

Master Recherche en Sciences Cognitives Sujet de recherche pour l'année 2020-2021

Vers une plateforme de simulation de la mémoire de travail

Notre problématique de recherche La mémoire de travail est une composante majeure de la cognition. Ce système qui permet de maintenir des informations en mémoire de manière temporaire, même en parallèle d'activités annexes, est au cœur de la lecture, de la parole, du calcul, du raisonnement, etc. Il est à la fois particulièrement impliqué dans les apprentissages scolaires et l'une des composantes les plus affectées par le vieillissement. L'absence de compréhension fine du fonctionnement de cette mémoire rend peu fiables les programmes d'entraînement ou de remédiation, en groupe ou sur internet, qui fleurissent aujourd'hui. On sait cependant que les enfants, les jeunes adultes et les seniors n'ont pas les mêmes performances dans des tâches de mémoire de travail et que ces différentes populations n'utilisent pas les mêmes mécanismes ni les mêmes stratégies de mémorisation de l'information (e.g., Cowan et al., 2005 ; Loaiza & McCabe, 2013).

Toutefois, l'utilisation et l'efficacité de ces mécanismes en fonction de l'âge est difficile à caractériser parce que les performances mnésiques dépendent de plusieurs étapes (encodage, maintien, rappel), elles-mêmes dépendantes de plusieurs processus ou mécanismes (interférences, rafraîchissement, répétition subvocale, consolidation). La caractérisation se complexifie encore lorsque l'on sait que différents facteurs influencent le fonctionnement de la mémoire de travail : la nature des informations mémorisées, la nature des activités concurrentes, la répartition temporelle entre les moments où les informations peuvent être maintenues et les activités concurrentes.

Une méthode efficace et reconnue pour tester les modèles théoriques malgré cette complexité est de les implémenter dans un cadre computationnel. Cette approche permet de simuler les expériences de la littérature et ainsi tester les prédictions des modèles. De plus, cela contraint les modélisateurs à préciser dans le détail les processus en jeu et permet d'observer le résultat des interactions entre des processus multiples qu'il est souvent difficile d'appréhender à priori. Certains modèles théoriques ont ainsi été implémentés (Farrell & Lewandowsky, 2018 ; Lemaire & Portrat, 2018; Oberauer & Lewandowsky, 2011; Oberauer, Lewandowsky, Farrell, Jarrold, & Greaves, 2012). Cependant la situation actuelle reste confuse puisque les modèles computationnels conçus sont

partiels, indépendants les uns des autres, avec des architectures différentes. Notamment, si la littérature et les données comportementales s'accordent sur l'existence de plusieurs mécanismes de maintien de l'information (rafraîchissement attentionnel, répétition subvocale, consolidation, chunking), tous ne sont pas pris en considération au sein d'un seul et même modèle, rendant systématiquement parcellaire l'étude des facteurs influençant les performances mnésiques.

Cette difficulté à unifier les modèles a été constatée par un groupe de chercheurs qui a proposé très récemment un ensemble de résultats consensuels, appelés *benchmarks*, à partir desquels des modèles pourraient être testés afin de parvenir à une homogénéisation (Oberauer et al., 2018). **Basé sur ce récent consensus, l'objet de ce projet de recherche est donc de développer un modèle intégré au sein duquel les différents mécanismes de maintien proposés dans la littérature seront tous représentés et paramétrables.** Nous envisageons ensuite de rendre disponible pour la communauté scientifique cette plateforme de simulation de la mémoire de travail qui permettra aux chercheurs du domaine de simuler leurs propres données et de tester leurs hypothèses théoriques. A plus long terme, ce travail computationnel sera utilisé dans une perspective développementale pour caractériser l'évolution des stratégies de mémorisation des informations avec l'âge et la pratique.

Nos attentes Avec l'équipe encadrante, l'étudiant.e devra définir, parmi les mécanismes de maintien décrits dans la littérature, ceux qui semblent le plus intéressant d'implémenter dans une première version intégrée du modèle. Selon les mécanismes choisis, l'étudiant en Master Sciences Cognitives devra les caractériser et les implémenter dans un cadre computationnel. Certains sont déjà implémentés dans des modèles computationnels existants mais quelque fois de manière différente en fonction des implémentations (TBRs*, TBRs*-C, TBRs*-I, SOB-CS), d'autres sont seulement décrits conceptuellement dans le cadre de modèles théoriques (Camos et al., 2018 ; Lewis-Peacock et al., 2018 ; Ricker et al., 2018). Il s'agira ensuite d'évaluer le nouveau modèle dans sa capacité à reproduire les benchmarks et, si possible, en le comparant aux modèles déjà existants.

Nous recherchons un(e) étudiant(e)s volontaire et dynamique avec une bonne maîtrise de la programmation informatique et des connaissances en psychologie cognitive, en particulier des modèles de mémoire. Il/elle devra caractériser conceptuellement le modèle envisagé, l'implémenter, le simuler, analyser les résultats au regard des benchmarks ainsi que rédiger un mémoire de recherche et le présenter en soutenance.

Notre équipe Ce projet est proposé par Sophie Portrat (psychologie cognitive) et Benoît Lemaire (informatique, modélisation computationnelle) au LPNC. Il s'inscrit dans la suite logique des projets de recherche déjà menés par les deux encadrants, notamment à travers des co-encadrements d'étudiants* du master sciences cognitives de Grenoble qui ont donné lieu à des publications scientifiques (Hoareau*, Portrat, Oberauer, Lemaire, Plancher & Lewandowsky, 2017 ; Lemaire, Heuer*, & Portrat, en révision ; Portrat, Guida, Phénix*, & Lemaire, 2016) et du projet ANR CHUNKED qui se terminera en 2021 (Kowialiewsky, Lemaire & Portrat, 2020).

N'hésitez pas à prendre contact avec nous pour en discuter plus précisément !

Contacts

Sophie Portrat & Benoît Lemaire

Laboratoire de Psychologie et NeuroCognition (CNRS UMR 5105)

Bâtiment Michel Dubois

Université Grenoble Alpes

Sophie.Portrat@univ-grenoble-alpes.fr et Benoit.Lemaire@univ-grenoble-alpes.fr

Références

- Camos, V., Johnson, M., Loaiza, V., Portrat, S., Souza, A., & Vergauwe, E. (2018). What is attentional refreshing in working memory? *Annals of the New York Academy of Science, Special issue: Attention in working memory*, 1424 (1), 19-32. doi.org/10.1111/nyas.13616.
- Cowan, N., Elliott, E. M., Saults, S. J., Morey, C. C., Mattox, S., Hismjatullina, A., & Conway, A. R. A. (2005). On the capacity of attention: Its estimation and its role in working memory and cognitive aptitudes. *Cognitive Psychology*, 51(1), 42–100. <https://doi.org/10.1016/j.cogpsych.2004.12.001>
- Farrell, S., & Lewandowsky, S. (2018). Computational modeling of cognition and behavior. Cambridge University Press.
- Hoareau*, V., Portrat, S., Oberauer, K., Lemaire, B., Plancher, G., & Lewandowsky (2017) Computational and behavioral investigations of the SOB-CS removal mechanism in working memory. *Proceedings of the Annual Conference of the Cognitive Science Society*, London, 26-29 july
- Portrat, S., Guida, A., Phénix*, T., Lemaire, B. (2016). Promoting the experimental dialogue between working memory and chunking: Behavioral data and simulation. *Memory & Cognition*, 44(3), 420-434. DOI: 10.3758/s13421-015-0572-9.
- Kowialiewski, B., Lemaire, B., & Portrat, S. (2020). Semantic chunks save working memory resources: computational and behavioral evidence. In S. Denison., M. Mack, Y. Xu, & B.C. Armstrong (Eds.), *Proceedings of the 42nd Annual Conference of the Cognitive Science Society (pp. 1466-1472)*. *Cognitive Science Society*.
- Lemaire, B., & Portrat, S. (2018). A model of working memory integrating time-based decay and interference. *Frontiers in Psychology*, 9:416. doi: 10.3389/fpsyg.2018.00416
- Lemaire, B., Heuer*, C., & Portrat, S. (under revision). Modeling articulatory rehearsal in an attention-based model of working memory.
- Lewis-Peacock, J.A., Kessler, Y. and Oberauer, K. (2018), The removal of information from working memory. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 1424: 33-44. doi:10.1111/nyas.13714
- Loaiza, V. M., & McCabe, D. P. (2013). The influence of aging on attentional refreshing and articulatory rehearsal during working memory on later episodic memory performance. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 20(4), 471–493. <https://doi.org/10.1080/13825585.2012.738289>
- Oberauer, K., & Lewandowsky, S. (2011). Modeling working memory: a computational implementation of the Time-Based Resource-Sharing theory. *Psychonomic Bulletin & Review*, 18(1), 10–45. <https://doi.org/10.3758/s13423-010-0020-6>
- Oberauer, K., Lewandowsky, S., Awh, E., Brown, G., Conway, A., Cowan, N., Donkin, C., Farrell, S., Hitch, G. J., Hurlstone, M. J., Ma, W. J., Morey, C. C., Nee, D. E., Schweppe, J., Vergauwe, E., & Ward, G. (2018). Benchmarks for models of short-term and working memory. *Psychological bulletin*, 144(9), 885–958. <https://doi.org/10.1037/bul0000153>
- Oberauer, K., Lewandowsky, S., Farrell, S., Jarrold, C., & Greaves, M. (2012). Modeling working memory: An interference model of complex span. *Psychonomic Bulletin & Review*, 19(5), 779–819. <https://doi.org/10.3758/s13423-012-0272-4>
- Ricker, T.J., Nieuwenstein, M.R., Bayliss, D.M. and Barrouillet, P. (2018), Working memory consolidation: insights from studies on attention and working memory. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 1424: 8-18. doi:10.1111/nyas.13633