

## Examen de Perception et Psychoacoustique

Session d'examens 2020-2021, tous documents autorisés

### Analyse de l'article "Amplitude modulation depth discrimination of a sinusoidal carrier: Effect of stimulus duration" (Lee & Bacon, JASA, 1997)

Cette étude visait à étudier le phénomène d'intégration temporelle dans la perception des modulations d'amplitude (AM). Pour cela, Lee et Bacon ont cherché à mesurer les seuils de discrimination d'AM en fonction de la durée des stimuli. Voici une traduction du paragraphe décrivant le protocole expérimental suivi :

Les stimuli utilisés dans cette expérience étaient définis par l'équation suivante :

$$x(t) = [1 + m \cos(2\pi \cdot f_m \cdot t)] \cdot \sin(2\pi \cdot f_c \cdot t)$$

où  $m$  correspond à la profondeur de modulation,  $f_m$  à la fréquence de modulation et  $f_c$  à la fréquence porteuse. Les stimuli ont été générés numériquement à un taux d'échantillonnage de 20 kHz. Chaque stimulus avait une durée de 25, 50, 100, 200, 400, ou 800 ms et une fréquence de modulation ( $f_m$ ) de 10, 20, 40, ou 80 Hz. Un total de 19 conditions (couples durée/ $f_m$ ) ont été considérées, voir figure 2. La fréquence porteuse  $f_c$  était de 4000 Hz. Le niveau de présentation des stimuli était fixé à 60 dB SPL sur l'ensemble de la durée de l'expérience.

Un paradigme du choix forcé à deux intervalles (2AFC) a été utilisé pour mesurer le seuil de discrimination des modulations ( $\Delta m_{DL}$ ) dans chaque condition. À chaque essai, deux stimuli étaient présentés dans un ordre aléatoire : un stimulus de référence possédant une profondeur de modulation de  $m = 0.1$  et un stimulus cible possédant une profondeur de modulation de  $m = 0.1 + \Delta m$ . La tâche consistait à indiquer lequel des deux intervalles contenait le stimulus cible (i.e. le stimulus possédant les plus grandes modulations). La figure 1 représente un exemple d'essai. Les deux intervalles étaient séparés par 500 ms de silence.

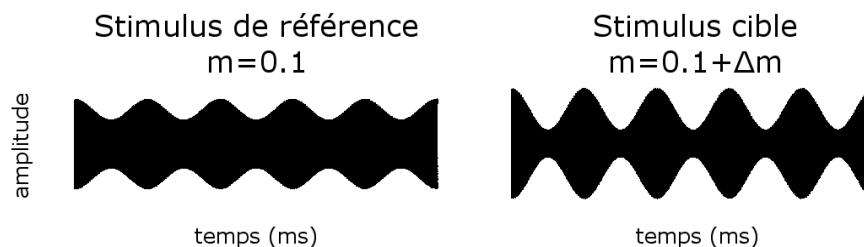


Figure 1. Exemple de stimulus de référence et de stimulus cible utilisés dans l'expérience.

Durant l'expérience,  $\Delta m$  variait par pas de 1 dB selon une procédure adaptative 3-down 1-up, pour un score visé de 79.4% de réponses correctes. Chaque escalier était composé de 60 essais, à l'issue desquels la valeur de seuil retenue correspondait à la valeur à l'équilibre. [...] Chaque seuil de discrimination ( $\Delta m_{DL}$ ) reporté dans cette étude était formé par la moyenne de 3 estimations obtenues par des escaliers indépendants.

Les sujets étaient installés dans une pièce insonorisée et munis d'un casque TDH-49P. Ils indiquaient leur réponse (« premier intervalle » ou « second intervalle ») au moyen d'un clavier.

L'expérience décrite ci-dessus a été réalisée sur 3 participants sans problème d'audition. Les résultats obtenus sont résumés dans la figure 2.

## Questions

Le barème des points est donné à titre indicatif. Veuillez à justifier vos réponses de façon concise et à détailler votre réflexion en utilisant les concepts vus en cours.

1) Quelle est la dimension de variation des stimuli ? Quels autres paramètres acoustiques varient au cours de cette expérience ? [1 pt]

2) Que signifie l'abréviation « DL » ? Quelle est la différence entre  $\Delta m$  et  $\Delta m_{DL}$  ? [1 pt]

3) Quelle est la tâche psychophysique demandée aux participants ? [1 pt]

4) Calculez le nombre total d'essais passés par chaque participant. [1 pt]

5) Quelle est la méthode expérimentale utilisée ? Quel est le paradigme expérimental ? Justifiez ces choix par rapport aux objectifs de l'étude, en rappelant les avantages de ce type de protocole, ses écueils possibles et les précautions à prendre par l'expérimentateur. [3 pts]

6) Quelles informations concernant le mécanisme d'intégration temporelle des modulations d'amplitude peuvent être tirées des résultats présentés figure 2 ? [2,5 pts]

7) Dans un deuxième temps, les auteurs confirment leurs résultats en mesurant les fonctions psychométriques correspondant à chaque condition. Décrivez succinctement le protocole de cette seconde expérience. [2,5 pts]

8) Les estimations de seuils de discrimination ( $\Delta m_{DL}$ ) produites par cette seconde approche s'avèrent identiques à celles de la figure 2. Dessinez schématiquement la fonction psychométrique obtenue dans la condition « durée des stimuli = 100 ms et fréquence de modulation = 40 Hz », en indiquant la position du  $\Delta m_{DL}$ . Quelles informations supplémentaires concernant les capacités de discrimination les auteurs peuvent-ils espérer tirer de cette seconde expérience ? [3 pts]

9) Proposez une modification simple du protocole expérimental décrit page précédente qui permette de mesurer les seuils de *détection* des modulations, plutôt que les seuils de *discrimination*, tout en réduisant la durée totale de l'expérience (sans diminuer le nombre de conditions testées ni le nombre d'escaliers par condition). [2 pt]

10) On suppose que la détection d'une modulation d'amplitude oscillant entre les intensités minimale et maximale  $I_{\min}$  et  $I_{\max}$  est une tâche perceptivement équivalente à la discrimination de deux tons purs d'intensités  $I_{\min}$  et  $I_{\max}$  (et de même fréquence  $f_c$ ). Tracer sur un même schéma les patterns d'excitation de deux tons purs de fréquence  $f_c$  avec une faible intensité ou une forte intensité, en explicitant l'effet du niveau sonore sur ces patterns d'excitation. Sur la base de ce schéma, quelle région fréquentielle vous semble la plus informative pour discriminer les deux tons (et donc pour détecter une modulation d'amplitude) ? [3 pts]

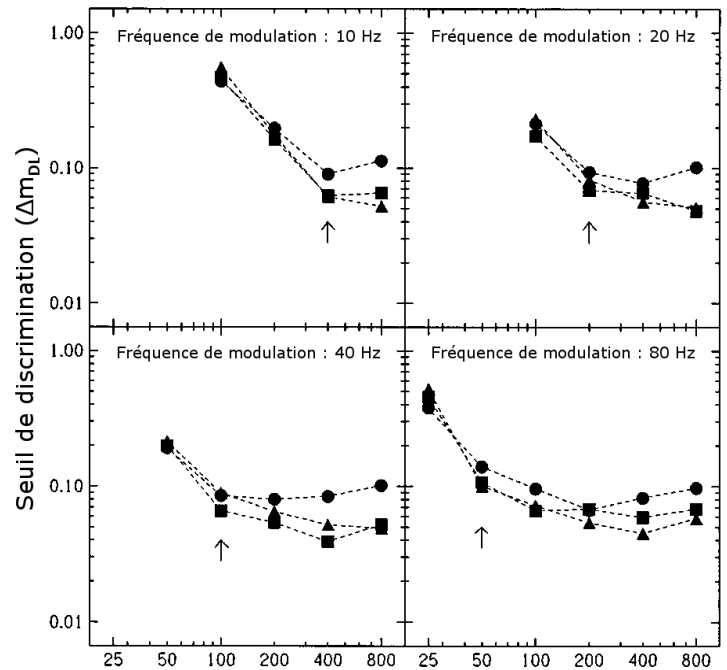


Figure 2. Seuils de discrimination en fonction de la durée des stimuli, pour des fréquences de modulation de 10, 20, 40 et 80 Hz. Pour chaque condition expérimentale, les trois symboles (rond, carré, triangle) correspondent aux résultats des trois participants. Les flèches indiquent la durée de 4 périodes de modulations ( $= 4/f_m$ ).