

Influence des stimuli langagiers sur les performances musculaires explosives

Fahima Lammari*; Hakim Hariti**

ENS/STS Dely Ibrahim-El Biar, Alger* ; *Université 16 U. Alger-3, Laboratoire de Sciences et Pratiques des Activités Physiques, Sportives et Artistiques (SPAPSA), C1670900***

Résumé.

Ce travail de recherche approche la problématique générale mettant en relation le rapport existant entre les stimuli cognitifs et la motricité humaine sportive, l'objectif de la recherche fixé été de déterminer la nature de l'effet de l'amélioration des performances motrices (mesure de la hauteur du Squat Jump) à partir de différents stimuli cognitifs langagiers, à travers l'utilisation de diverses langues et dialectes. Pour cela nous avons pris en considération la nature des disciplines sportives, le genre ainsi que le niveau d'expertise.

Mots Clés : Stimuli cognitifs, performance sportive, le langage, neurosciences.

Abstract.

This research work approaches the general problem in relation to the relationship between cognitive stimuli and human motor sport, the objective of the research was to determine the nature of the effect of improving motor performance (measurement of the height of the Squat Jump) from different cognitive language stimuli, through the use of various languages and dialects. For this we have taken into consideration the nature of the sports disciplines, the genre as well as the level of expertise.

Key-words: Stimuli cognitifs, sports performance, language, neurosciences.

1. Introduction et cheminement vers la question de recherche.

L'intérêt des chercheurs issus des neurosciences cognitives porte sur la question des éventuelles relations existant entre la parole et la motricité (Fadiga et al., 2002; Gentilucci et al., 2000, 2004a,b ; Dixon, 2002 ; Glover et al., 2003 ; Meister et al., 2003 ; Watkins et al., 2003 ; Watkins et Paus, 2004).

De nombreuses recherches ont montré que le langage (notamment via la prononciation répétée de verbes d'action) peut avoir un effet semblable à celui de l'imagerie kinesthésique en suscitant des activations fonctionnelles au niveau des aires motrices cérébrales (aires prémotrice, PMAa, motrice primaire, M1 et supplémentaire, PMAb) (Duffau et al., 2003; Tomasino et al., 2008). L'activation de M1 a également été observée lors de l'écoute de verbes d'action impliquant les mains, la langue ou les jambes (Watkins et al., 2003). Si certains auteurs se sont attachés à vérifier l'hypothèse d'une organisation des représentations de ces mots (noms et verbes) en fonction de leurs attributs sémantiques, d'autres ont cherché à déterminer le rôle de la classe grammaticale dans la mise en place des réseaux conceptuels dans la mémoire. Dans son article, Heather (2006) cite : *'Notre langue maternelle est un réseau mnésique complexe,*

*comportant des centaines de milliers de connaissances et de représentations (phonologiques, lexicales, syntaxiques, sociales, pragmatiques, discursives...), liées au réseau conceptuel dans la mémoire à long terme*⁷. Le traitement des données linguistiques dans la mémoire à court terme détermine la structuration de ces données dans la mémoire à long terme.

Une étude menée par TMS a mis en évidence une implication des aires motrices dans le traitement même des mots d'action [Pulvermüller et al., 2005c]. Setola et Reilly (2005) ont examiné l'influence de l'exécution d'actions sur la reconnaissance de verbes désignant des actions de la main (*tirer, pousser*) par rapport à des actions d'ordre plus général (*voir, éveiller*). Des nombreuses études ont aussi traité de l'influence de l'exercice physique au cours d'une tâches cognitives (Brisswalter, Collardeau et Arcelin, 2002 ; Mc Morris et Graydon, 2000 ; Tomporowsky et Ellis, 1986 ; Tomporowsky, 2003), mais la diversité des protocoles expérimentaux a longtemps conduit à l'obtention de résultats contradictoires.

Rabahi et al., (2013) ont testé l'effet de la prononciation, la lecture ou encore l'écoute de plusieurs mots sur la performance d'un geste moteur complexe, le SVJ. L'ensemble des mots étaient soit des verbes d'action (*saute, pince, lèche et bouge*), soit des verbes émotionnels (*gagne, perds*), soit des verbes sans relation avec l'action (*rêve*) ou encore contredisant l'action de sauter (*stoppe, tombe*). Un verbe incompréhensible par les sujets (*tiào*) a été également utilisé. Les résultats démontrent que La répétition (à haute voix ou silencieuse) d'un verbe d'action (*saute*) améliore la hauteur d'un saut vertical ; L'amélioration est spécifique car des mots indiquant d'autres actions ne produisent pas d'effet ; Elle est tout aussi importante si la langue maternelle est utilisée ou une langue apprise. Les femmes ne présentent pas d'amélioration avec aucune des conditions cognitives utilisées.

De ce fait, et sur la base de cet état de l'art qui met en avant la problématique générale de ce travail de thèse, nous nous somme fixé comme objectif de recherche, la détermination de la nature de l'effet de l'amélioration des performances motrices (mesure de la hauteur du Squat Jump) à partir de différents stimuli cognitifs langagiers, à travers l'utilisation de diverses langues et dialectes.

2. Cadre théorique.

En parcourant la littérature sur l'effet de l'imagerie mentale dans l'action motrice, on constate que les résultats obtenus, ne sont pas consensuels. En effet, alors que certaines études (Lacourse et al., 2004 ; Nyberg et al., 2006 ; Pascual-Leone et al., 1995; Wohldmann, Healy, et Bourne, 2007 ; Collet et Guillot, 2008), révèlent un effet positif de l'imagerie sur la performance, d'autres auteurs n'observent pas d'effet bénéfique de l'imagerie (Epstein, 1980 ; Shanks et Cameron, 2000 ; Mulder, Zijlstra, et Hochstenbach, 2004). La raison de ces résultats contradictoires réside probablement dans les types d'imagerie mentale (kinesthésique c'est-à-dire « ressentir les mouvements corporels » et visuelle soit « voir mentalement les mouvements et les déplacements) choisis, ainsi qu'au niveau d'expertise des sujets.

Pulvermüller et al., (2005a), supposent que le traitement des mots d'action recrute le système moteur impliqué dans l'exécution et la reconnaissance des

actions décrites par ces mots. Corroborant cette hypothèse, certains travaux ont montré une activation somatotopique selon les études classiques de Penfield et Boldrey (1937) dans les aires PMAa,b et M1, ainsi qu'une modulation d'excitabilité de ces régions, lors de la perception de mots ou de phrases se référant à des actions corporelles (Aziz-Zadeh et al., 2006b ; Buccino et al., 2005 ; Oliveri et al., 2004). Ceci étant d'autres auteurs ont émis des doutes quant à l'existence de cette somatotopie et celle même des neurones miroirs dans le cerveau humain (pour revue voir Turella et al., 2009b). Toutefois, Mukamel et al, (2010) ont montré leur existence, lors d'une observation faite sur des patients, par mesure ECG avec électrodes extracellulaires.

Lors de l'étude de Hauk et al., (2004), qui s'intéressait à la représentation des mots dans notre cerveau, il a été demandé à des sujets de lire silencieusement trois verbes d'action, affichés sur un écran d'ordinateur, représentant des mouvements produits par la face (*Lick* ou lécher), les mains (*Pick* ou pincer) et les pieds (*kick* ou donner un coup de pied). Les images d'activation corticale obtenues par imagerie par résonance magnétique (IRMf) ont révélé la présence de ces activations (représentées par des pixels qui correspondent à une augmentation de flux sanguin dans la zone supposée et non pas à une réelle activation du tissu cérébrale) dans le cortex M1 et cela de manière apparemment somatotopique, pour la simple raison que cette dernière est traditionnellement observée au sein de ce même cortex, alors que pour le mot *lick* des activations ont été enregistrées dans le cortex PMA.

Par ailleurs, par des études comportementales ayant évalué l'influence du sens des mots sur la motricité manuelle fine (Gentilucci et al., 2000 ; Gentilucci, 2003b), on a pu mettre en évidence que le traitement des adverbes et des verbes, se référant communément à des actions, affecte sélectivement la performance motrice. Les représentations lexicales et sémantiques des verbes, et plus généralement des mots désignant des actions, pourraient alors être distribués, outre dans les aires définies comme les centres du langage, aussi dans le système moteur impliqué dans la réalisation et la reconnaissance de ces actions. Le traitement des mots d'action ainsi que des verbes d'actions fait l'objet d'un intérêt croissant en neurosciences cognitives depuis quelques années, cette catégorie de mots se présentant comme le moyen idéal de faire émerger les liens fonctionnels unissant langage et motricité, notamment après le développement des techniques d'investigation cérébrales (IRMf, TMS, MEG ...). Des résultats similaires ont été rapportés peu après par Tettamanti et al. , (2005), Buccino et al., (2005) et Papeo et al., (2009) et récemment par Labruna et al.,(2011). D'autres études ont participé à la mise en doute de la somatotopie 'systématique' du cortex sensorimoteur (Bedny et al, 2008 ; de Zubicaray et al, 2008 ; Arévalo et al, 2012 ; Tremblay et Small, 2011 ; Mahon et Caramazza, 2008 ; Fernandino et Iacoboni, 2010) confortant une partie des résultats sur la spécificité entre tâches motrice et langagière.

Boulenger et al., (2006) se sont intéressés à étudier l'effet de la lecture silencieuse de verbes d'action sur le geste de préhension de la main. Ses résultats confirment les conclusions des études d'imagerie cérébrale concernant les liens étroits entre verbes d'action et acte moteur, tout en établissant un effet de temporalité ou de délai entre ces deux tâches, langagière et motrice.

Rabahi et al., (2011) ont étudié l'effet que plusieurs stimuli cognitifs pourraient produire sur la performance d'un acte moteur complexe, le SVJ. Ils se sont intéressés en 2012 à l'effet du « verbe d'action sur la performance motrice », l'étude avait porté sur des sujets français, novices en matière d'imagerie mentale, ayant effectué des sauts verticaux avant et après une tâche cognitive (prononciation à haute voix ou répétition mentale ou écoute du mot « saute », en français).

Dans cette première expérience, nous avons eu pour but de reproduire le protocole et vérifier les résultats de Rabahi et al. (2012, 2013). Il s'agissait d'étudier l'effet de la prononciation d'un verbe d'action (*saute*, à la première personne de l'impératif) sur la hauteur du saut vertical (SVJ) auprès des sportifs algériens de haut niveau masculin et féminin, bilingues (arabofrançais), dans deux disciplines (volleyball et basketball) et un groupe d'amateur (étudiants en EPS), en faisant varier la langue de présentation (arabe, dialecte algérois ou autre dialecte algérien, français et anglais). Ce protocole expérimental aurait permis de tester l'hypothèse d'une éventuelle amélioration d'une action motrice complexe, en l'occurrence le saut vertical (SVJ), consécutive à la production du verbe d'action '*saute*'. La particularité de notre recherche par rapport à celle de Rabahi et al., (2013) réside dans le fait que ces modalités d'exploration s'appliquent à une population de sportifs de haut niveau. De plus, nous voulions également savoir si la langue maternelle ou autres variations de la langue pouvaient affecter les performances en sauts. Confirmant ainsi (ou pas) les conclusions des études d'imagerie cérébrale Boulenger et al., (2006) et celle de Rabahi et al., (2013) sur les liens étroits entre les verbes d'action et l'acte moteur.

3. Méthodologie.

3.1. Sujets.

Au total, 174 sujets ont accepté de participer aux études, soit des athlètes hommes (H) et femmes (F), de haut niveau national et international. Ils ont été répartis en deux spécialités sportives, basketball et volleyball, pour les catégories séniors. Un groupe d'étudiants (hommes et femmes) en management du sport (n = 58) en bonne forme mais non spécialistes dans les deux disciplines auront la fonction de 'naïfs et naïves'. Leurs caractéristiques anthropométriques sont détaillées dans le Tableau 1.

En comparant les valeurs anthropométriques des trois groupes de sujets (joueurs en basketball (BB), volley-ball (VB) et naïfs ; Tableau 1), nous constatons que la valeur moyenne de l'âge est très proche d'un groupe à l'autre. De manière générale, nous remarquons que les basketteurs (hommes : 91,71 kg et femmes : 67,27 kg) sont bien plus lourds que les volleyeurs (hommes : 85,78 kg et 62,79 kg pour les femmes) et amateurs (hommes : 72,50 kg et 61,65 kg femmes). Le t de Student montre des différences significatives pour le poids chez les hommes (BB vs VB et VB vs naïfs : $p < .05$; BB vs naïf : $p < .01$) et chez les femmes à $p < .05$. Au contraire, la stature chez les volleyeurs, pour les deux sexes, (hommes : $194,76 \pm 5,98$ cm ; femmes : $174,74 \pm 5,62$ cm) est plus importante que celle des basketteurs ($193,42 \pm 10,74$ cm ; $172,27 \pm 9,42$ cm respectivement) et amateurs ($176,81 \pm 5,66$ cm ; $167,62 \pm 7,05$ cm, respectivement). On enregistre des différences significatives chez les hommes à

$p < .01$ pour les BB vs naïfs et VB vs naïfs et à $p < .05$ chez les femmes pour BB vs naïfs et VB vs naïves. Il faut noter néanmoins que les valeurs moyennes des caractéristiques anthropométriques ont été calculées sur l'ensemble de l'échantillon, sans prendre en considération les spécificités des postes de jeu, à savoir que les joueurs pivots en basket et les joueurs libéro en volleyball sont les plus petits joueurs de l'équipe ce qui affecte la moyenne générale du groupe, même si une équipe de volleyball ou basketball est constituée d'un seul, voire deux joueurs de ces deux spécialités (ou poste de jeu). Ces derniers sont par ailleurs dotés d'une très bonne capacité d'explosivité.

Tableau n° 1 : Présentation des caractéristiques anthropométrique de la population participant à la première expérience « stimuli langagiers » :

	Basketball (n = 58)		Volleyball (n = 58)		Naïfs (n = 58)	
	H (n = 28)	F (n = 30)	H (n = 25)	F (n = 33)	H (n = 32)	F (n = 26)
Age (ans)	24.4 ± 5.61	23.13 ± 4.11	24.38 ± 3.07	21.09 ± 3.01	24.59 ± 3.3	22.65 ± 2.02
Poids (kg)	91.71 ± 13.09	67.27 ± 11.60	85.78 ± 6.78	62.79 ± 7.20	72.50 ± 9.05	61.65 ± 6.69
Taille (cm)	193.42 ± 10.74	172.27 ± 9.42	194.76 ± 5.98	174.74 ± 5.62	176.81 ± 5.66	167.62 ± 7.05

Valeurs en Moyenne ± écart type ; H : Hommes ; F : Femme ; n : nombre de sujets ; kg : kilogramme ; cm : centimètres

3.2. Instruments de mesures.

a. Un appareil de mesure du temps d'envol Myotest pour tester la hauteur des sauts. Le Myotest a été choisi pour sa maniabilité et simplicité de mesure. Il s'agit d'un appareil de mesure accélérométrique permettant de mesurer la force concentrique et excentrique, la puissance et la vitesse d'un mouvement réalisé. L'analyse de l'activité musculaire dynamique peut s'effectuer en chaîne ouverte ou fermée. Il exprime ainsi les différentes données citées dans une charge guidée ou libre, sur une machine de fitness ou directement sur le sujet lors de bondissements. Couplé avec un ordinateur portable muni du logiciel d'interprétation, le système permet une représentation graphique précise du mouvement réalisé. Cet appareil du type *Myotest Pro (Myotest France SAS, 84 210 Pernes les Fontaines)*. Cet appareil offre l'avantage majeur d'être très facilement transportable et rapidement utilisable. Le Myotest a été testé et comparé à d'autres systèmes. La fiabilité de cet appareil est établie pour la mesure de la hauteur de saut (Casartelli et al. 2010).

- b. Une balance médicale pour évaluer le poids corporel ;
- c. Une toise pour la stature.

3.3. Procédure et conditions expérimentale.

Avant le début de la session expérimentale les sujets ont eu la consigne de s'échauffer pendant 5 minutes (trotinement et mobilisation articulaire) et de réaliser quelques sauts à petites amplitudes, puis des sauts maximaux. Les sujets réalisaient trois sauts successifs d'entraînements afin qu'ils puissent se familiariser avec le SVJ. L'essai leur permettant d'évaluer la compréhension de

la consigne donnée : « Au bip, sautez le plus haut possible en gardant vos mains sur les hanches partant d'un position accroupie, genoux à 90° ». Tous étaient habillés en short et T-shirt et chaussés avec des chaussures de sport type running. Après que l'expérimentateur se soit assuré de la bonne compréhension des exigences de la tâche, la session expérimentale commençait.

3.4. Les mesures d'aptitude physique.

Avant le début de la session expérimentale les sujets ont eu la consigne de s'échauffer pendant 5 minutes (trotinement et mobilisation articulaire) et de réaliser quelques sauts à petites amplitudes, puis des sauts maximaux. Les sujets réalisaient trois sauts successifs d'entrainements afin qu'ils puissent se familiariser avec le SVJ. L'essai leur permettant d'évaluer la compréhension de la consigne donnée : « Au bip, sautez le plus haut possible en gardant vos mains sur les hanches partant d'un position accroupie, genoux à 90° ». Tous étaient habillés en short et T-shirt et chaussés avec des chaussures de sport type running. Après que l'expérimentateur se soit assuré de la bonne compréhension des exigences de la tâche, la session expérimentale commençait.

3.5. Stimuli langagiers.

Le stimulus consiste dans la prononciation d'un verbes d'action (*saute* en français), répétés de manière monotone, a un rythme d'une fois par seconde pendant 10 secondes, soit un total de 9 à 11 répétitions. Le verbe sélectionné exprimait une action accomplie avec les membres inférieurs, en langues différentes (anglais, arabe classique et français), ainsi que dans le dialecte algériens propre à la région de naissance, plus précisément :

- En langue dialectale : en grande ou petite Kabylie (Bejaïa ou Tizi ouzou) « *Sautië, Enteg, Jelleb*, pour les locuteurs habitants les hauts plateaux et le sud c'était plutôt le verbe « *Sautië, Negaze* » ;

- En langue arabe : *Ikfaze* ;

- En anglais : *Jump* ;

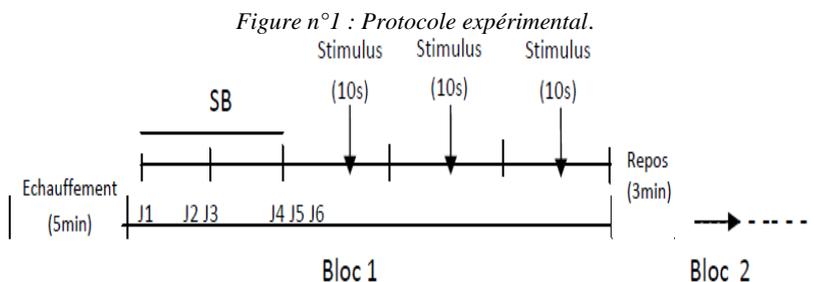
- En français : *Saute*.

3.6. Protocole expérimental.

Le but du projet est d'évaluer la hauteur de SVJ car les caractéristiques biomécaniques de cet exercice sont bien connues [Rahmani et al., 2001; Zamparo et al., 2000; Macaluso et De Vito, 2003; Pearson et al., 2004]. , il permet de mesurer la qualité de détente "non-plierométrique" et l'aptitude à développer beaucoup de force en un temps très court (explosivité). Cette variable est mesurée par un accéléromètre (Myotest Pro).

a) Exécution des Sauts verticaux : Le Squat Jump (SVJ) a été réalisé avec les mains ouvertes sur les hanches (car la participation des membres supérieurs est un facteur affectant le saut vertical ; selon Perez et al., [2008], la mesure de la détente verticale sans l'utilisation des bras donne des hauteurs d'environ 10 à 20% inférieurs) et les genoux fléchis à 90° (angle entre l'intérieur de la cuisse et la jambe). Le sujet doit rester 2-3 s dans cette position et puis sauter surtout sans contre-mouvements des bras et des genoux qui doivent rester immobiles, mains appuyées sur les hanches.

b) Le protocole : L'obligation de laisser les mains sur les hanches permet de ne prendre en compte que la participation des membres inférieurs sans l'influence des bras annulant donc l'aide possible de ces membres. L'accéléromètre est placé sur une ceinture velcro située au niveau des crêtes iliaques. Trois SVJ enchaînés à partir du bip initial de l'appareil à 3-5s d'intervalle l'un de l'autre ont initié le protocole, sans stimuli. Par la suite trois sauts sont réalisés précédés de 10s de stimuli cognitif (Figure 1).



Chaque test comporte de 4 à 6 blocs expérimentaux. Dans un bloc, les 3 premiers sauts ont été réalisés sans conditions cognitives (pour être appelé des sauts de base, SB). Les 3 sauts suivants ont été exécutés séparément après le stimulus cognitif (répété pendant 10 s avant chaque saut). Une période de repos de 3mn a été observée avant le bloc suivant.

3.7. Traitement des données.

Les valeurs affichées par le Myotest sont relevées et transcrites dans le logiciel Excel©. Les résultats de la hauteur ont été ensuite analysés par le logiciel R 2.11.1 (disponible sur internet). Nous avons également appliqué le test du t de Student afin de comparer deux groupes entre eux, soit les sportifs et les naïfs entre eux. Une analyse de variance à mesures répétées (ANOVA) a été employée afin de vérifier l'effet des conditions expérimentales sur la hauteur du saut, suivie d'un test *post-hoc* (le test de *Tukey*) réalisé pour comparer les différences de moyennes entre les conditions testées. Le seuil de significativité a été fixe à $2p < 0,05$ ($2\Box$). Lors du traitement des données, les tests ont été randomisés.

4. Analyse des résultats.

Nous avons calculé la moyenne des sauts (en cm) à la suite de chaque stimulus cognitif (prononciation selon les 4 langues), ainsi que les écarts types, pour les groupes des sportifs (basketball, volleyball) et les naïfs, chez les hommes et chez les femmes. Ensuite nous avons comparé les résultats en fonction du genre.

Nous présenterons en premier lieu les résultats obtenus avec les hommes (Tableau 2 ; Figure 2). Les données ont été traitées par une analyse de la variance (Tableau 4) ont révélé un effet significatif chez les volleyeurs pour les 4 stimuli, après la prononciation de l'arabe classique, arabe dialectale, l'anglais ($2p < 0,001$) et français à ($2p < 0,01$). Les basketteurs ainsi que les naïfs montrent une

absence d'effet significatif, avec toutefois une augmentation de la hauteur de saut et ce quelle que soit la prononciation des différents verbes d'action.

La Figure 2 illustre l'amélioration (Δ) de la hauteur du SVJ calculée à l'égard du saut de base (SB). Il en ressort que les volleyeurs présentent les meilleures progressions (quasi équivalentes) pour les 4 stimuli, la prononciation du verbe d'action montre une amélioration très hautement significative ($2p < 0,001$), presque similaire, en arabe dialectale (2,5 cm), anglais (2,4 cm), arabe classique (2,3 cm), et hautement significative ($2p < 0,01$) en français (1,7 cm), ce qui peut nous faire penser que le SVJ ou détente verticale semble ne plus pouvoir s'améliorer, ou que très légèrement. L'effet de la prononciation des verbes d'action n'a été observée chez les basketteurs et les naïfs (Tableau 4), La prononciation en langue arabe qu'elle soit classique ou dialectale n'a suscitée qu'une petite amélioration du SVJ chez les basketteurs (de 0,4 cm et 0,5 cm respectivement) alors que la prononciation en français et en anglais a quasiment permis de doubler l'amélioration du saut (1cm en français et 0,9 cm pour l'anglais). Pour les naïfs, à l'exception de la prononciation en anglais où l'effet est quasiment nul, les trois autres conditions améliorent de façon quasi équivalente la hauteur de saut (1cm pour l'arabe classique ; 0,8 cm pour l'arabe dialectal et 0,9 cm pour la prononciation en français. Les trois groupes ont ainsi progressé de manière différente.

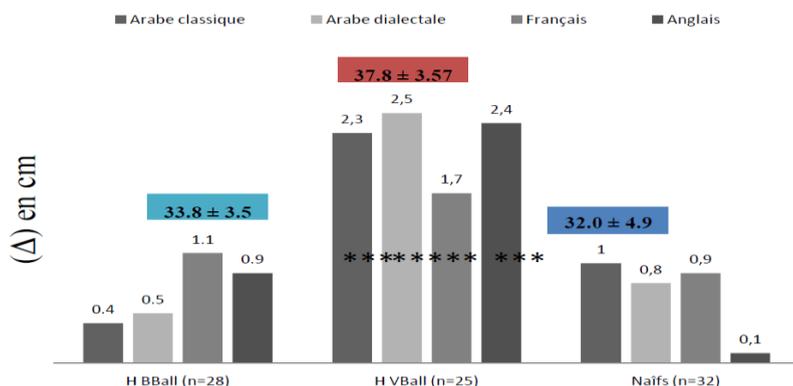
Tableau n° 2 : Effet du verbe d'action saute prononcé dans différentes langues sur la hauteur du SVJ chez les hommes (H) sportifs (basketball et volleyball) et naïfs.

	Hommes Basketball (n=28)			Hommes Volleyball (n=25)			Naïfs (n=32)		
Stimuli	M ± ET	Δ (cm)	2p	M ± ET	Δ (cm)	2p	M ± ET	Δ (cm)	2p
SB	32.7 ± 4.9		-	35.2 ± 5.1			31.1 ± 4.8		-
Ar C	33.1 ± 3.9	0.4	0.95	37.5 ± 5.2	2.3	< 0.001	32.1 ± 5.2	1	0.06
Ar D	33.2 ± 4.2	0.5	0.88	37.7 ± 5.5	2.5	< 0.001	31.9 ± 5.2	0.8	0.14
Fr	33.8 ± 3.5	1.1	0.29	36.9 ± 4.7	1.7	< 0.01	32.0 ± 4.9	0.9	0.089
Ang	33.6 ± 3.9	0.9	0.46	37.6 ± 5.6	2.4	< 0.001	31.2 ± 5.4	0.1	0.99

Les résultats représentent les données brutes de la hauteur, exprimée en centimètre, lors de l'exécution des saut verticaux (squat vertical jump) chez les deux groupes de sujets. 2p est la probabilité obtenue après le test post hoc de Tukey (Tukey 2 σ) et ce après comparaison des conditions au SB. Le test de Tukey calcule par ailleurs le z-score. Le delta (Δ) correspond à la différence de la hauteur (en centimètre) entre les conditions et le SB.

Ar C : Arabe classique : qu'on apprend à l'école, Ar D : Arabe dialectale : qui souvent la langue maternelle
Fr : Français ; Ang : Anglais M : moyenne arithmétique ; ET : écart type ; Le delta (Δ) est une amélioration de la hauteur du SVJ calculée à l'égard du saut de base (SB).

Figure n° 2 : l'amélioration (Δ) de la hauteur du SVJ selon le stimulé pour les trois groupe de sujets d'hommes.



A l'inverse des résultats observés chez les hommes, aucun effet significatif n'a été observé chez les volleyeuses (Tableau 3). Chez les naïves, en dehors de la prononciation en français (*saute* : $2p < 0,05$) aucun effet significatif n'a été relevé pour les trois autres conditions, alors que chez les basketteuses les performances obtenues à partir de la consigne en anglais (*jump* : $2p < 0,001$), français (*saute* : $2p < 0,004$) et dialectale ($2p < 0,01$) sont significatives et supérieurs à celle obtenues en arabe ($2p = 0,30$).

Tableau n° 3 : Effet du verbe d'action saute prononcé dans différentes langues sur la hauteur du SVJ chez les Femmes (F) sportives (basketball et volleyball) et naïves.

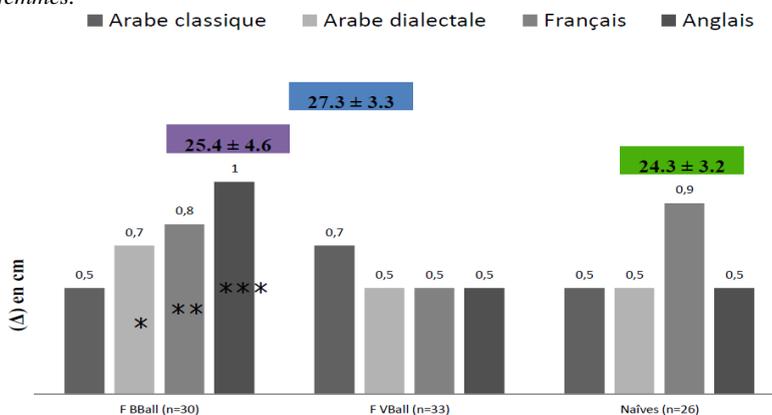
	Femmes Basket Ball (n=30)			Femmes Volley Ball (n=33)			Naïves (n=26)		
Stimuli	M ± ET	Δ (cm)	2p	M ± ET	Δ (cm)	2p	M ± ET	Δ (cm)	2p
BJ	24.4 ± 4.6		-	26.6 ± 4.03		-	23.4 ± 3.3		-
Ar C	24.9 ± 4.4	0.5	0.30	27.3 ± 3.3	0.7	0.84	23.9 ± 3.3	0.5	0.61
Ar D	25.1 ± 4.5	0.7	0.01	27.1 ± 3.1	0.5	0.97	23.9 ± 3.6	0.5	0.50
Fr	25.2 ± 4.2	0.8	0.004	27.1 ± 3.1	0.5	0.96	24.3 ± 3.2	0.9	0.046
Ang	25.4 ± 4.6	1	0.001	27.1 ± 2.8	0.5	0.98	23.9 ± 3.2	0.5	0.66

Les résultats représentent les données brutes de la hauteur, exprimée en centimètre, lors de l'exécution des sauts verticaux (*squat vertical jump*) chez les deux groupes de sujets. Les valeurs statistiques ont été obtenues avec le test de Tukey en comparant les conditions au saut de base (SB) et la limite de probabilité a été fixée à $2p < 0,05$, $2p < 0,01$ et $2p < 0,001$. Ar C : Arabe classique qu'on apprend à l'école ; Ar D : Arabe dialectale qui est souvent la langue maternelle. M : moyenne arithmétique ; ET : Ecart Type.

Suivant les langues, les trois groupes de sujets ne répondent pas aux stimuli cognitifs de la même manière (Figure 3). Les performances du groupe des basketteuses nous montrent que l'effet d'amélioration est plus important particulièrement lors de la prononciation en anglais (1cm), alors que les volleyeuses et naïves l'augmentation du SVJ est bien moindre (0,5 cm). La prononciation en arabe classique n'a pas montré de signification même s'il a montré une augmentation de 0,7 cm chez les F VB et 0,5 cm pour les F BB et les

naïves. La prononciation en français a permis une amélioration du SVJ de 0,9 cm pour les naïves et 0,8 cm pour les F BB et seulement de 0,5 cm pour les F VB.

Figure n° 3: Amélioration (Δ) du SVJ (cm) selon les stimuli chez les trois groupes de sujets femmes.



Le Tableau 4 rapporte l'amélioration en valeurs absolue ou la différence (Δ) du SVJ (cm) suite aux stimuli langagiers par rapport au saut de base (SB) de l'ensemble des sportifs (basketteurs et volleyeurs confondus). Les données ont montrées l'importance du niveau d'expertise. En comparant les conditions au saut de base (SB), le test de Tukey montrent un effet significatif ($2p < 0,01$). L'amélioration (Δ cm) du SVJ chez les sportifs (Figure 4) est surtout observée lors de la prononciation en anglais (1,7) et arabe dialectal (1,7 cm). On retrouve la même tendance chez les naïfs respectivement (1cm) et (0,9 cm), mais aussi en arabe classique (1 cm). En revanche, si la prononciation en anglais a permis une amélioration de 1,2 cm chez les sportifs de haut niveau, elle n'a été d'aucune stimulation pour les naïfs.

Tableau n° 4 : Comparaison entre sujets sportifs et naïfs concernant les effets du verbe d'action saute prononcé dans différentes langues sur la hauteur du SVJ.

Stimuli	Sportifs (n=53)			Naïfs (n=32)			Δ (cm) Sportifs	Δ (cm) Naïfs
	M \pm ET	2p	z-score	M \pm ET	2p	z-score		
SB	33.8 \pm 4.7		-	31.1 \pm 4.7			-	-
Arabe classique	35.1 \pm 5.0	0.012	-3.47	32.1 \pm 5.1	0.06	-2.96	1.3	1.0
Arabe dialectal	35.4 \pm 5.3	0.002	-3.93	31.9 \pm 5.2	0.14	-2.63	1.6	0.8
Français	35.3 \pm 4.3	0.006	-3.67	32.0 \pm 4.9	0.08	-2.82	1.5	0.9
Anglais	35.5 \pm 5.1	< 0.001	-4.31	31.2 \pm 5.4	0.99	-0.42	1.7	0.1

Les résultats représentent les données brutes de la hauteur moyennes (M) et les écarts types (ET), l'amélioration qui est la différence (Δ) du SVJ à partir du saut de base (SB) exprimée en centimètre, le score z calculés en comparant les sujets sportifs (basketteurs et volleyeurs confondus) avec les naïfs pour les 4 conditions et la limite de probabilité a été fixée à $2p < 0,05$.

Tout comme relevé pour les sujets hommes, le Tableau 5 rapporte, chez les femmes, l'effet des stimuli langagiers, l'amélioration ou la différence (Δ) du SVJ (cm), à partir du saut de base (SB) et calculés sur l'ensemble des sujets sportives (basketteuses et volleyeuses confondus). Le test de Tukey entre les conditions montre des différences significatives pour la prononciation en anglais ($2p < 0,05$) pour les sportifs, alors que chez les naïves c'est plutôt pour la prononciation en français ($2p < 0,05$). Par contre, les différents stimuli n'ont eu que très peu d'effets et tout particulièrement chez les naïves à l'exception de la prononciation en français (0,9 cm) (Figure 4).

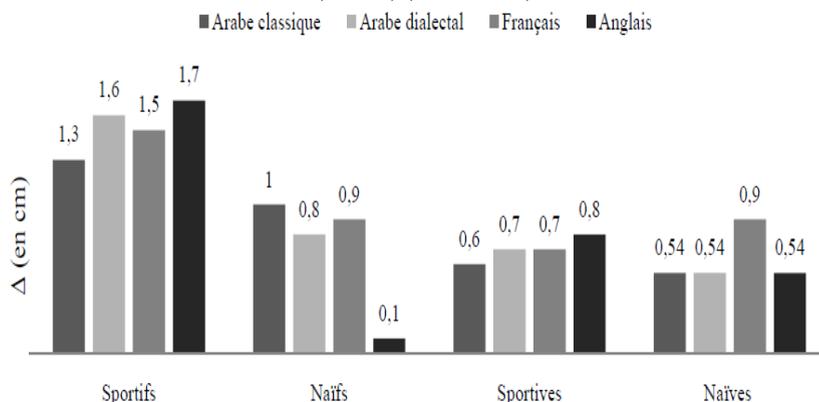
En observant les performances obtenues chez les hommes et chez les femmes, suite aux stimuli langagiers (Figure 4), on remarque que les hommes réalisent de meilleures performances que les femmes et, en général, que sportifs et sportives sautent plus haut que les naïfs et naïves. On note aussi que la prononciation en anglais, *jump*, a obtenu un meilleur score chez les sportifs que chez sportives (1,7 cm et 0,8 cm respectivement), alors que chez les naïfs et naïves les meilleurs résultats sont enregistrés lors de la prononciation en français (0,9 cm et 0,9 cm respectivement).

Tableau n° 5 : Comparaison entre sujets sportives et naïves concernant les effets du verbe d'action saute prononcé dans différentes langues sur la hauteur du SVJ.

Stimuli	Sportives (n=63)			Naïves (n=25)				
	M ± ET	2p	z-score	M ± ET	2p	z-score	Δ (cm) Sportives	Δ (cm) Naïves
SB	25.5 ± 4.4		-	23.36 ± 3.3			-	-
Arabe classique	26.1 ± 3.9	0.16	-2.6	23.9 ± 3.3	0.61	-1.7	0.6	0.54
Arabe dialectal	26.2 ± 3.9	0.13	-2.7	23.9 ± 3.6	0.50	-1.9	0.7	0.54
Français	26.2 ± 3.7	0.07	-2.9	24.3 ± 3.2	0.046	-3.0	0.7	0.9
Anglais	26.3 ± 3.8	0.05	-3.0	23.9 ± 3.2	0.65	-1.7	0.8	0.54

Les résultats représentent les données brutes de la hauteur moyennes et les écarts types, l'amélioration ou la différence (Δ) du SVJ à partir du saut de base (SB) exprimée en centimètre, le score z calculés en comparant les sujets sportives (basketteuses et volleyeuses confondues) avec les naïfs pour les 4 conditions et la limite de probabilité a été fixée à $2p < 0,05$.

Figure n° 4: Effet (Δ) des différents stimuli sur la hauteur du SVJ (cm) entre sujets sportifs et naïfs (hommes et femmes).



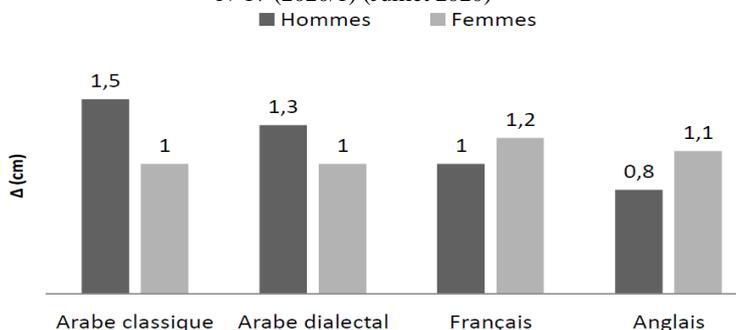
Le tableau 6 présente l'effet du verbe d'action saute prononcé dans différentes langues sur la hauteur du SVJ chez les sujets hommes et femmes (sportifs et naïfs confondus). Le SVJ le plus haut a été réalisé lors de la prononciation en arabe classique et dialectal chez les hommes ($34,1 \pm 5,5$ cm ; $33,9 \pm 5,9$ cm respectivement). Les performances réalisées lors de la prononciation en français ($33,6 \pm 4,8$ cm) a également produit un meilleur effet que l'anglais ($33,4 \pm 5,8$ cm). Pour les femmes, les résultats obtenus lors des différentes prononciations sont quasi similaires ($25,5 \pm 3,9$ cm pour l'arabe classique ; $25,5 \pm 3,9$ cm pour l'arabe dialectal ; $25,7 \pm 3,7$ cm pour le français et $25,6 \pm 3,8$ cm en anglais). Quelque soit la langue utilisée, le SVJ a été amélioré.

Les données obtenues à partir du tableau 6 et reprises dans la Figure 5, rapportent l'effet des stimuli langagiers sur le SVJ chez les Hommes et femmes. Les sujets hommes présentent les meilleurs résultats quand à cette amélioration lors de la prononciation en arabe classique (*Ikfaze* : 1,5 cm), arabe dialectal (*Sautië, Negaze* : 1,3 cm) et à moindre mesure lors de la prononciation en français (*Saute* : 1,2cm). La prononciation en anglais (*Jump* : 1,1 cm). Les femmes en revanche ont réalisées quasiment les mêmes performances au SVJ quelque soit la prononciation. La prononciation en anglais semble les avoir « légèrement » mieux stimulées (1,1 cm).

Tableau 6 : Effet du verbe d'action saute prononcé dans différentes langues sur la hauteur du SVJ chez les sujets hommes et femmes (sportifs et naïfs confondus).

	Hommes	Femmes	Δ (cm)	
	n = 85	n = 89	H	F
SB	32.6 ± 1.8	24.5 ± 1.5		
Arabe classique	34.1 ± 5.5	25.5 ± 3.9	1.5	1.0
Arabe dialectal	33.9 ± 5.9	25.5 ± 3.9	1.3	1.0
Français	33.6 ± 4.8	25.7 ± 3.7	1.0	1.2
Anglais	33.4 ± 5.8	25.6 ± 3.8	0.8	1.1

Figure n° 5: Effets des stimuli langagiers chez les Hommes et Femmes sur le SVJ (Δ cm).



5. Discussions.

5.1. Effets des stimuli langagiers chez les volleyeurs, basketteurs et naïfs.

En comparant les résultats des trois groupes de sujets hommes (Tableau 2) et illustrés dans la Figure 2, les performances (SVJ) obtenues par les volleyeurs apparaissent significativement supérieures ($2p < 0,001$) à celles des basketteurs et des naïfs pour la prononciation en arabe classique (*Ikfaze*), arabe dialectal (*Sautiè, Negaze ou autres*) et anglais (*Jump*). L'effet de la prononciation en français (*Saute*) a aussi amélioré le SVJ à ($2p < 0,01$). D'ailleurs, l'amélioration des performances lors des différents blocs comparés au saut de base, demeure assez stable, avec une légère supériorité pour la prononciation en arabe dialectal et en arabe classique (2,5 cm, et 2,3 cm respectivement). Pour les deux autres langues vivantes, 'saute' en anglais a eu plus d'effet sur le SVJ (2,4 cm) que lorsque il est prononcé en français (1,7 cm). Ceci suppose que la hauteur du SVJ reste stable et semble ne plus pouvoir s'améliorer, ou que très légèrement tout au moins pour le mot que nous avons choisi en l'occurrence le verbe saute. Le saut étant la capacité distinctive dans le jeu du volley-ball, car il joue un très grand rôle dans l'exécution des différents gestes techniques en zone d'attaque (block, attaque, passe en suspension), ainsi qu'en zone de défense (attaque de la zone arrière, service smashé) (Bosco, 1980).

L'entraînement des volleyeurs est fortement basé sur le saut. Selon Jacquemoud, (1996), les sauts représentent 50 à 60% du nombre total d'actions, des mouvements de grandes vitesses entraînant des changements de direction dans l'espace 30% et des chutes 15%. Fontani et al., (2000) dans leur étude sur les volleyeurs, ont pris comme indicateur essentiel les passes en suspensions effectuées par le passeur, il en ressort que 70% des passes sont en suspension contre 20% de passes pieds à terre. Le saut vertical est également utilisé pour bloquer le ballon, la hauteur verticale est la qualité essentielle pour les bloqueurs et attaquants lors d'un duel au filet.

En revanche, les basketteurs ainsi que les naïfs montrent une absence d'effet statistiquement significatif des verbes d'action. Les performances ont montré toutefois une légère augmentation de la hauteur de saut et ce quelle que soit la langue dans laquelle est prononcée 'saute'. La prononciation en langue arabe, classique ou dialectale (Figure 2), n'a suscité qu'une petite amélioration non

significative du SVJ chez les basketteurs (0,4 cm et 0,5 cm respectivement) alors que la prononciation en français et en anglais a quasiment permis de doubler l'amélioration du saut (1,1 cm en français et 0,9 cm en anglais).

Une masse corporelle importante n'est pas automatiquement synonyme d'une masse musculaire importante. Dans certains ouvrages de vulgarisation consacrés à la condition physique, on présente souvent la composition corporelle comme l'un des déterminants de la condition physique. Composition corporelle, définit par certains constituants du corps humain, soit la masse grasse (graisses essentielles et réserves de graisse) et la masse maigre (muscles, os, organes, liquides corporels et viscères) (Ritz, 1998). En améliorant la composition corporelle pour une masse grasse plus faible et un entraînement de la forcevitesse adéquat pour un meilleur développement de la masse musculaire, on pourrait ainsi aider à augmenter la hauteur de saut et donc leur performance motrices [Barbe, 2001]. Ceci étant, les études concernant le saut sont assez controversées (Schmidt, 2003 ; Mc Innes, 1995 ; Delextrat, 2008) car les résultats obtenus sont globaux et ne sont pas toujours rapportés aux différents postes de jeu et donc pourrait expliquer la dominance dans la hauteur de saut que nous avons mesurée chez le groupe des volleyeurs. L'entraînement des basketteurs privilégie l'impulsion linéaire et multidirectionnelle ; mais il est possible que ces derniers n'arrivent pas à transférer la vitesse horizontale en vitesse verticale malgré le travail physique réalisé en conséquent.

Pour les naïfs, à l'exception de 'Jump' où l'effet est quasiment nul (0,1 cm) (Figure 2), les trois autres conditions améliorent de façon quasi équivalente la hauteur de saut (1 cm pour l'arabe classique ; 0,8 cm pour l'arabe dialectal et 0,9 cm pour la prononciation en français). Pour ce groupe, il est assez évident qu'elle est la conséquence de l'absence de pratique physique régulière. Selon la théorie des boucles fermées d'Adams (1979), la pratique physique spécifique augmente la précision de la rétroaction qui, à son tour permet la consolidation de la trace perceptive responsable de la correction du mouvement. Finalement, la performance des groupes de sportifs experts (BB et VB), en plus d'avoir été améliorée par l'effet du mot, indique que cette forme de pratique sportive spécifique a favorisée la consolidation du schéma moteur, le rendant assez spécialisé pour l'apprentissage d'un mouvement identique à celui pratiqué à l'entraînement et/ou en compétition, mais assez rigide pour s'adapter à de nouvelles circonstances spatiales et dynamiques (cas des basketteurs).

5.2. Effets des stimuli langagiers chez les volleyeuses, basketteuses et naïves.

Chez les femmes, on observe que les trois groupes ne progressent pas de la même manière (Tableau 3). A l'inverse des résultats observés chez les hommes, aucun effet significatif de la hauteur du SVJ n'est observé chez les volleyeuses quel que soit le stimulus (soit une augmentation de (0,5 cm pour l'arabe classique, dialectal et l'anglais et 0,7 cm pour le français). L'augmentation de la hauteur chez les VB hommes pourrait être expliquée par une hypothèse courante dans la littérature scientifique, à savoir que la récupération de concepts moteurs est la réactivation d'expériences stockées dans le cortex sensorimoteur (Allport, 1985 ; Martin et al., 1996 ; Pulvermüller, 1999, 2001, 2002 ; Prinz, 2002 ; Gallese et Lakoff, 2005 ; Caramazza et al., 1990 ; Rogers et al., 2004 ; pour une

revue voir Mahon et Caramazza, 2008). Ceci pourrait expliquer cette amélioration de la hauteur du SVJ par le fait que l'entraînement des basketteurs, tout comme celui des volleyeurs, se base sur des sauts verticaux. Ce qui rejoindrait le fait que la compréhension des verbes d'action mène à une activité accrue dans les cortex temporales latéraux postérieurs (aire de Wernicke), lorsqu'ils sont comparés avec la compréhension des noms d'objets ou des non mots (Martin et al., 1995; Damasio et al., 2001; Kable et al., 2002, 2005; Davis et al., 2004; Bedny et Thompsonschilling, 2006). Même si la prononciation en arabe classique n'a eu que très peu d'effet d'amélioration 0,7 cm chez les F VB (Figure 27), elle reste la meilleure performance réalisée tout comme chez les volleyeurs. Pour les autres stimuli la progression est moindre, 0,5 cm.

Les joueuses en revanche présentent des performances significatives obtenues à partir de la consigne en anglais (*jump* : $2p < 0,001$), français (*saute* : $2p < 0,004$), l'effet d'amélioration est plus important lors de la prononciation en anglais (1 cm) et en français (0,8 cm). L'arabe dialectale ($2p < 0,01$) n'a stimulé le SVJ que de (0,7 cm), tandis que l'arabe classique l'a amélioré de 0,5 cm ($2p = 0,30$).

Nous pouvons donc proposer que l'activité liée au langage dans les aires corticales motrices est le fruit de l'existence de liens étroits entre la représentation du sens du mot d'action et le contrôle moteur. Les savoir-faire utilisés sont stockés sous la forme de connaissances semi procéduralisées, semi-automatisées. Lors du stade autonome, l'apprenant utilise des savoir faire encodés sous la forme de connaissances procédurales, difficilement verbalisables (Beilock, et Carr, 2001). Ainsi, le joueur confirmé réussit à lancer à trois points avec fluidité et rapidité, sans être nécessairement en mesure d'exprimer, au moyen du langage, la façon dont il a exécuté l'habileté motrice (verbalisation difficile compte tenu du timing). La performance motrice pourrait être altérée également par la disponibilité de l'attention de nos sujets lors de l'expérimentation (Maxwell, et al., 2001).

L'apprentissage moteur consiste à optimiser le décalage entre le mouvement désiré et réalisé en termes de commandes motrices. Lors de l'apprentissage, il résulte un ensemble de processus qui ne sont pas directement observables et nécessite une maîtrise optimale de transformations sensori-motrices (Wolpert et al., 2001). Ces transformations se font au niveau des modèles internes, ce qui signifie que l'apprentissage correspond à l'acquisition de nouveaux modèles internes appropriés aux différentes tâches exécutées. L'acquisition de nouveaux modèles internes se fait au moyen de signaux d'erreurs qui créent une relation entre commande et exécution (Halsband et Lange, 2006). Les sujets naïfs ont probablement trouvé de la difficulté à surmonter 'l'interférence contextuelle' causée par l'alternance entre la pratique physique réelle (SVJ) et mentale (la prononciation du verbe). Leur attention est beaucoup plus portée sur la consolidation de la technique de saut que sur les différents modes de prononciation. Ceci pourrait expliquer les performances relativement stables lors des différents blocs d'essais.

5.3. Effets des stimuli langagiers chez les sportifs Hommes (volleyeurs et basketteurs) vs naïfs.

Les données rapportées par le *t* de Student dans le Tableau 4 ont montrées l'importance du niveau d'expertise avec des différences hautement significatives ($p < 0,01$) entre les sportifs et les naïfs après prononciation du verbe 'saute' en arabe classique, dialectal, anglais et français. L'amélioration (Δ cm) du SVJ chez les sportifs (illustrée dans la Figure 4) est surtout observée après prononciation en anglais (1,7 cm), mais aussi lors de la prononciation en dialectal (1,7 cm), puis en français (1,5 cm) et arabe classique (1,3 cm). En revanche, on retrouve l'inverse chez les naïfs, avec la meilleure amélioration relevée lors de la prononciation en arabe classique (1 cm), français (0,9 cm), arabe dialectal (0,8 cm). La prononciation en anglais n'a été d'aucune stimulation pour les naïfs (0,1 cm). Ceci pouvant être justifié par le fait que dans le cas des basketteurs les entraîneurs aussi bien pour l'équipe masculines que féminines sont de nationalité américaine. En ce sens, le répertoire plurilingue des sujets pourrait être considéré comme un ensemble polyglotte, leur permettant ainsi des choix multiples reposant sur la variation inter-linguistique, lorsque les circonstances le permettent, comme le souligne Aymonod et al., (2006). Ce qui démontre une liaison avec le « sens », les concepts renfermé dans les mots mais non pas leur spécialisation sportives. En effet, lors des séances d'entraînement en plus de la langue française, la langue anglaise et couramment utilisée par les entraîneurs. De plus, les témoignages avec (et entre) les sujets prennent appui sur des liens affectifs. Par ailleurs la langue arabe classique a provoqué une certaine hilarité auprès de beaucoup de sujets, car rarement pour ne pas dire jamais utilisée dans les entraînements pourtant c'est cette dernière a néanmoins stimulée la réalisation du SVJ et cela aussi bien chez les sportifs (1,3 cm) que chez les naïfs (1 cm) (Figure 4). La prononciation de *Jump* en anglais à toutefois permis une belle progression du SVJ chez les sujets sportifs, ces résultats ont été probablement influencés par les performances réalisées par le groupe des volleyeurs qui ont enregistré des effets très significatifs.

5.4. Effets des stimuli langagiers chez les sportives Femmes (volleyeuses et basketteuses) vs naïves.

Tout comme relevé chez les sujets hommes, le *t* de Student calculés sur l'ensemble des sujets sportives et des naïves (Tableau 5), nous permet d'observer des différences significative pour toutes les conditions ($p < 0,01$) (prononciation en arabe classique, dialectal et l'anglais), et ($p < 0,05$) pour la prononciation en français. Par contre, le test de Tukey appliqué sur les variations langagières du verbe 'saute' n'a eu d'effets que pour l'anglais chez les sportives ($2p < 0,05$) et pour le français chez les naïves ($2p < 0,05$) (Figure 4). Les meilleurs scores sont surtout observés après la prononciation en anglais (0,8 cm) chez les sportives et en français (0,9 cm) chez les naïves. Pour les autres stimuli les résultats montrent une similarité qu'en a l'amélioration du SVJ entre ces divers modes de stimulation.

5.5. Effet de la prononciation des verbes d'action chez les hommes et chez les femmes sans prendre en considération le niveau de pratique sportive.

Les données obtenues dans la Figure 5, rapportent une plus grande précision quant à l'amélioration du SVJ. Les sujet hommes (groupe VB + BB + naïfs)

présentent les meilleurs scores dans l'amélioration du SVJ après la prononciation en arabe classique (*Ikfaze* : 1,5 cm), arabe dialectal (*Sautië, Negaze* : 1,3 cm) et à moindre mesure lors de la prononciation en français (*Saute* : 1 cm). La prononciation en anglais (*Jump* : 0,8 cm) n'a eu qu'un très faible impact sur la performance du saut. Les femmes en revanche semblent avoir des difficultés à réaliser de meilleures performances au SVJ. Seule la prononciation en français semble les avoir légèrement stimulées avec une légère amélioration de 1,2 cm, et demeurant assez stable pour la prononciation arabe classique et dialecte (1 cm) pour les autres langues la prononciation du verbe d'action 'saute' a augmenté la performance chez les filles. Dans des expériences similaires réalisées à l'Université Claude Bernard Lyon 1 (Centre de Recherche et d'Innovation sur le Sport, UFR STAPS de l'UCBL et ISOSTEO), les étudiants naïfs masculins ont amélioré leur SVJ par 2,0 cm (n = 96) et les filles de 1,1 cm (n = 45), (Rabahi et al., 2012, 2013).

En résumé, les résultats montrent que la prononciation de verbes d'action peut stimuler la performance motrice complexe d'un acte sportifs, mais avec des différences liées aux disciplines et chez les hommes et les femmes avec un effet de la langue maternelle. L'algérien est une langue orale mixte (mélange français-algérien), les sujets parlent l'arabe algérien et recourent systématiquement au *code switching* (arabe algérien/français). D'ailleurs l'amélioration des performances pour le bloc prononciation en français par les femmes et les hommes est demeurée stable (1,2 cm vs 1 cm) (Figure 5). La compétence bilingue déjà acquise dans le contexte soit de l'école, soit dans le milieu familial peut varier suivant les langues ou les combinaisons de langues auxquelles les sujets en question ont recours.

En raison de leurs très faibles concentrations de testostérone, les femmes ont une masse musculaire moins importante. Celle-ci est le déterminant de la force, les femmes sont alors nettement désavantagées (David et al., 2009) et leur détente verticale en est amoindrie en conséquence.

Conclusion.

Pour conclure, cette étude avait pour objectif de mesurer l'effet de stimuli cognitif comme la prononciation à haute voix et de manière claire, du verbe d'action saute (deuxième personne de l'impératif) sur la hauteur du squat vertical jump (SVJ) chez des sujets sportifs de haut niveau et amateurs (étudiants en EPS) bilingues arabe-français en faisant varier la langue de présentation (arabe, dialecte algérois ou autre algérien, français et anglais).

Ces résultats témoignent de l'efficacité de l'imagerie et confirment son rôle de stimulant dans le domaine de l'apprentissage moteur. Etant donnée les performances de chacun des groupes, notre première hypothèse stipulant que « Quel que soit le sexe et le niveau d'expertise des sujets, la prononciation du mot saute produirait une amélioration de la performance dans les 4 conditions » a été confirmé. En revanche, notre deuxième hypothèse « Les sujets étant des sportifs de haut niveau francophone, la prononciation du verbe d'action saute en français et/ou en dialecte devrait produire de meilleures performances en saut qu'avec les deux autres conditions (arabe classique et l'anglais) », se trouve confirmée en partie seulement puisque les résultats, lors de la prononciation en arabe

classique, révèlent que les performances du groupe des hommes furent significativement plus élevées que celles du groupe des femmes ou de contrôle (naïfs). L'équivalence et/ou la supériorité des performances de chacun des groupes pourrait être reliée au fait que chacun des groupes de sport étant expérimenté a permis à ses participants d'être plus concentrés sur les stimuli que sur la technique de saut, alors que chez les naïfs, l'absence de la pratique sportive régulière pourrait en être la conséquence (étaient encore dans une phase de stabilisation dans l'apprentissage moteur du SVJ). L'idée de départ était de comparer l'effet de la langue maternelle et autres langues apprises sur la hauteur du SVJ, il s'avère à travers nos résultats que le manque de différence significative dans la hauteur du SVJ semblerait indiquer que la prononciation du verbe d'action saute dans diverses langues n'influence pas énormément la qualité du saut. Cependant, une tendance à mieux sauter un groupe d'athlètes en activité d'un sport de haut niveau, constitue une base intéressante de données pour des recherches futures. Les implications pour l'entraînement en sont encourageantes.

En incitant les athlètes à utiliser les techniques de la stimulation cognitive, leurs performances se verront ainsi améliorées, leur motivation sera plus grande à s'entraîner et pourront ainsi travailler plus intensément durant l'entraînement.

Références bibliographiques

- Allport, D. A. [1985]. Distributed memory, modular subsystems and dysphasia. In: *Current perspectives in dysphasia* (Newman, S. K., Epstein, R., Eds.), pp 207– 244. Edinburgh: Churchill Livingstone.
- Arévalo, A. L., Baldo, J. V. et Dronkers, N. F. [2012]. What do brain lesions tell us about theories of embodied semantics and the human mirror neuron system? *Cortex*, 48(2), 242–54.
- Aymonod, P., Cavalli, M., Coste, D., Dematteis, F., Porte, G., Rosina, M., et Sciacqua, C., [2006]. Langues, Apprentissages, Identités. Actualiser dans la continuité l'éducation bi-/plurilingue, Aoste: IRRE-VDA, Cahier n°2, p. 92.
- Aziz-Zadeh, L., Wilson, S.M., Rizzolatti, G. & Iacoboni, M. [2006b]. Congruent embodied representations for visually presented actions and linguistic phrases describing actions. *Current Biology*, 16, 1818-1823.
- Barbe P. [2001]. *Composition corporelle* Traité de nutrition, ed Flammarion.
- Bedny M, Caramazza A, Grossman E, Pascual-Leone A, Saxe R [2008]. Concepts Are More than Percepts: The Case of Action Verbs. *The Journal of Neuroscience*. 28:11347–11353.
- Bedny, M., & Thompson-Schill, S. L. [2006]. [Neuroanatomically separable effects of imageability and grammatical class during single-word comprehension](#). *Brain and Language*.
- Beilock SL, Carr TH. [2001]. On the fragility of skilled performance, what governs choking under pressure? *J Exp Psychol Gen*; 130: 701-25.
- Bosco, C., Komi, P.V. [1980]. Influence of aging on the mechanical behavior of leg extensor muscles. *Eur J Appl Physiol*, 45:209-219.
- Boulinger V, Roy AC, Paulignan Y, Deprez V, Jeannerod M & Nazir TA. [2006]. Cross-talk between language processes and overt motor behavior in the first 200 msec of processing. *Journal of Cognitive Neurosciences*. 18:1607–161.
- Brisswalter, J., Collardeau, N. et Arcelin, R. [2002]. Effects of acute physical exercise characteristics on cognitive performance. *Sports Medicine* 32, 555–566.

- Buccino, G., Riggio, L., Melli, G., Binkofski, F., Gallese, V. & Rizzolatti, G. [2005]. Listening to action-related sentences modulates the activity of the motor system: a combined TMS and behavioral study. *Brain res Cogn brain res.* 24 : 355-363.
- Caramazza, A. [1990]. *Cognitive neuropsychology and neurolinguistics: Advances in models of cognitive function and impairment.* Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Collet C. & Guillot A. [2008]. Construction of the Motor Imagery Integrative Model in Sport: a review and theoretical investigation of motor imagery use. *Journal [International Review of Sport and Exercise Psychology](#)* Volume 18 - 31-44.
- Damasio, H., Grabowski, T.J., Tranel, D., Ponto, L.L., Hichwa, R.D. & Damasio, A.R. [2001]. Neural correlates of naming actions and of naming spatial relations. *Neuroimage*, 13(6), 1053-1064.
- David, A. & Jacobsen, F. [2009]. *Methods for Teaching: Promoting Student Learning in K-12 Classrooms (8th Edition)* - David A. Paperback.
- Davis, M., Meunier, F. & Marslen-Wilson, W.D. [2004]. Neural responses tomorphological, syntactic, andsemantic properties of single words: an fMRI study. *Brain and Language*, 89(3), 439-49.
- Delextrat, A., Cohen, D. [2008]. Physiological testing of basketball toward a standard evaluation of anaerobic fitness. *Journal of Sport Conditioning resarch.*
- Dixon, P. [1982]. Plans and written directions for complex tasks. *Journal of verbal learning and verbal behavior*, 21, 70-84.
- Duffau, H, Capelle L, Denvil D, Gatignol P, Sichez N, Lopes M, & al. [2003]. The role of dominant premotor cortex in language: a study using intraoperative functional mapping in awake patients. *NeuroImage*;20:1903-14.
- Epstein, S. [1980]. The stability of behavior: II. Implications for Psychological Research. *American Psychologist*, 35, 790-806.
- Fadiga L, Craighero L, Buccino G, and Rizzolatti G. [2002]. Speech Listening Specifically Modulates the Excitability of Tongue Muscles: A TMS Study. *European Journal of Neuroscience* 15: 399-402.
- Fernandino L, Iacoboni M [2010] Are cortical motor maps based on body parts or coordinated actions? Implications for embodied semantics. *Brain Lang* 112: 44-53.
- Fontani, G. Ciccarone, G & Giuliani, R, [2000]. Nuove regole di gioco. Ed impegno fisico nella pallavolo, *Scuola dello Sport*, 50, 14-20
- Gallese et Lakoff, 2005 ; Gallese, V. & Lakoff G. [2005]. The brain's concepts: the role of the sensory-motor system in conceptual knowledge. *Cognitive Neuropsychology.* 22:455-479.
- Gentilucci, M. [2003b]. Object motor representation and language. *Experimental Brain Research*, 153(2), 260-265.
- Gentilucci, M., Benuzzi, F., Bertolani, L., Daprati, E. & Gangitano, M. [2000]. Language and motor control. *Experimental Brain Research*, 133(4), 468-490.
- Gentilucci, M., Santunione, P., Roy, A.C. & Stefanini, S. [2004a]. Execution and observation of bringing a fruit to the mouth affect syllable pronunciation. *European Journal of Neuroscience*, 19, 190-202.
- Gentilucci, M., Stefanini, S., Roy, A.C. & Santunione, P. [2004b]. Action observation and speech production: study on children and adults. *Neuropsychologia*, 42, 1554-1567.
- Glover, S., Rosenbaum, D.A., Graham, J. & Dixon, P. [2003]. Grasping the meaning of words. *Experimental Brain Research*, 154(1), 103-108.
- Halsband, U., & Lange, R. K. [2006]. Motor learning in man: A review of functional and clinical studies. *Journal of Physiology*, 99, 414-424.
- Hauk, O. & Pulvermüller, F. [2004a]. Neurophysiological distinction of action words in the fronto-central cortex. *Human Brain Mapping*, 21, 191-201.

- Hauk, O., Johnsrude, I. & Pulvermüller, F. [2004b]. Somatotopic representation of action words in human motor and premotor cortex. *Neuron*, 41, 301-307.
- Heather H. [2006]. [Quelques aspects de la mémoire verbale en L2](#). Cahiers de l'APLIUT, [Vol. XXV N° 2](#).
- Jacquemoud, S., Ustin, S.L., Verdebout, J., Schmuck, G., Andreoli, G., Hosgood, B. [1996]. Estimating leaf biochemistry using the Prospect leaf optical properties model. *Remote Sens. Environ.*, Vol. 56, n°3, 194-202.
- Kable, J. W., Lease-Spellmeyer, J. & Chatterjee, A. [2002]. Neural substrates of action event knowledge. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 14(5), 795–805.
- Kable, J. W., Kan, I.P., Wilson, A., Thompson-Schill, S. L. & Chatterjee, A. [2005]. Conceptual representations of action in the lateral temporal cortex. *Journal of cognitive neuroscience*, 17(12), 1855–70.
- Labruna, L., Fernandez-del-Olmo, M., Landau, A., Duque, J. & Ivry, R. B. [2011]. Modulation of the motor system during visual and auditory language processing. *Experimental brain research*, 211(2), 243–50.
- Lacourse MG., Turner JA., Orr ELR, Chandler SL., Cohen MJ. [2004]. Cerebral and cerebellar sensorimotor plasticity following motor imagery-based mental practice of a sequential movement. *J Rehabil Res Develop*, 41, 505-524.
- Macaluso A., De Vito, R. [2003]. L'effet d'un échauffement actif sur l'EMG de surface et la performance musculaire chez l'homme sain. *Eur. J. Appl. Physiol.* 89 (6): 509-13.
- Mahon, B.Z., & Caramazza, A. [2008]. A critical look at the Embodied Cognition Hypothesis and a new proposal for grounding conceptual content. *Journal of Physiology - Paris*, 102, 59-70.
- Martin, A., Haxby, J.V., Lalonde, F. M., Wiggs, C. L. & Ungerleider, L. G. [1995]. Discrete cortical regions associated with knowledge of color and knowledge of action. *Science*, 270(5233), 102–5.
- Martin, A., Wiggs, C., Ungerleider, L. & Haxby, J. [1996]. Neural correlates of category-specific knowledge. *Nature*, 379 (6566), 649–52.
- Maxwell JP, Masters RSW, Kerr E, Weedon E. [2001]. The implicit benefit of learning without errors. *Q J Exp Psychol A* ; 54 : 1049-68.
- Mc Morris, T., & Graydon, J. [2000]. The effect of incremental exercise on cognitive performance. *International Journal of Sport Psychology*. 31 (1), 66-81.
- McInnes, S., Carlson, J., Jones, C. and Mc Kenna, M. [1995]. The physiological loads imposed on basketball players during competition. *Journal of Sports Sciences*, 1995, 5, 387-397.
- Meister, I. G., Borojerd, B., Foltys, H., Sparing, R., Huber, W. [2003]. Motor cortex hand area and speech: implications for the development of language. *Neuropsychologia*, 41(4), 401–6.
- Mukamel, R., Ekstrom, A., Kaplan, J., Iacoboni, M., & Fried, I. [2010]. Single-Neuron Responses in Humans during Execution and Observation of Actions. *Current Biology*.
- Mulder, T., Zijlstra, S., Zijlstra, W., & Hochstenbach, J. [2004]. The role of motor imagery in learning a totally novel movement. *Experience Brain Research*. Jan;154 (2) : 211-7. 2003 Sep 24.
- Nickerson, RS & Adams, MJ (1979). Mémoire à long terme pour un objet commun. *Psychologie cognitive*, 11 (3), 287–307.
- Nyberg, L., Persson, J., Lind, J., Larsson, A. [2006]. Structure-function correlates of cognitive decline in aging. *Cerebral Cortex*. 16 (7): 9076915.
- Oliveri M., Romero L., Papagno C. [2004]. Left but not right temporal involvement in opaque idiom comprehension: a repetitive transcranial magnetic stimulation study. *J. Cogn. Neurosci.* 16, 848–855.

- Papeo, L., Vallesi A., Isaja A., Rumiati R. I. ., [2009]. Effects of TMS on different stages of motor and non-motor verb processing in the primary motor cortex. *PLoS ONE*4:e4508.10.1371/journal.pone.
- Pascual-Leone, A., Dang, N., Cohen, L. G., Brasil-Neto, J., Cammarota, A., & Hallett, M. [1995]. Modulation of motor responses evoked by transcranial magnetic stimulation during the acquisition of new fine motor skills. *Journal of Neurophysiology*, 74, 1037–1045.
- Pearson, RG., Dawson, TP., Liu C. [2004]. **Modélisation de la répartition des espèces en Grande-Bretagne: une intégration hiérarchique des données climatiques et de couverture terrestre.** *Ecography* , 27 (2004) , p. 285 – 298.
- Penfield, Boldrey E. [1937] Somatic Motor and Sensory Representation in the Cerebral Cortex of Man As Studied By Electrical Stimulation. *Brain* 60: 389–443. doi:10.1093/brain/60.4.389.
- Penfield W, Rasmussen T. [1950]. *Le cortex cérébral de l'homme: une étude clinique de la localisation de la fonction.* New York: Macmillan.
- Perez-Gomez J., Rodriguez GV, Ara I., Olmedillas H., Chavarren J., Gonzalez-Henriquez JJ, [2008]. Rôle de la masse musculaire sur les performances de sprint: différence de genre. *Journal européen de physiologie appliquée*. 102: 685-694.
- Prinz, W., & Koch, I. [2002]. Process interference and code overlap in dual-task performance. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 28(1), 192-201.
- Pulvermüller F. et al., [2005a] Pulvermuller, F., Hauk, O., Nikulin, V. V. & Ilmoniemi, R. J. (2005a). Functional links between motor and language systems. *The European journal of neuroscience*, 21(3), 793–7.
- Pulvermüller F., [2002]. A Brain Perspective on Language Mechanisms: From Discrete Neuronal Ensembles to Serial Order. *Neurobio.* Jun;67(2), 85-111.
- Pulvermuller, F. [1999]. Words in the brain's language. *Behavioral and Brain sciences*, 22(2), 253–336.
- Pulvermuller, F. [2001]. Brain reflections of words and their meaning. *Trends in Cognitive Sciences*, 5(12), 517–24.
- Pulvermüller, F., Shtyrov, Y. & Ilmoniemi, R. [2005c]. Brain signatures of meaning access in action wordrecognition. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 17(6), 1-9.
- Rabahi, T., Fargier, P., Rifai Sarraj, A., Clouzeau, C. & Massarelli, R. [2013]. Effect of action verbs on the performance of a complex movement. *PloS one*, 8(7), e68687.
- Rabahi, T., Fargier, P., Rifai-Sarraj, A., Clouzeau, C. & Massarelli, R. (2012). Motor performance may be improved by kinesthetic imagery, specific action verb production, and mental calculation. *Neuroreport*, 23(2), 78–81.
- Rabahi, T., Rifai Sarraj, A., Fargier, P., Clouzeau, C. & Massarelli, R. [2012]. Verbe d'action et performance motrice. *Kinesithérapie la Revue*, 12(125), 42–6.
- Rahmani, A., Viale, F., Dalleau, G. and Lacour, J. R. [2001]. Force/velocity and power/velocity relationships in squat exercise. *Eur. J. Appl. Physiol.* 84, 227-232.
- Ritz, P.: *Methods of assessing body water and body composition. In : hydration throughout life*, 1998, 63- 74. MJ Arnaud Ed, J Libbey Eurotext, Paris.
- Rogers, A.E. [2004]. Rogers, “MJ Hour Regulation in Safety-Sensitive Industries,” in *Keeping Patients Safe: Transforming the Work Environment of Nurses*, ed. A. Page (Washington: National Academies Press. 314–358.
- Setola, P. & Reilly, R. G. [2005]. Words in the brain's language: an experimental investigation. *Brain and Language*, 94(3), 251-259.
- Shanks, D.R. & Cameron, A. [2000]. The effect of mental practice on performance in a sequential reaction time task. *J Motor Behav*, 32(3), 305 - 313.

- Tettamanti, M., Buccino, G., Saccuman, M. C., Gallese, V., Danna, M. [2005]. Listening to action-related sentences activates fronto-parietal motor circuits. *Journal of cognitive neuroscience*, 17(2), 273–81.
- Tomasino, B., Fink, G. R., Sparing, R., Dafotakis, M. & Weiss, P. H. [2008]. Action verbs and the primary motor cortex: a comparative TMS study of silent reading, frequency judgments, and motor imagery. *Neuropsychologia*, 46(7), 1915–26.
- Tomprowsky, P.D., & Ellis, N.R. [1986]. Latency components in two-choice responding. *Journal of Experimental Psychology*, 72, 481–87.
- Tomprowsky, P.D., [2003]. Effect of exercise on cognitive processes: A review. *Psychological Bulletin*. 99 (3), 338-346.
- Tremblay, P. & Small, S. L. [2011]. From language comprehension to action understanding and back again. *Cerebral cortex*, 21(5), 1166–77.
- Turella L., Pierno AC, Tubaldi F., Castiello U. (2009b). Les neurones miroirs chez l'homme: preuves constituantes ou confondantes. *Brain Lang* . 108, 10-21.
- Turella, L., Pierno, A. C., Tubaldi, F. & Castiello, U. [2008]. Mirror neurons in humans: consisting or confounding evidence? *Brain and language*, 108(1), 10–21.
- Watkins, K. E., Strafella, A. P. & Paus, T. [2003]. Seeing and hearing speech excites the motor system involved in speech production. *Neuropsychologia*, 41(8), 989–94.
- Watkins, K.E., & Paus, T. [2004]. Modulation of motor excitability during speech perception: the role of Broca's area. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16(6), 978–987.
- Wohldmann, E. L., Healy, A. F., & Bourne, L. E., Jr. [2007]. Pushing the limits of imagination: Mental practice for learning sequences. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 33, 254-261.
- Wolpert, D. M., Ghahramani, Z., & Flanagan, J. R., [2001]. Perspectives and problems in motor learning, *Trends in Cognitive Sciences*, 5(11), 487-494.
- Zamparo et al., 2000; Zamparo, P., Capelli, C. et Cencigh, P. 2000. Coût énergétique et efficacité mécanique de la conduite d'un véhicule couché à quatre roues, à propulsion humaine. *Journal européen de physiologie appliquée*, 83: 499 - 505.
- Zubicaray, G.I., Postle, N., McMahon, K.L., Ashton, R., Meredith, M. [2008]. Action word meaning representations in cytoarchitecturally defined primary and premotor cortices. *Neuroimage*. 15:43 (3):634-644