs droit et gauche.
- c) Caractéristiques des stimuli : L'amplitude des stimuli est ajustée pour être présentée avec un niveau d'intensité de 70dbSPL. La durée du stimulus est de 400ms. L'intervalle inter-stimulus est fixé à une durée de 600ms. Les stimuli sont présentés à la cadence de 1 par seconde.

d) Acquisition et traitement du signal : Le signal EEG est recueilli au moyen de 64 électrodes positionnées sur le scalp au moyen d'un casque Easy-Cap (Easy-cap Allemagne). Le signal est référencé par rapport au lobe de l'oreille gauche. Le positionnement des électrodes est mesurée au moyen du système polemus (et sauvegardé). Le signal recueilli est numérisé au moyen de la chaîne d'acquisition Neuroscan sur 64 voies à la fréquence de 1000Hz. Les données sont ensuite analysées au moyen du logiciel Edit de la société Neuroscan après filtrage numérique passe bas 30Hz. Les potentiels évoqués sont calculés par moyennage d'environ 150 réponses par type de stimulus. Une ligne de base d'une durée de 200ms avant le stimulus est utilisée comme référence pour l'évaluation de l'amplitude. Les potentiels sont analysés de façon individuelle et après super-moyennage des réponses recueillies pour les quatre sujets. Le déphasage entre les modalités de présentation est calculé par inter-corrélation. L'erreur temporelle sur le super-moyennage est estimée à partir du calcul d'inter-corrélation entre le signal super-moyenné et ses différentes composantes.

Résultats :

L'aspect et l'amplitude des différentes composantes de la réponse évoquée est globalement conforme à ce qui a été décrit pour des stimuli du même type. Après super-moyennage la composante N1 est observée 170ms après le stimulus, la composante N2 à 270ms en FZ.

Effet de la fréquence de stimulation :

La culmination de l'onde N1 est plus brève pour le stimulus F1000 (162 ms) par rapport à celle du stimulus F125 (191 ms).

Effet du paradigme :

Il n'est pas mis en évidence de différences significatives selon que les stimuli sont présentés selon un paradigme de type m-séquence ou de type lm-séquence. Par la suite les comparaisons ne seront effectuées qu'entre les paradigmes de type m-séquence et p-séquence.

Dans le cas d'une séquence pseudo-aléatoire de type m-séquence (tab. 1), la culmination de l'onde N1 est plus brève pour le stimulus F125 (150 ms) par rapport au stimulus F1000 (176 ms) quand le stimulus est présenté au niveau de l'oreille gauche. Quand le stimulus est présenté au niveau de l'oreille droite, la latence de l'onde N1 est plus courte pour le stimulus F1000 (164 ms) comparativement à celle mesurée pour le stimulus F125 (202 ms). Dans le cas d'une présentation de type p-séquence on retrouve des différences quand le stimulus est présenté à gauche avec une culmination de l'onde N1 plus brève pour le signal F1000 (131 ms) que pour le signal F125 (197 ms).

Effet de la latéralisation :

Les principales différences sont mises en évidence au niveau de la culmination de l'onde N1 avec des délais mesurés pour les fréquences F1000 et F125 beaucoup plus importants quand le stimulus est présenté au niveau de l'oreille gauche (F1000 : 131 ms, F125 : 197 ms, delta 66 ms) par rapport à l'oreille droite (F1000 : 179 ms, F125 : 218 ms, delta 40 ms).

Il est retrouvé un effet en rapport avec le type de paradigme (lm-séquence, m-séquence, p-séquence), la latéralisation du stimulus et la fréquence du stimulus.

Le calcul d'inter-corrélation (tab.2.) fait apparaître une maximisation de l'écart observé entre les réponses évoquées quand le stimulus est présenté au niveau de l'oreille gauche de façon séquentielle (-70 ms, r^2 0,73) et est minimal quand la présentation est effectuée au niveau de l'oreille gauche selon une séquence maximale (10 ms, r^2 0,81). L'écart calculé dans les réponses est du même ordre (-30 ms, -50 ms) quand le stimulus est présenté au niveau de l'oreille droite.

Discussion :

L'observation principale de ce travail consiste en la mise en évidence d'une différence importante dans les réponses évoquées (N1, inter-corrélation) en fonction de la fréquence du stimulus et en rapport avec la latéralisation et le type de séquence utilisé (m-séquence/p-séquence) fig.3

La différence observée entre les latences de l'onde N1 en fonction de la fréquence (29 ms) sans tenir compte du type de présentation est du même ordre que celle mise en évidence par Roberts & Poeppel [4] avec des stimuli présentés au niveau de l'oreille droite (30 ms) .

Les délais de culmination mesurés en fonction de la latéralisation lors de la présentation selon une séquence de type m-séquence sont plus brefs lorsque la présentation est effectuée à droite par rapport à gauche. L'écart est du même ordre que celui retrouvé par Salajegheh & al [5](compris entre 5 et 10ms). De même l'écart observé entre les latences en rapport avec les stimuli F1000 et F125 est du même ordre (25 ms).

En ce qui concerne les modalités de présentation, l'usage d'une séquence de longueur maximale de type m-séquence présente sur une présentation gaussienne l'avantage de minimiser et de rendre indépendante du déphasage l'auto-corrélation en rapport avec la séquence de stimulation ; d'autre part d'être reproductible et de permettre de déduire la fonction de transfert du traitement étudié.

L'usage conjoint de ces modalités de présentation présente l'intérêt de permettre de maximiser les différences entre les réponses observées de façon contrôlée. Les décalages observés pouvant atteindre une centaine de milli-secondes, ce qui présente un intérêt pour d'autres modalités d'étude des réponses notamment en IRM fonctionnelle.

Sur le plan pratique, la mise en évidence de différences importantes dans les réponses évoquées selon le type de paradigme m-séquence/p-séquence, laisse entrevoir l'usage de ce type de tests comme indicateur objectif de processus impliqués dans la mémoire.

Bibliographie :

- (1) Crottaz-Herbette S., Ragot R. (2000). Perception of complex sounds : N1 latency codes pitch and topography codes spectra,. *Clinical Neurophysiology* 111 (2000) 1759-1766
- (2) Golomb S.W. (1982). *Shift Register Sequences*. Aegean Park Press, Laguna Hills, CA.
- (3) Ragot R., Lepaul-Ercole Renaud (1996). Brain potentials as objective indexes of auditory pitch extraction from harmonics, *NeuroReport* 7(4) ; 905-909.
- (4) Roberts, T.P.L. and Poeppel, D (1996). Latency of auditory evoked M100 as a function of tone frequency. *NeuroReport* 7(6): 1138-1140.
- (5) Salajegheh A, Link A, Elster C, Burghoff M, Sander TH, Trahms L, Poeppel D (2004) Systematic latency variation of the auditory evoked M100: from average to single-trial data. *NeuroImage* 23: 288-295
- (6) William H., Saul A. Teulkolsky, Flannery B.P. *Numerical Recipes in C*. Cambridge University Press, 1992

TABLEAUX

Cz	Présentation oreille Gauche		Présentation oreille droite	
	F125N	F1000N	NF125	NF1000
MSEQ	150 ms	176 ms	202 ms	164 ms
PSEQ	197 ms	131 ms	214 ms	178 ms

Tableau 1 – effet de la fréquence de stimulation et de latéralisation sur la culmination de N1

	Décalage (ms)	r^2
m-séquence F125N-F1000N	10	0,81
p-séquence F125N-F1000N	-70	0,73
m-séquence NF125-NF1000	-50	0,94
p-séquence NF125-NF1000	-30	0,85

Tableau 2 – décalage (en ms) et coefficient d'inter-corrélation calculés entre le premier et le second stimulus dans les modalités de présentations m-séquence p-séquence à gauche et à droite.

FIGURES

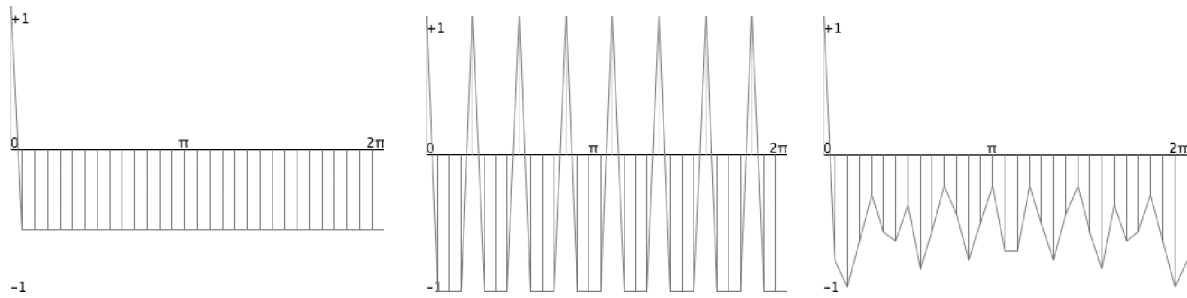


Figure 1 : De gauche à droite, graphe d'autocorrélation m-séquence, p-séquence, séquence aléatoire Gaussienne

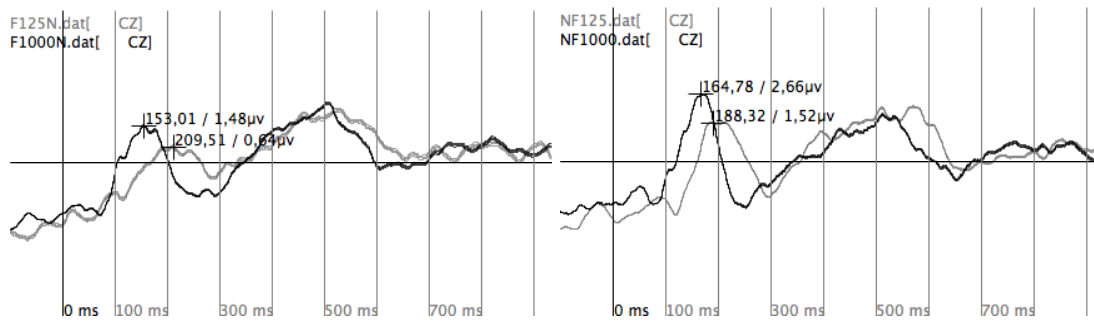


Figure 2 : potentiels évoqués en Cz supermoyennés selon la latéralisation et la fréquence de stimulation.

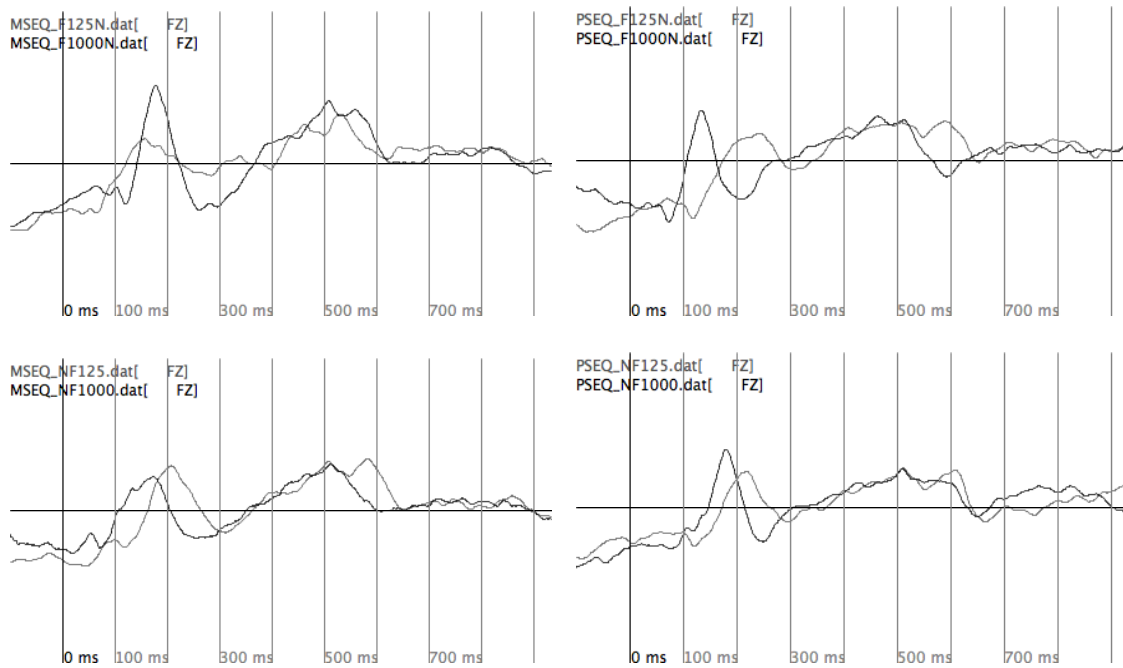


Figure 3 : potentiel évoqué en FZ selon le paradigme (MSEQ/PSEQ) et la latéralisation.

F125N : 125Hz à gauche, F1000N : 1000Hz à gauche, NF125 : 125Hz à droite, NF1000 :

1000Hz à droite.