

Les neurones miroirs révolutionnent le milieu du sport et des APAS



Alain Gros Lambert
PR
UFR STAPS

25000 BESANCON

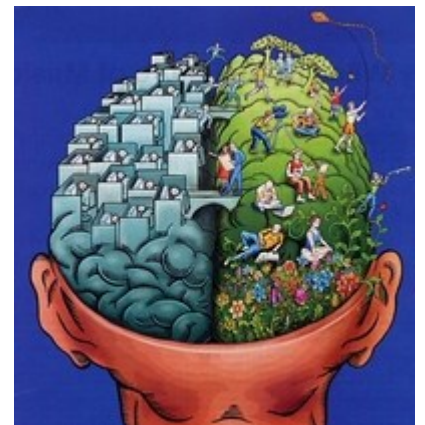
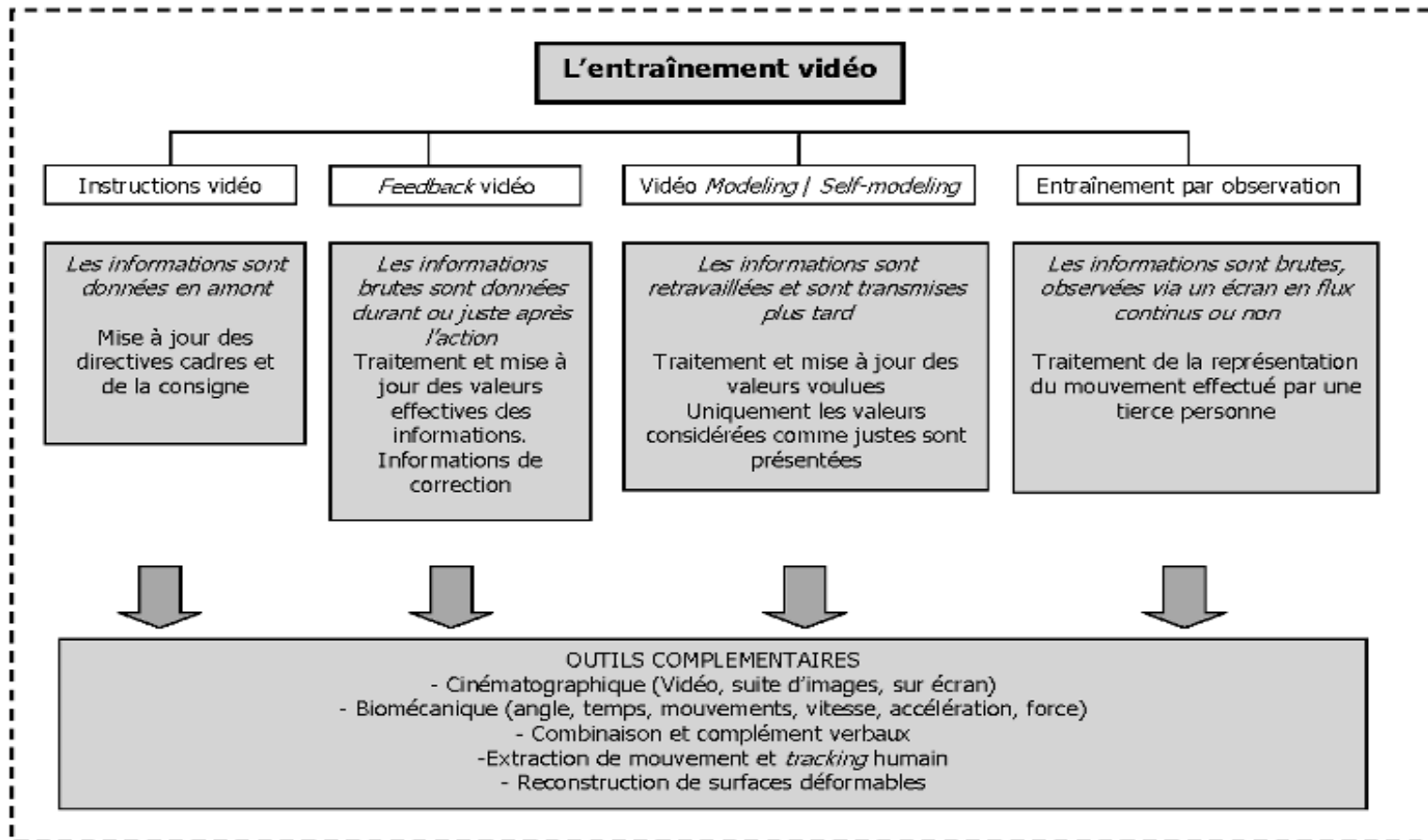


Figure 1 : Les différentes catégories de rétroaction vidéos



Inspiré du modèle de Nowoisky *et al* (2012)



1. Introduction

Principe mis en évidence dans les années 90

- Premiers travaux chez le singe (Gallese *et al.*, Rizzolatti *et al.* 1988).
- Ces neurones s'activent de la même manière lorsque le singe réalise un mouvement de préhension ou observe un congénère réaliser cette action.
- Les neurones miroirs ne répondent pas lorsque ces actions sont réalisées avec un instrument.

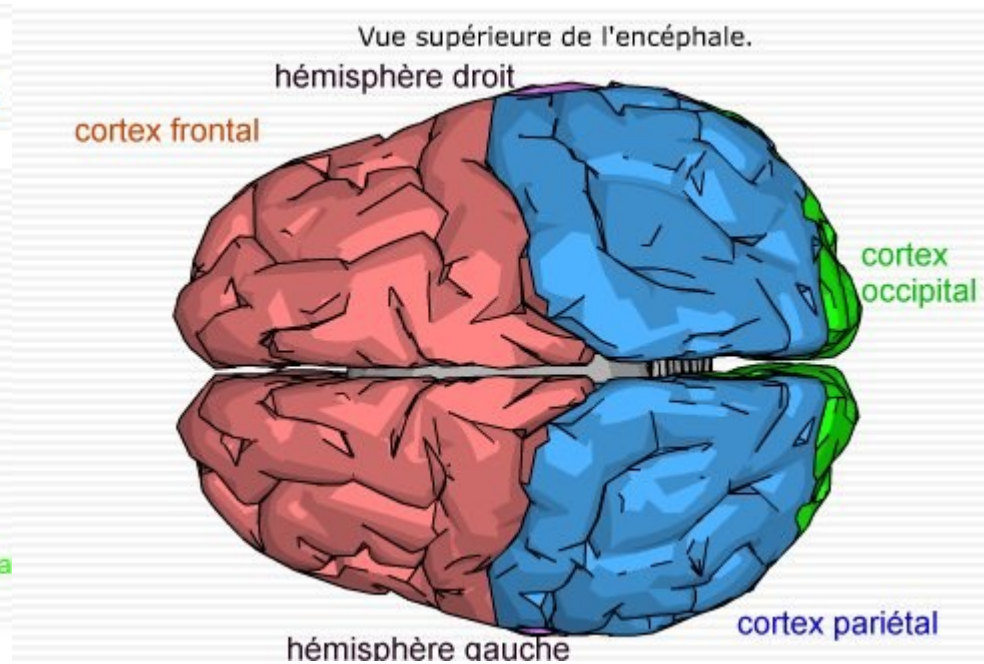
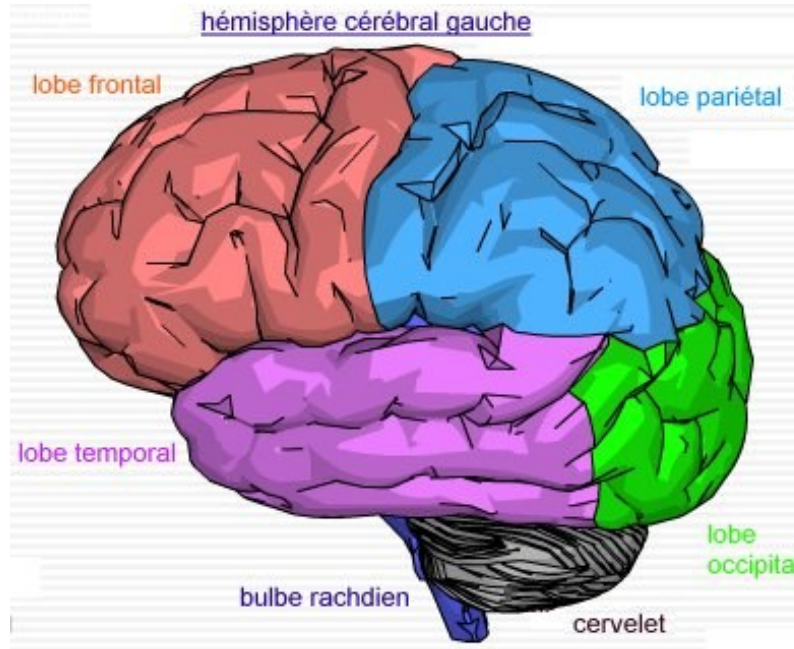
2. Et chez l'homme ?

- L'existence du réseau similaire a été mis en évidence récemment (Calmels et *al.* 2006, Cochin *et al.*, 1999).
- Il existe en revanche certaines conditions d'efficacité :
 - Action doit être possible à réaliser d'un point de vue anatomique.
 - Niveau d'expertise dans la tâche suffisant de l'observateur

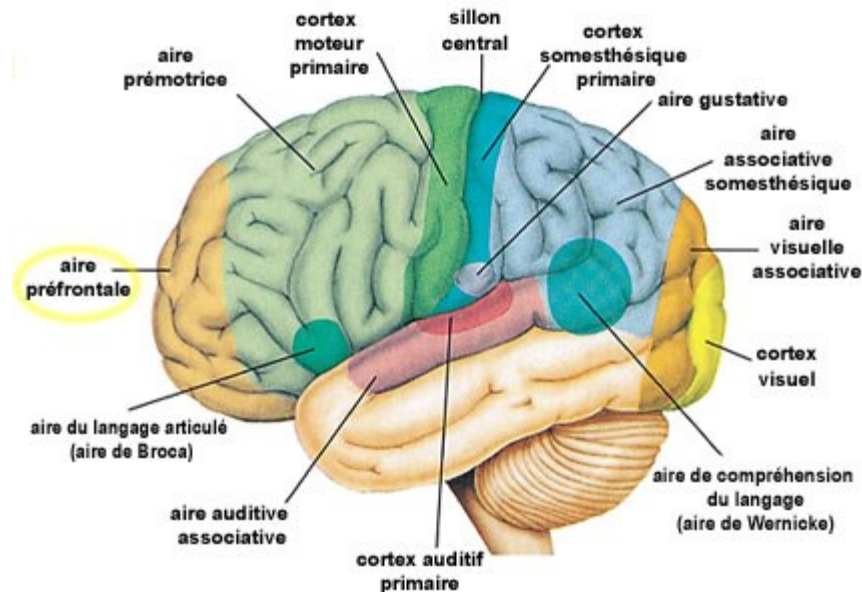
3. Quels mécanismes ?

- L'observation d'une action motrice met en œuvre les NM qui permettent de comprendre et d'imiter l'action.
- L'imitation d'une action faisant partie du répertoire de l'observateur met en œuvre le sillon temporal sup et les zones miroirs fronto-parientales (Iacoboni, *et al.* 2005)
- L'imitation d'une action nouvelle active le même réseau ainsi que les zones corticales supplémentaires (aire 46 de Brodmann)
- L'empathie sollicite le même réseau ainsi que le système limbique et l'insula (Carr *et al.* 2003), ce qui permet de ressentir les émotions éprouvées par autrui.

Anatomie du cerveau

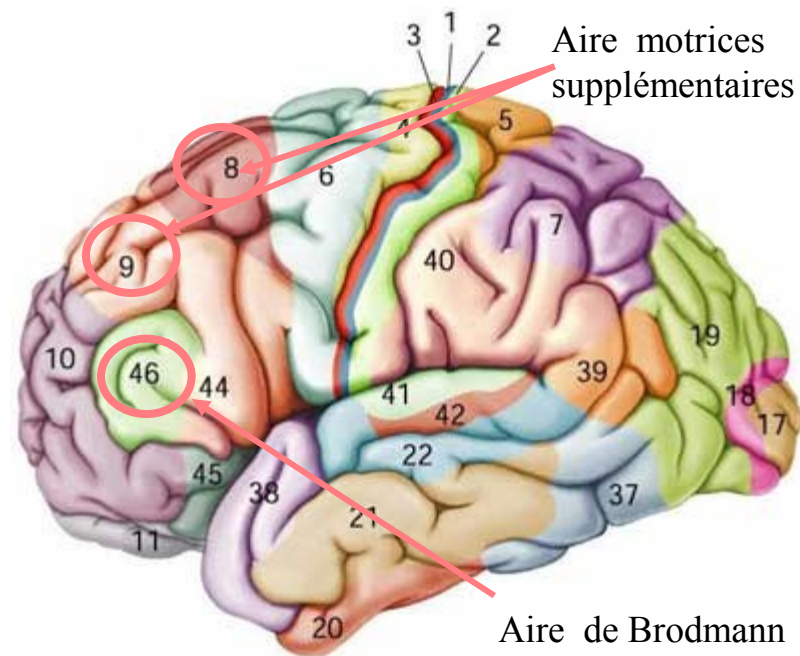


Anatomie du cerveau



- Cortex préfrontal: s'occupe des divers aspects du comportement et de la personnalité.
- Aire de Broca: vital pour la parole
- Cortex auditif primaire : détecte les qualités premières du son (fréquence et volume)
- Cortex auditif d'associatif : analyse les données liées au son afin de pouvoir reconnaître les mots ou les mélodies
- Aire de Wernicke: interprète le langage parlé ou écrit
- Cortex visuel primaire : reçoit les impulsions lumineuses de l'œil
- Cortex visuel associatif : analyse les données visuelles pour faire des images
- Aire gustative : impliqué dans le goût
- Cortex somesthésique associatif : analyse les données liées aux sensations
- Cortex somesthésique primaire : reçoit les données liées aux sensations de la peau, muscles, articulations et organes
- Cortex moteur primaire: envoie des signaux aux muscles pour exécuter les mouvements
- Cortex prémoteur : coordonne les séquences des mouvements complexes.

Neurones miroirs impliqués dans la motricité



4. Quelles applications dans le domaine du sport et des APAS ?

- Rôle essentiel joué par l'observation d'un modèle dans le cadre de l'apprentissage (ex Dartfish) avec pour effet de diminuer la charge de travail ainsi que les risques de blessure.
- Présenter des modèles avec un niveau d'expertise proche de celui de l'observateur (Calvo-Merino *et al.* 2005)
- Utilisation des phases de jeu en sports collectifs pour mieux anticiper les actions de l'adversaire (ou des partenaires) car le système neuronale permet de mieux comprendre une action, une intention, et l'état d'esprit des autres (empathie).
- Utilisation dans le cadre de la rééducation de personnes blessées afin d'accélérer le processus de récupération grâce à d'éventuelles restructurations cérébrales suite à l'observation de séquences motrices diverses



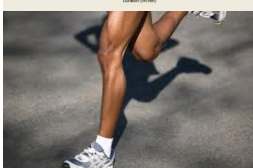
But de l'étude

Evaluer l'impact d'une stratégie dissociative sur le temps de maintien de la vitesse maximale aérobie (VMA) en visualisant une vidéo montée en boucle du sujet en train de courir



Hypothèse

La visualisation d'un modèle extérieur pourrait atténuer la fatigue perçue du sujet et permettre ainsi de maintenir plus longtemps son effort



Méthode I

Participants

11 sujets sportifs entraînés

Sexe: masculin

Âge: 24.50 ±4.0 ans

Poids: 72.80 ±7.5kg

Taille: 1.77 ±0.1m

IMC: 22.64 ±1.5kg·m⁻²

Variables indépendantes

a) Les stratégies attentionnelles

Stratégie attentionnelle vs Sans stratégie attentionnelle

b) Vitesse de course

Variables dépendantes

- Fréquence cardiaque (FC)
- Perception de l'effort (RPE 6-20, Borg³) toutes les 30 secondes
- Temps de maintien de l'exercice



Méthode II

A) Test incrémenté progressif de détermination de la VMA, sur tapis roulant

B) Protocole randomisé

Condition contrôle (CC) -> sans stratégie attentionnelle

un test temps limite
sur tapis roulant
à 100% de sa VMA

1 semaine d'intervalle

Condition vidéo (CV) -> avec stratégie attentionnelle dissociative

Idem test 1
sur tapis roulant
à 100% de sa VMA





Méthode III

Statistiques

Comparaison temps limite

Test-*t* apparié entre les 2 conditions $P < 0.05$

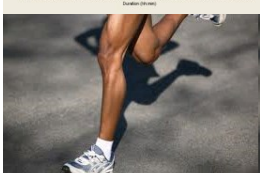
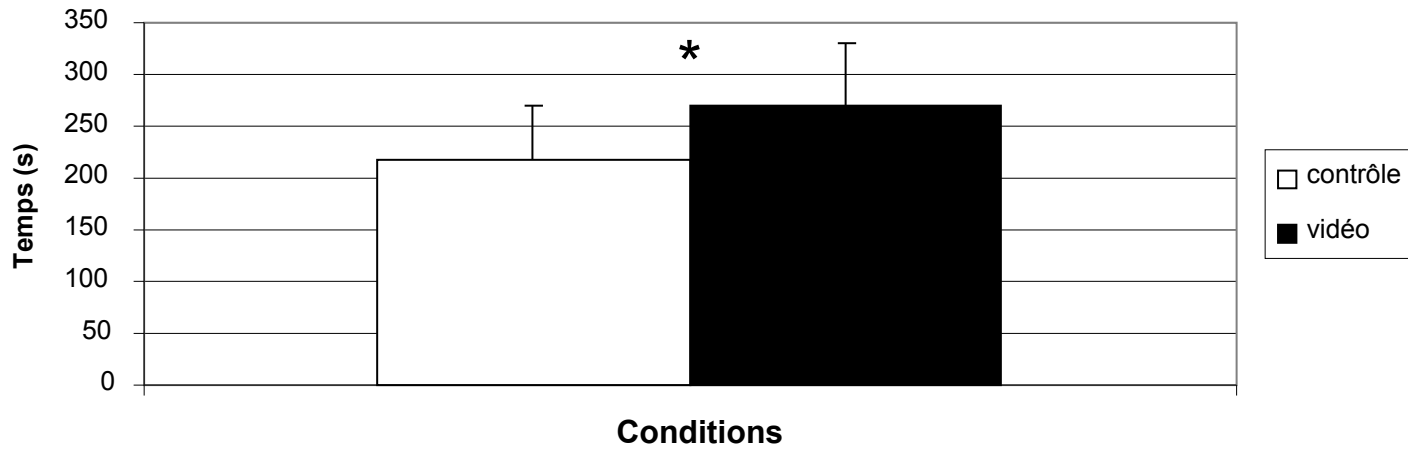
Détermination des effets

Présentés en % de la condition de contrôle
ANOVA à 2 facteurs (2 conditions x 10 mesures)
Fisher *post-hoc* test
Les points manquants sont déterminés avec une régression linéaire⁴



Résultats I

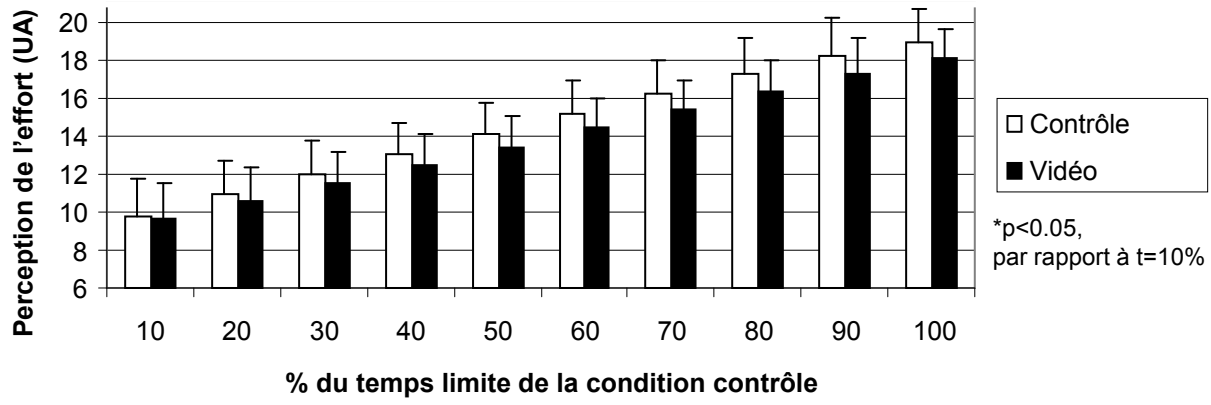
Comparaison du temps limite à VMA * $p < 0.05$; +19.2%



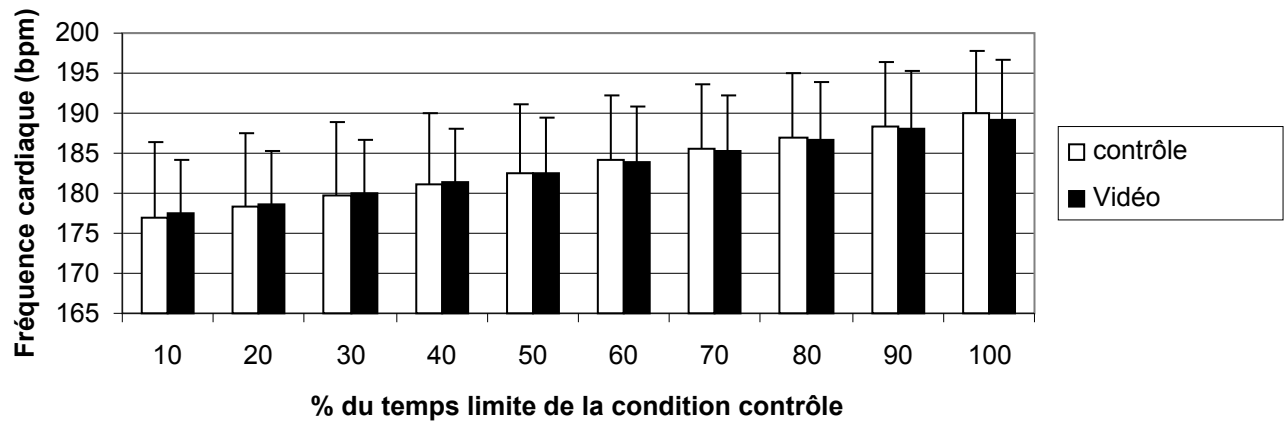
Résultats II

Perception de l'effort calculée à différents pourcentages de la condition contrôlée

* * * * *



Fréquence cardiaque calculée à différents pourcentages de la condition contrôlée



Discussion

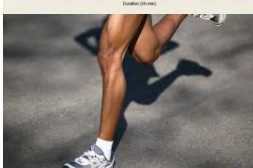
1. Une stratégie attentionnelle dissociative utilisant un modèle extérieur familier
 - Permet de prolonger de manière significative (+19%) un exercice de course réalisé à VMA. Cette amélioration est supérieure à celle de Scott *et al.* (1999) gains entre 0.34 à 1.6% mais inférieur à Morgan *et al.* (1983) gain de +32%.
 - Permet de manipuler la perception de la tolérance à l'effort.
2. Cette stratégie atténue la perception de l'effort en détournant l'attention
 - Mais ne permet pas de réduire la fréquence cardiaque
3. L'utilisation de la vidéo permettrait via un modèle extérieur au sujet de contrôler sa foulée
 - Hypothèse: par une activation accrue des neurones miroirs⁵ ?



Conclusions I

Limites

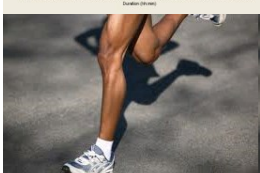
1. D'autres études avec un échantillon plus grand, d'autres formes d'exercices seraient nécessaires afin de mieux étudier le phénomène.
2. La reproductibilité d'un test de temps limite à VMA n'est pas réputée comme très stable -> Période d'habituation (Test - retest reste nécessaire)
3. Cette étude ne permet pas de comparer la condition «vidéo feedback» à une condition «vidéo» hors contexte



Conclusions II

Perspectives

1. Pourrait être intéressant pour développer la performance de type aérobie et d'exercice réalisé à haute intensité
2. Des perspectives encourageantes se profilent aussi dans le domaine de la rééducation et des Activités Physiques Adaptées (sous la forme de *video feedback* ou *vidéo modeling*)



	Control	Video Back	Video Face	Video Landscape
Peak HR (bpm)	193.67 ± 12.5	192.56 ± 11.1	191.67 ± 9.8	193.33 ± 10.3
RER	1.11 ± 0.1	1.06 ± 0.1	1.10 ± 0.2	1.06 ± 0.1
RPE	9.06 ± 0.8	8.42 ± 0.5	8.50 ± 0.8	8.78 ± 0.5

Table 1:

Values of different dependent variables measured during the four tests

Note. Mean and standard deviation (\pm) of peak heart rate (HR), rating of perceived exertion (RPE), and respiratory exchange ratio (RER) recorded at the end of each test. No significant difference between any pair of conditions.

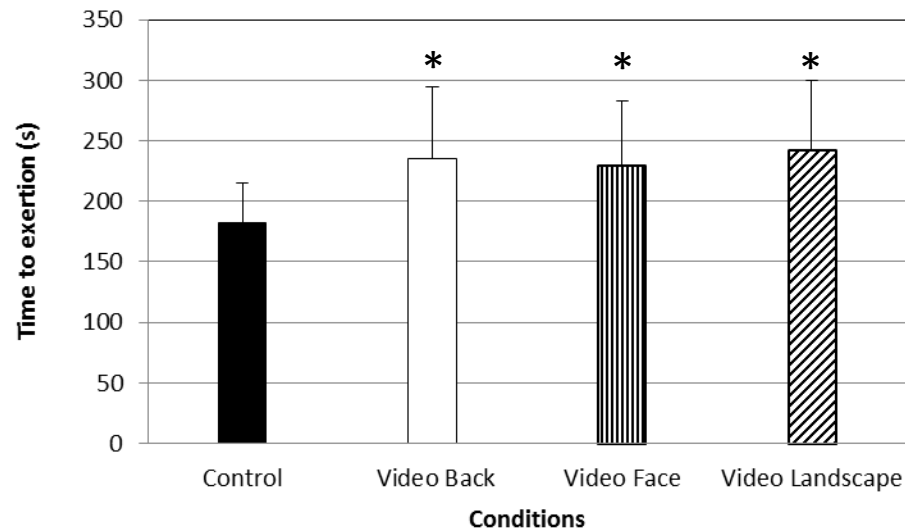


Figure 1. Comparison of time to exertion at maximal aerobic velocity; * $p < .05$ in all video conditions.

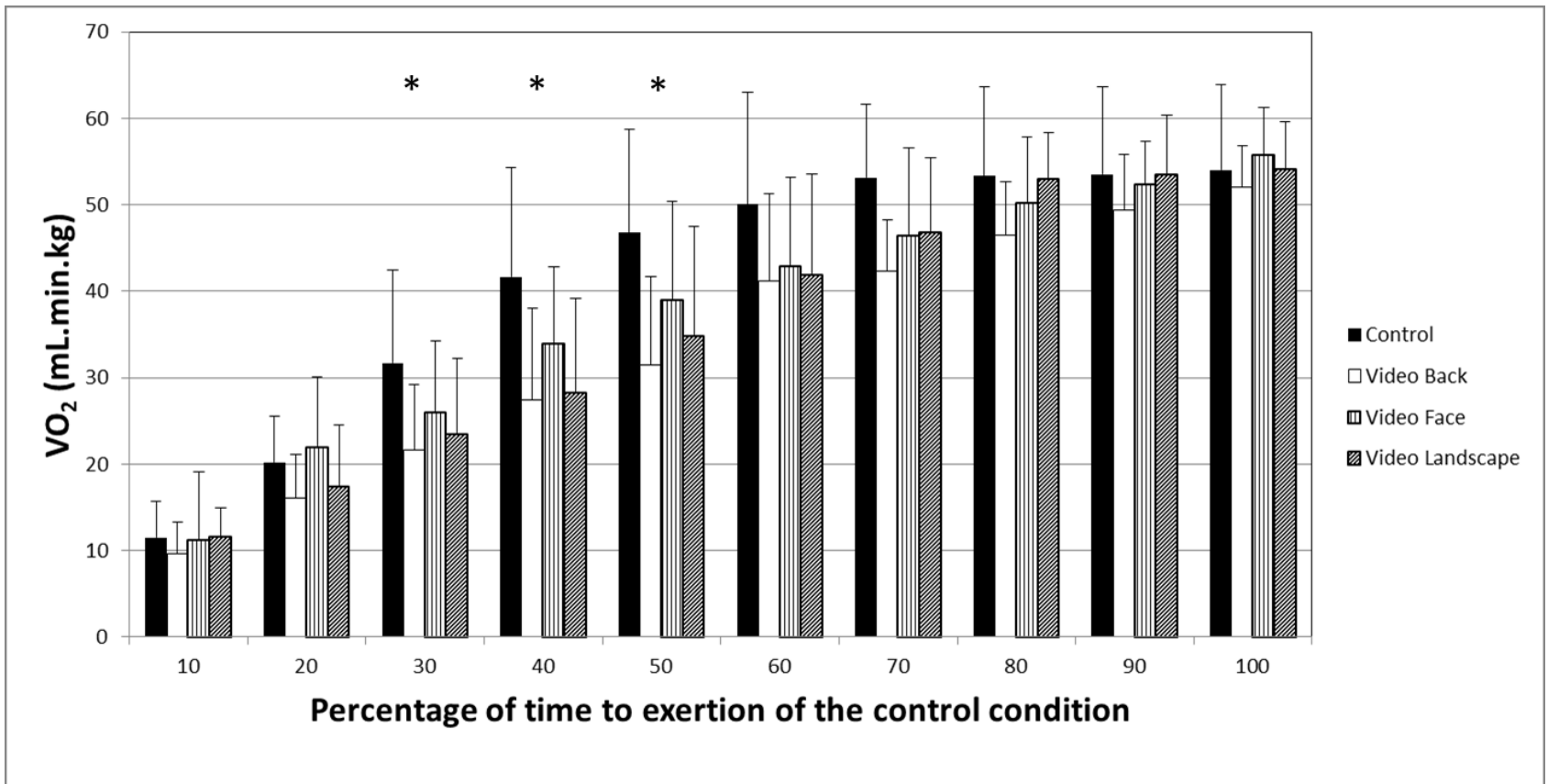


Figure 2. Oxygen uptake calculated at different percentages of the time-to-exertion in all four conditions; a: $p < .05$ between control and Video Back conditions.

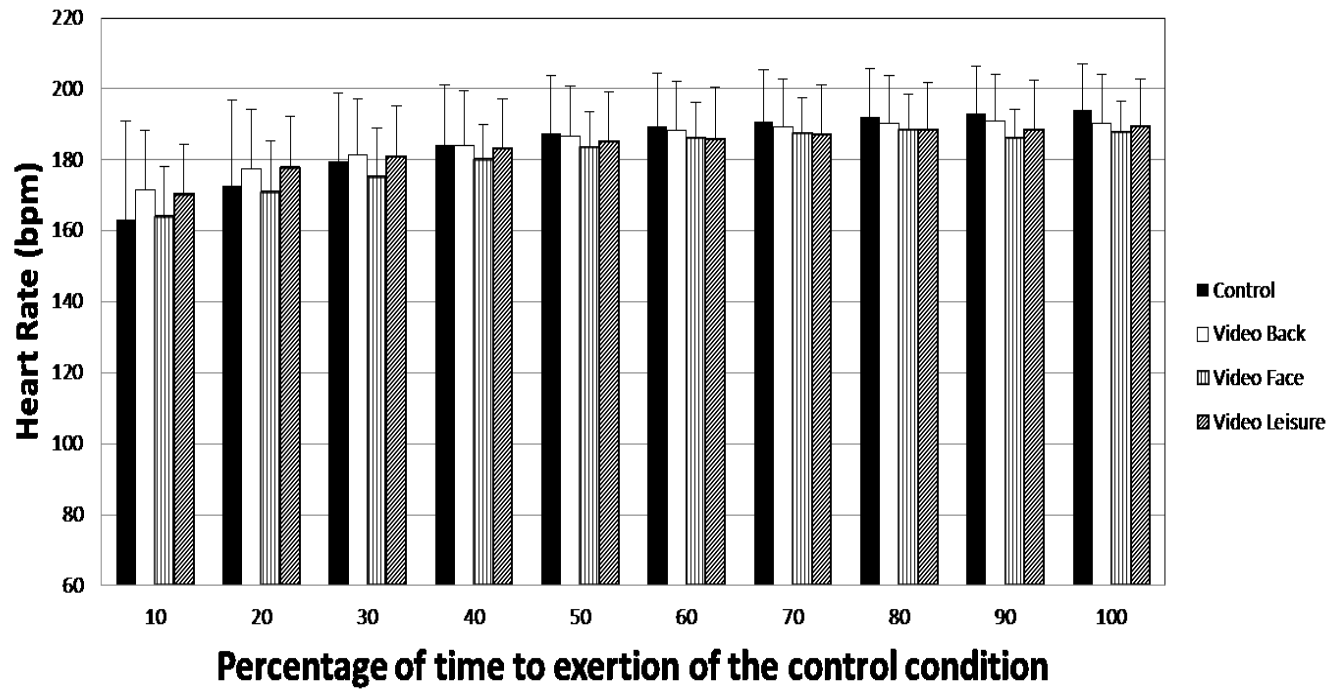


Figure 4. Heart rate calculated at different percentages in all four conditions. No significant difference between the conditions.

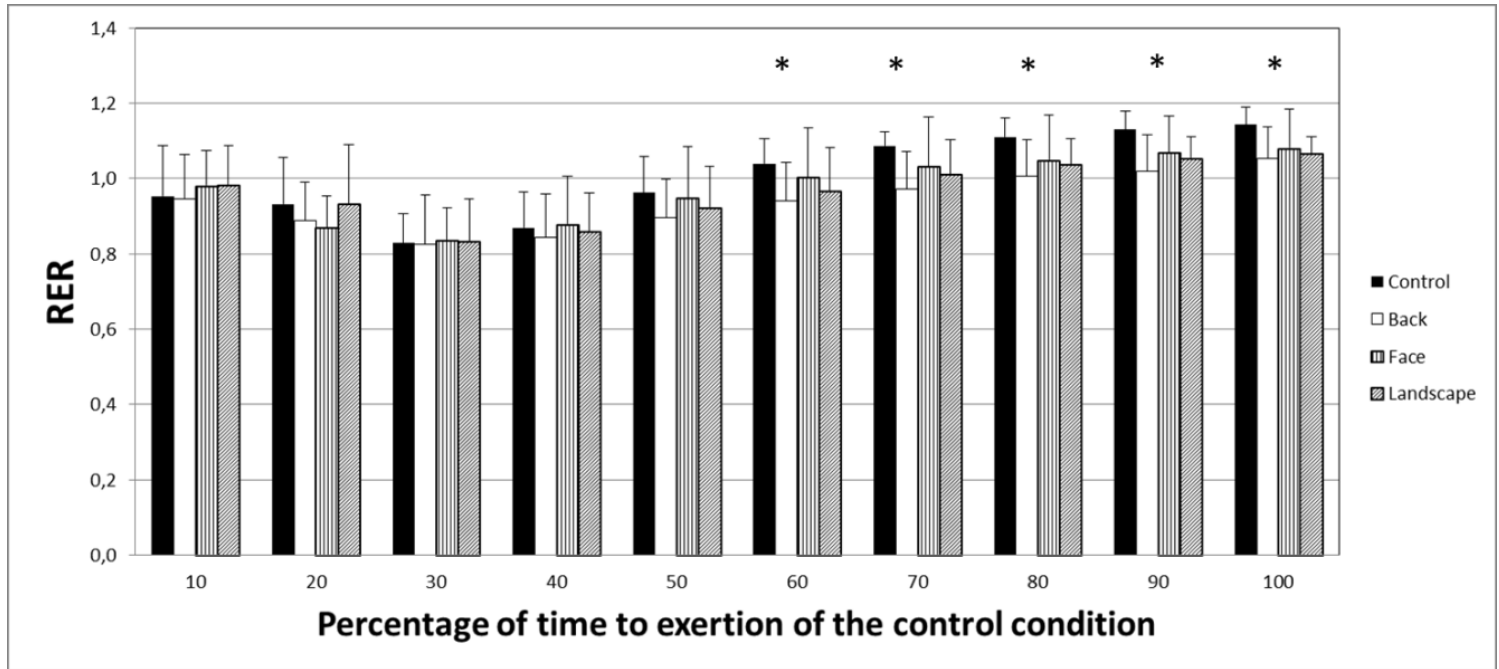


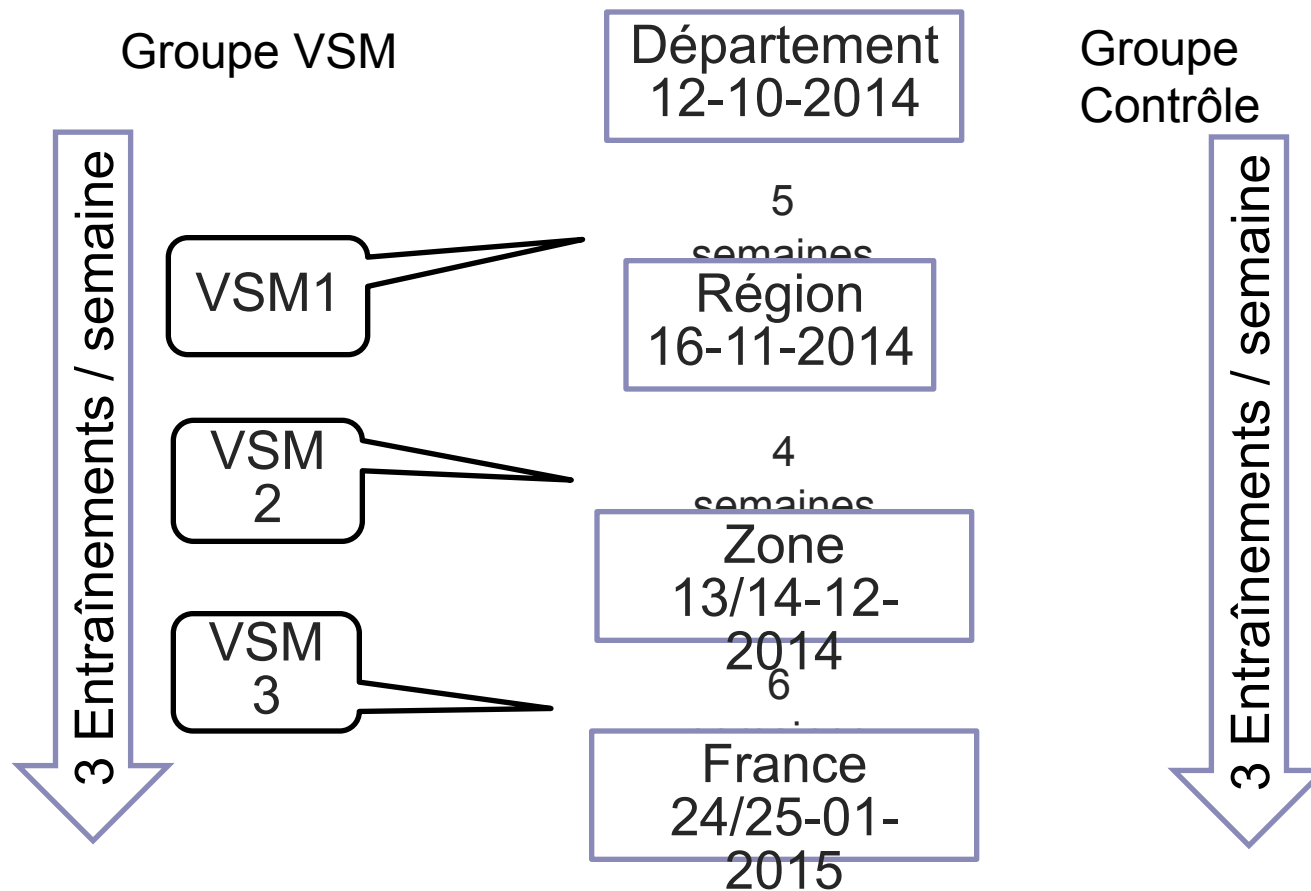
Figure 3. Respiratory Exchange Ratio (RER) variations at different percentages of the time-to-exertion in all four conditions; a: $p < .05$ between control and Video Back conditions.

Utilisation du Vidéo Self Modeling en Gymnastique Rythmique



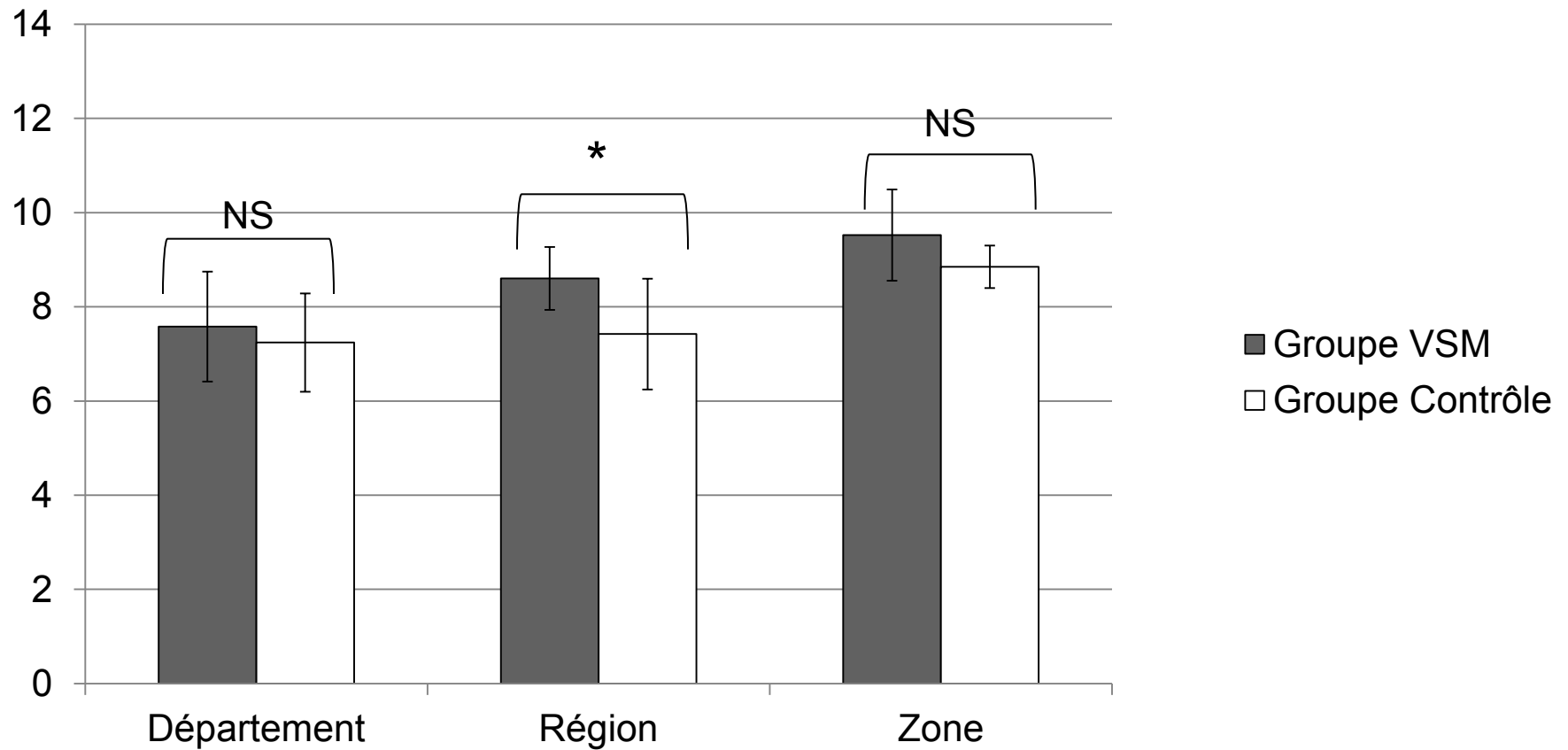
Application du VSM

Design global de l'étude:



Résultats

Performance des gymnastes



Conclusion

- Progression plus rapide par VSM
 - Accélère l'apprentissage
- Améliore la performance sur le long terme
 - 3 gymnastes VSM (vs 1 gymnaste du groupe contrôle) sont qualifiées au Championnat de France
- VSM influence CS ?

5. Bibliographie

- Buccino (G.), Vogt (S.), Ritzl (A.), Fink (G.R.), Zilles (K.), Freund (H-J) and Rizzolatti (G.)- Neuron, 2004, vol.42, pp.323-334.
- Calmels (C.), Holmes (P.), Jarry (G.), Hars (M.), Lopez (E.), Paillard (A.) and Stam (C.J.)- Human Brain Mapping, 2006, vol.27, n°3, pp.251-266.
- Calvo-Merino (B.), Glaser (D.E.), Grèzes (J.), Passingham (R.E.) and Haggard (P.)- Cerebral Cortex, 2005, vol.15, pp.1243-1249.
- Carr (L.), Iacoboni (M.), Dubeau (M.C.), Mazziotta (J.C.) and Lenzi (G.L.)- PNAS USA, 2003, vol.100, pp.5497-5502.
- Cochin (S.), Barthelemy (C.), Roux (S.) and Martineau (J.)- European Journal of Neurosciences, 1999, vol.11, pp.1839-1842.
- Gallese (V.), Fadiga (L.), Fogassi (L.) and Rizzolatti (G.)- Brain, 1996, vol.119, pp.593-609.
- Grèzes (J.), Armony (J.L.), Rowe (J.) and Passingham (R.E.)- Neuroimage, 2003, vol.18, pp.928-937.
- Iacoboni (M.)-Current opinion in Neurobiology, 2005, vol.15, pp.632-637.
- Iacoboni (M.), Molnar-Szakacs (I.), Gallese (V.), Buccino (G.), Mazziotta (J.C.) and Rizzolatti (G.)- Plos Biology, 2005, vol.3, pp.529-535.
- Perani (D.), Fazio (F.), Borghese (N.A.), Tettamanti (M.), Ferrari (S.), Decety (J.), and Gilardi (M.C.) NeuroImage, 2001, vol.14, pp.749-758.
- Rizzolatti (G.)- Anatomy and Embryology, 2005, vol.210, pp.419-421.
- Rizzolatti (G.), Carmada (R.), Fogassi (L.), Gentilucci (M.), Luppino (G.) and Matelli (M.)- Experimental Brain Research, 1988, vol.71, pp.491-507.
- Rizzolatti (G.) and Craighero (L.)- Annual review of Neurosciences, 2004, vol.27, pp.169-192.
- Stevens (J.A.), Fonlupt (P.), Shiffrar (M.), and Decety (J.)- Neuroreport, 2000, vol.11, pp.109-115.