

# Limitations perceptives et représentationnelles des computations symboliques mentales

Ansgar D. Endress\*

Dans cette thèse, nous avons exploré la manipulation des symboles dans le cas des généralisations spontanées chez les adultes. Notre hypothèse de départ était que l'esprit utilise un ensemble d'opérations spécialisées et limitées dont certaines pourraient découler des contraintes du système perceptif.

En partant de l'observation de Marcus, Vijayan, Rao, and Vishton (1999) que les jeunes enfants peuvent généraliser les structure ABA et ABB, nous nous sommes demandés si ces généralisations sont diagnostiques d'un mécanisme général d'extraction de règles ou plutôt d'opérations d'un niveau plus bas. Dans la première série d'expériences, nous avons demandé à des adultes humains de généraliser des structures avec répétitions ou des structures « ordinales » sans répétitions ; les structures étaient portées par des notes de piano. Alors que les deux types de structures devraient être traités avec des performances similaires par un mécanisme général d'extraction de règles, nous avons montré que les mécanismes associationnistes devraient traiter les structures *ordinales* mieux que les structures avec répétitions. Contrairement à ces prédictions, les sujets ont généralisé les structures avec répétitions facilement mais étaient proches du hasard pour les structures ordinales ; de même, les changements de structure ont évoqué des réponses électrophysiologiques rapides pour les structures avec répétitions mais pas pour les structures ordinales. Nous avons conclu que les répétitions étaient traitées par une opération symbolique spécialisée.

Par la suite, nous nous sommes demandés si cette opération était générale (comme dans un ordinateur) ou plus contrainte par des facteurs perceptifs. Nos résultats montrent que les sujets ont facilement généralisé des structures avec répétitions quand les répétitions se trouvaient en des positions saillantes, en l'occurrence aux extrémités d'une séquence, mais pas quand elles se trouvaient en milieu de séquence ; les sujets ont généralisé la structures ABCDEFF mais pas la structure ABCDDEF. Des contrôles ont montré que ceci n'était pas le résultat de difficultés psychophysiques ou attentionnelles. Nous avons conclu que les structures avec répétitions sont généralisées par un mécanisme spécialisé et limité qui dépend fortement des propriétés perceptives des entrées et non pas par un mécanisme général d'extraction de règles ; nous avons appelé de telles opérations des « primitives perceptives ».

Nous nous sommes demandés ensuite si de telles primitives intervenaient aussi dans des computations plus linguistiques. Nos résultats montrent que

---

\*ansgar.endress@polytechnique.org

les sujets peuvent apprendre certaines contraintes phonotactiques aux extrémités de mot mais pas en milieu de mot et que ce dernier échec ne peut pas être attribué à des difficultés psychophysiques. Les sujets pouvaient cependant apprendre de telles contraintes également en milieu de mot quand elles faisaient appel à des classes de consonnes *naturelles* au lieu des classes arbitraires des autres expériences ; la raison était probablement que les classes naturelles permettaient aux sujets d'utiliser des calculs de similarité au lieu de les forcer d'utiliser des calculs symboliques.

Dans la série d'expériences suivante, nous nous sommes demandés si des généralisations faisant appel à des classes de syllabes pourraient également dépendre des facteurs perceptifs. D'abord, nous avons montré que les sujets peuvent extraire des généralisations faisant appel à des classes de syllabes à partir d'un flux quasi-continu dans une situation inspirée par les travaux de Peña, Bonatti, Nespor, and Mehler (2002) ; les sujets ont appris que les syllabes en première et en dernière position dans les mots devaient être des membres de deux classes distincts. La préférence pour ces généralisations était négativement corrélée avec la durée de familiarisation, dont on peut montrer qu'il s'agit d'une signature d'une compétition entre un processus associationniste (par exemple calculant des TPs) et un processus non-associationniste rapide qui calcule les généralisations. Nous avons également montré, entre autres grâce à des simulations avec des réseaux de neurones artificiels, que le calcul des généralisations n'aurait pas pu résulter d'un mécanisme purement associationniste. Les sujets ont néanmoins effectué des calculs statistiques sensibles aux TPs de deuxième ordre en même temps que les calculs non-associationnistes.

Dans la dernière série d'expériences, nous avons montré que de telles généralisations sont possibles seulement quand les syllabes critiques sont situées aux extrémités des mots mais pas quand elles étaient en milieu de mot ; les calculs statistiques, par contre, étaient possibles également en milieu de mot.

Dans leur ensemble, ces résultats suggèrent que l'esprit pourrait utiliser un ensemble d'opérations spécialisées et limitées dont certaines pourraient découler des propriétés du système perceptif ; de telles « primitives perceptives » pourraient constituer une boîte à outils computationnelle de l'esprit. D'autres expériences ainsi que des considérations méthodologiques et évolutionnistes suggèrent que cette conceptualisation au cas par cas des opérations mentales pourrait être un pré-réquis pour étudier la psychologie de la manipulation des symboles et pourrait avancer une synthèse entre les modèles symboliques et statistiques de l'esprit.

## Références

- Marcus, G. F., Vijayan, S., Rao, S. B., & Vishton, P. (1999). Rule learning by seven-month-old infants. *Science*, 283(5398), 77-80.
- Peña, M., Bonatti, L. L., Nespor, M., & Mehler, J. (2002). Signal-driven computations in speech processing. *Science*, 298(5593), 604-7.