

Avis de Soutenance

Madame Anne MATHIEU

SCIENCES DU VIVANT Neurosciences

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés
Mécanismes neurophysiologiques de l'équilibre entre attention volontaire et involontaire chez l'humain : effets de l'alerte tonique et perspective développementale

Travaux dirigés par Madame Aurélie BIDE-CAULET

Soutenance prévue le **jeudi 07 mai 2026** à 13h30

Lieu : 27 Boulevard Jean Moulin, Faculté de Médecine 13005 Marseille

Salle : de Thèse n°2

Composition du jury proposé

Mme Aurélie BIDE-CAULET	Chargé de recherche	Institut de Neurosciences des Systèmes, INSERM - Université Aix-Marseille	Directrice de thèse
Mme Elana ZION GOLUMBIC	Professor	The Leslie and Susan Gonda Multidisciplinary Brain Research Center, Bar-Ilan University	Rapporteuse
M. Jean-Philippe LACHAUX	Directeur de recherche	Centre de Recherche en Neurosciences de Lyon, INSERM - Université Claude Bernard Lyon 1	Rapporteur
Mme Maria CHAIT	Professor	The Ear Institute, University College London	Examinatrice
M. Clément FRANCOIS	Chargé de recherche	Laboratoire Parole Langage, CNRS - Université Aix-Marseille	Examinateur

Mots-clés : attention auditive, alerte phasique, alerte tonique, locus-coeruleus, développement, distraction

Résumé :

La sélection d'informations pertinentes parmi des informations non pertinentes repose sur l'équilibre entre l'attention volontaire et l'attention involontaire. L'attention volontaire permet de se concentrer sur des tâches spécifiques, tandis que l'attention involontaire, déclenchée par des stimuli inattendus ou saillants, offre la flexibilité nécessaire pour réagir aux changements de l'environnement. Cet équilibre est fondamental pour un contrôle attentionnel optimal, en particulier pendant l'enfance, période de développement des capacités attentionnelles. Il est donc essentiel d'identifier les facteurs qui influencent cet équilibre afin de mieux comprendre les mécanismes de l'attention tout au long de la vie. Dans cette perspective, nous avons mené trois études visant à déterminer comment des

facteurs physiologiques et contextuels modulent l'équilibre entre l'attention auditive volontaire et involontaire chez les enfants et les adultes. Dans la première étude, nous avons examiné l'impact de l'alerte, définie comme le niveau de réactivité physiologique, sur l'attention chez de jeunes adultes réalisant une tâche attentionnelle. L'alerte tonique (niveau de base) a été modulée par la présentation de musique avant la tâche, et des marqueurs comportementaux et neurophysiologiques (EEG, diamètre pupillaire, conductance cutanée, fréquence cardiaque) ont été enregistrés. Les résultats comportementaux ont montré qu'un indice visuel informatif précédant un son-cible renforçait l'attention volontaire, alors que les distracteurs pouvaient faciliter ou perturber la performance selon leur position temporelle. La pupillométrie a indiqué que l'effet facilitateur des sons distracteurs était lié à une augmentation de l'alerte phasique (transitoire). Enfin, une réponse EEG fronto-centrale aux distracteurs a mis en évidence une interaction complexe entre alerte tonique et phasique. La deuxième étude adoptait une approche développementale afin d'explorer l'influence de l'alerte sur l'équilibre attentionnel pendant l'enfance. Des mesures comportementales, de conductance cutanée, dilatation pupillaire et fréquence cardiaque ont été recueillies lors d'une tâche d'oddball actif chez des adultes et des enfants âgés de 6 à 8 ans. Bien que l'alerte tonique ait été efficacement modulée par de la musique ou des vidéos stimulantes, aucun effet de cette modulation sur le traitement attentionnel n'a été observé. Indépendamment de l'alerte tonique, les enfants présentaient des réponses phasiques plus élevées que les adultes, notamment en réponse à des sons nouveaux non pertinents pour la tâche, suggérant une régulation encore immature des interactions entre alerte phasique et attention. Enfin, la troisième étude portait sur l'impact du bruit de fond sur le traitement attentionnel chez l'enfant. Des mesures comportementales et pupillaires ont été recueillies chez des adultes et des enfants réalisant une tâche attentionnelle dans le silence ou en présence de parole en bruit de fond, soit dans une langue compréhensible (langue maternelle), soit dans une langue non compréhensible (langue étrangère). Les résultats préliminaires montrent que le bruit de fond affecte peu les performances des adultes, tandis que les enfants sont davantage distraits par la parole dans leur langue maternelle que par une langue étrangère. Ces études indiquent que l'équilibre entre attention volontaire et involontaire peut être modulé par des facteurs physiologiques, tels que l'alerte, et par des facteurs contextuels, notamment les sons environnants. Cet équilibre est encore immature pendant l'enfance, avec une sensibilité accrue à la distraction par des stimuli nouveaux et par la parole. En conclusion, ces travaux mettent en évidence l'importance de considérer l'alerte tonique et phasique dans les recherches futures sur le contrôle attentionnel, ainsi que l'intérêt d'une approche multimodale, en particulier pour la recherche sur le développement cérébral.

Summary:

Our senses constantly receive large amounts of information that must be processed efficiently. The selection of relevant over irrelevant information relies on the intricate balance between voluntary and involuntary attention. Voluntary attention enables focused engagement with specific tasks, while involuntary attention, triggered by unexpected or salient stimuli, provides the flexibility to respond to novel or surprising events. The balance between these two aspects is essential for an optimal attentional control. This is particularly relevant during childhood, when attentional systems are still maturing and support emerging skills in learning, social interaction, and adaptive behavior. Identifying the factors that shape this attentional balance is therefore essential for understanding attention across the lifespan. To this end, we conducted three studies investigating the influence of physiological and contextual factors on the balance between voluntary and involuntary auditory attention in children and adults. First, we explored the impact of arousal (i.e., the level of physiological reactivity) on attention in young adults performing a competitive attention task. Tonic (baseline) arousal was manipulated via pre-task music presentation, and behavioral and neurophysiological markers (EEG, pupil diameter, skin conductance, heart rate) were recorded. Behavioral data confirmed that informative cues preceding the target enhanced voluntary attention,

while distractors could either facilitate or disrupt performance depending on their timing relative to the target. Pupillometry revealed that the facilitation effect of distracting sounds was driven by an increase in phasic (i.e., transient) arousal. Finally, a fronto-central EEG response to distractors indicated a complex interaction between tonic and phasic arousal. In a second study, we adopted a developmental perspective, investigating the impact of arousal on the attentional balance during childhood. To this end, behavioral, skin conductance, pupil dilation, and heart rate data were recorded during an active three-stimulus oddball task in adults and children aged 6 to 8 years. Although tonic arousal was successfully modulated via arousing music or videos, this modulation had no effect on subsequent attentional processing. Irrespective of tonic arousal, children exhibited stronger phasic arousal responses, particularly to task-irrelevant novel sounds, reflecting immature regulation of interactions between phasic arousal and attention. Finally, the third study focused on the impact of background noise on attentional processing during childhood. Behavioral and pupillary measures were collected in adults and children (aged 6-7 years) performing a competitive attention task in quiet conditions or with background speech, either in a meaningful (native) or non-meaningful (foreign) language. Preliminary results indicate that background speech content has little impact on adults' performance, whereas children's attention is more disrupted by meaningful than non-meaningful background speech. Taken together, these studies provide evidence that the balance between voluntary and involuntary attention can be influenced by both physiological factors, such as arousal, and contextual factors, including surrounding sounds. Importantly, we show that this balance matures during development, with children being particularly sensitive to distraction by novel stimuli and meaningful speech sounds. Finally, this work highlights the importance of considering both tonic and phasic arousal when studying attentional control, as well as the value of a multimodal approach, in particular for developmental research.

LE DOYEN

Georges LEONETTI