

## Etude de la prise de décision pendant l'effort chez des kayakistes de niveau national

Karen Davranche<sup>1,3</sup>, Julie Labarelle<sup>1,2,3</sup> & Thierry Hasbroucq<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de Neurobiologie de la Cognition  
Aix-Marseille Université et Centre National de la Recherche scientifique

<sup>2</sup> Pôle Espoir de Canoë-Kayak de Marseille

<sup>3</sup> Fédération Française de Canoë-Kayak

Cette étude a fait l'objet du mémoire présenté à l'Université de Franche-Comté par Julie Labarelle dans le cadre de son Master 2 de Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives (Mention Entraînement Sportif). Les travaux résumés dans les paragraphes suivants ont été conduits sous la responsabilité de Thierry Hasbroucq, Directeur de Recherche au CNRS. Les résultats obtenus viennent d'être publiés dans une revue scientifique internationale de haut niveau (Davranche, Paleresompouille, Pernaud, Labarelle, & Hasbroucq, 2009. Decision making in elite white-water athletes paddling on a kayak ergometer. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 31, 554-565). Karen Davranche est Ingénieur de Recherches au CNRS et Julie Labarelle, entraîneur au Pôle Espoir de Canoë-Kayak de Marseille. Les auteurs tiennent à remercier Dany Paleresompouille et Rémy Pernaud pour leur aide technique, Albert Tobelem pour avoir mis à disposition les locaux et le matériel du centre d'entraînement, et tous les athlètes du Pôle qui ont participé à l'étude.

Correspondence: Thierry Hasbroucq  
UMR 6155, Case C  
Pôle 3C, Université de Provence  
3, Place Victor-Hugo  
13331 Marseille Cedex 03

Dans de nombreuses activités physiques, les sportifs sont amenés à faire des choix décisifs au cours d'exercices généralement intenses. La mise en œuvre de choix tactiques et stratégiques dépend alors fortement de la capacité qu'ont ces sportifs à traiter un grand nombre d'informations présentes dans l'environnement. Parmi l'ensemble des informations disponibles, certaines s'avèrent essentielles pour atteindre le but fixé, alors que d'autres ne sont pas (ou peu) pertinentes. L'efficacité de ce traitement de l'information passe donc par le filtrage sélectif des informations pertinentes, la sélection d'une réponse adaptée à la situation et l'exécution rapide et précise de cette action. La rapidité et la précision à laquelle un athlète est capable de déclencher une réponse est particulièrement décisive dans les sports dits "de prise de décisions" au cours desquels la quantité d'information disponible et la pression temporelle sont extrêmement importantes (par exemple, les sports collectifs, les sports de raquettes et les sports de combat).

L'efficacité des processus de prise de décision pendant l'exercice a été étudiée au cours de nombreux protocoles dits de « temps de réaction (TR) ». Lors de ces études réalisées en laboratoire, les participants ont pour consigne de répondre le plus rapidement possible, sans commettre d'erreur, en fonction de différentes informations sensorielles qui leur sont présentées. Chacun des stimulus est associé à une action précise qui est définie à l'avance. Pour chaque essai le TR est mesuré, il correspond à la durée séparant la présentation du signal et le déclenchement de la réponse. On considère que le TR représente le temps nécessaire au déroulement des opérations mentales permettant d'aboutir à la production d'une réponse appropriée. Les protocoles de TR, largement utilisés en psychologie cognitive expérimentale, sont particulièrement intéressants car la mesure du TR permet d'estimer l'efficacité du traitement de l'information en termes de rapidité et de précision. En utilisant cette logique, l'influence de l'exercice sur l'efficacité des prises de décision a été étudiée en comparant les performances de TR obtenues au repos à celles obtenues au cours d'un exercice physique d'intensité contrôlée (pour une revue, voir Tomporowski, 2003). L'intensité de l'exercice est déterminée individuellement afin de prendre en considération les différences interindividuelles liées notamment aux caractéristiques physiologiques et au niveau de condition physique des participants. L'intensité est habituellement calculée sur la base de performances maximales enregistrées lors de sessions précédant la session expérimentale (par exemple, % de  $VO_{2max}$ , % de  $FC_{max}$ , % du pic de lactatémie).

L'analyse des nombreuses données recueillies, dans le cadre de protocoles de TR, montre clairement une influence de l'exercice sur les performances de TR (pour une revue récente, voir McMorris et al., 2009). Malgré le fait que le participant ait à gérer simultanément deux actions (l'exercice physique et la tâche de TR), les performances cognitives sont meilleures lors d'un exercice physique comparativement à une situation de repos. Les participants se révèlent effectivement plus rapides à produire une réponse motrice (Davranche et al., 2005), et sont également plus rapides à interrompre précipitamment une action sur le point d'être exécutée (Joyce et al., 2009). Ces résultats suggèrent que le déséquilibre énergétique, engendré par le stress d'un exercice physique modéré, améliore les performances malgré la réalisation d'une double tâche. Dans une perspective d'optimisation des performances, ces résultats s'avèrent particulièrement intéressants car ils peuvent conduire à l'élaboration de nouvelles situations d'apprentissage et/ou d'entraînement. Si comme le suggèrent, ces travaux scientifiques, les mécanismes de prise de décision diffèrent en situation de repos et de stress physiologique, quelle est la pertinence d'un travail technico-tactique en dehors de la pratique physique ? Qu'elle est la validité des tests d'évaluation cognitive (tels que les tests de

mémoire, d'attention, de prise de décision) si ces mesures sont faites au repos ? Doit-on évaluer des sportifs et des sédentaires dans les mêmes conditions de stress physiologique pour avoir une estimation appropriée de leurs aptitudes ?

Actuellement, les résultats scientifiques s'accordent à montrer que lors d'un exercice d'intensité modérée, le stress physiologique améliore la vitesse de prise de décision sans modifier la précision de la réponse. Cependant, les différents protocoles expérimentaux ayant conduit à cette conclusion ont exclusivement été obtenus lors d'exercice de pédalage sur vélo ou de course sur tapis roulant. Aucun protocole sollicitant les membres supérieurs n'a été réalisé jusqu'à présent. En raison de la nature spécifique des groupes musculaires sollicités, ces résultats sont difficiles à généraliser tant qu'ils n'ont pas été répliqués au cours d'exercices physiques sollicitant principalement les membres supérieurs comme cela s'avère être le cas dans des activités sportives comme le kayak ou l'aviron. Dans ce contexte, nous avons mis en place un protocole de TR proche des exigences des sports de pagaie afin de tester la validité et la reproductibilité des résultats précédemment obtenus lors d'exercices physiques sollicitant les membres inférieurs. L'objectif de cette étude est de vérifier si l'amélioration de la vitesse de prise de décision pendant l'exercice peut être généralisée à des exercices impliquant des groupes musculaires manifestement différents.

Pour cette expérience, nous avons utilisé une tâche particulière de TR (Craft et Simon, 1979). Dans la version habituelle de cette tâche, le participant doit répondre le plus rapidement possible par un appui de la main droite ou de la main gauche en fonction de la couleur du signal. Bien que la position du signal ne soit pas une information pertinente, le TR est plus court lorsque le signal est présenté du côté de la réponse requise (situation compatible) que lorsqu'il est présenté du côté opposé (situation incompatible). Douze kayakistes de niveau national en descente (féminine = 4 ; âge =  $18 \pm 4$  ans ; poids =  $68 \pm 9$  kg ; taille =  $176 \pm 6$  cm ; nombre d'entraînements =  $8 \pm 2$  par semaine) ont participé à cette étude. Chaque kayakiste devait pagayer sur un ergomètre de kayak (Dansprint ®) restituant ainsi une gestuelle et des contraintes mécaniques proches d'une pratique réelle. Simultanément, il lui était demandé de répondre le plus rapidement possible par un appui du pouce du pied droit ou gauche sur un capteur de force, positionné à droite et à gauche du cale-pieds (voir figure 1). La réponse devait être donnée en fonction de la couleur du signal sans tenir compte de la position de celui-ci. Le protocole expérimental consistait en 4 séquences successives : 1) un test d'effort maximal permettant de calculer la fréquence cardiaque maximale ( $FC_{max}$ ) ; 2) une session d'apprentissage de la tâche de TR en situation de repos et d'exercice ; 3) une session expérimentale de faible intensité (24 minutes à 40% de la  $FC_{max}$ ) ; et 4) une session expérimentale d'intensité modérée/à forte (24 minutes à 75% de la  $FC_{max}$ ). La résistance de l'ergomètre, ajustée en réglant l'entrée d'air dans la roue, était maintenue constante durant toute l'expérience (6/10 pour les garçons et de 4/10 pour les filles). Ces deux résistances ont été choisies après plusieurs essais, le critère était de trouver un réglage permettant de développer une puissance mécanique importante tout en conservant un mouvement naturel et une fréquence gestuelle raisonnable.

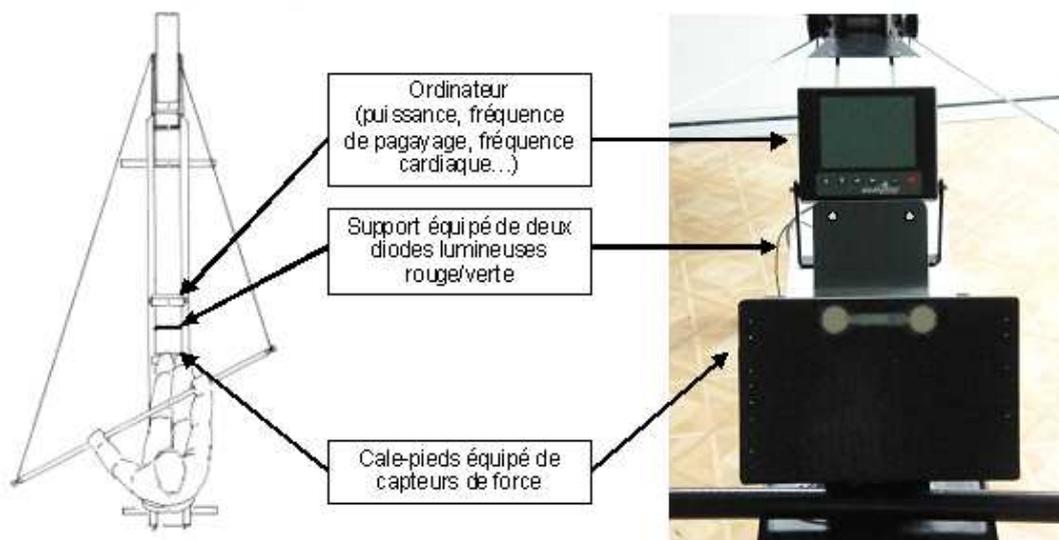


Figure 1. Dispositif expérimental

Le protocole d'effort maximal consistait en une épreuve d'intensité croissante jusqu'à épuisement. Après une période d'échauffement de 5 minutes à 50 Watts, la charge était incrémentée de 20 W/min pour les garçons et de 15 W/min pour les filles. Les résultats obtenus lors de ce test maximal et les intensités d'exercice calculées individuellement sont résumés dans le tableau 1.

Tableau 1. Fréquences cardiaques et intensités d'exercice

Variables	Moyenne $\pm$ Ecart type		
	Tous	Féminine	Masculin
FC repos (bat/min)	70 $\pm$ 8	66 $\pm$ 11	72 $\pm$ 5
FC max (bat/min)	192 $\pm$ 7	195 $\pm$ 7	190 $\pm$ 7
Session de faible intensité (bat/min)	77 $\pm$ 9	72 $\pm$ 12	79 $\pm$ 6
% FC max	40 $\pm$ 4	37 $\pm$ 5	42 $\pm$ 3
Session modérée (bat/min)	143 $\pm$ 6	143 $\pm$ 9	143 $\pm$ 5
% FC max	75 $\pm$ 2	73 $\pm$ 2	75 $\pm$ 1

Au cours de l'expérience, chaque athlète réalisait 320 essais de TR pendant un exercice de pagayage de 24 minutes à une faible intensité de pagayage et pendant la même durée d'exercice à une intensité modérée/à forte. Les deux exercices étaient entrecoupés d'une période de récupération d'environ 15 minutes. L'ordre de passage dans chacune des deux conditions était contrebalancé, de façon à ce que la moitié des athlètes commence par la session la moins intense et l'autre moitié par la session la plus intense.

Les résultats montrent que les TR sont plus courts dans la session d'intensité modérée (549 ms) que dans la session de faible intensité (607 ms). Par ailleurs le nombre d'erreurs est équivalent dans les deux conditions d'exercice. Ces résultats suggèrent donc que la prise de décision est facilitée par la réalisation simultanée d'un exercice de pagayage pour une

intensité modérée/à forte. En effet, dans cette condition, les athlètes se révèlent être plus rapides à déclencher la réponse correcte et cette accélération ne se fait pas au détriment de la précision. Ces observations confirment les résultats précédemment observés lors de protocoles sollicitant les membres inférieurs, et montrent qu'une amélioration des processus de prise de décision peut également être observée lors d'exercices sollicitant les membres supérieurs.

Dans une perspective d'optimisation des performances sportives, la généralisation de ce résultat s'avère particulièrement intéressante. En effet, il semblerait qu'indépendamment des groupes musculaires sollicités, un stress physiologique d'intensité modérée/à forte facilite la prise de décision sous pression temporelle. Le fait qu'il soit maintenant clairement établi que les processus de traitement de l'information diffèrent en situation de repos et d'exercice physique devrait donc être pris en considération dans l'entraînement à la prise de décision. Si les objectifs de l'entraîneur sont d'améliorer la rapidité et la précision avec lesquelles un athlète est capable de sélectionner et de déclencher une réponse dans une situation de forte pression temporelle, les situations pédagogiques devraient être mises en place dans des conditions proches de celle de la pratique réelle et si possible dans des conditions similaires de stress physiologique. Etant donné que le déroulement des opérations mentales, permettant d'aboutir à la production d'une réponse appropriée, est influencé par la réalisation simultanée d'un exercice physique, l'entraînement à la prise de décision ne doit pas être abordé uniquement *a posteriori* à l'aide de questionnaire et d'analyse vidéo.

#### Références

- Craft, J.L., & Simon, J.R. (1970). Processing symbolic information from a visual display: Interference from an irrelevant directional cue? *Journal of Experimental Psychology*, 83, 415-420.
- Davranche, K., Burle, B., Audiffren, M., & Hasbroucq, T. (2005). Information processing during physical exercise: a chronometric and electromyographic study. *Experimental Brain Research*, 165(4), 532-540.
- Joyce, J., Graydon, J., McMorris, T., & Davranche, K. (2009). The time course effect of moderate intensity exercise on response execution and response inhibition. *Brain and Cognition*, 71(1), 14-19.
- McMorris, T., Tomporowski, P. D., & Audiffren, M. (2009). *Exercise and Cognitive Function*. Chichester, John Wiley & Sons.
- Tomporowski, P. D. (2003). Effects of acute bouts of exercise on cognition. *Acta Psychologica*, 112(3), 297-324.