

UNIVERSITÉ DE FRIBOURG, SUISSE
FACULTÉ DES SCIENCES
DÉPARTEMENT DE MÉDECINE

En collaboration avec la
HAUTE ÉCOLE FÉDÉRALE DE SPORTS DE MACOLIN

L'INFLUENCE DES DIFFÉRENTS FOCUS D'ATTENTION SUR LES PERFORMANCES DE
SAUTS :
UN FOCUS INTERNE DIMINUE-T-IL TOUJOURS LA PERFORMANCE?
UN FOCUS EXTERNE EST-IL TOUJOURS LE PLUS BÉNÉFIQUE?

Travail final pour l'obtention du Master en
Sciences du Mouvement et du sport
Option Enseignement

Conseiller: Prof. Wolfgang TAUBE
Co-conseiller: Martin KELLER

Yves CRETENAND
Fribourg, Août 2014

TABLE DES MATIERES
1. RESUME.....	2
2. INTRODUCTION.....	3
3. BASES THEORIQUES.....	5
3.1. LA THEORIE DU FOCUS ATTENTIONNEL	5
3.2. ETUDES SUR LE FOCUS ATTENTIONNEL.....	11
3.2.1. Etudes avec effets directs sur la performance.....	12
3.2.2. Etudes avec apprentissage.....	13
3.3. CONSTRAINED ACTION HYPOTHESIS	16
3.4. ETUDES SUR LES SAUTS	18
3.4.1. Etude sur les standing long jumps.....	18
3.4.2. Etude sur les countermovement jumps	21
4. RECHERCHE EFFECTUEE	26
4.1. BUTS ET HYPOTHESES	26
4.2. METHODE	29
4.2.1. Participants.....	29
4.2.2. Appareils et tâche.....	30
4.2.3. Procédure.....	32
4.2.4. Analyse des données et variables dépendantes	36
4.3. RESULTATS.....	39
4.3.1. Hauteur du saut.....	39
4.3.2. Forces verticales de réaction du sol.....	40
4.3.3. Angles des articulations de la jambe.....	43
5. DISCUSSION	45
6. CONCLUSION.....	52
7. REFERENCES.....	54
8. ANNEXES.....	58
8.1. TABLES DES FIGURES	58
8.2. TABLE DE TABLEAUX	60
8.3. MOYENNES DES HAUTEURS DES SAUTS DES DIFFERENTS PARTICIPANTS EN FONCTION DES DIFFERENTES CONDITIONS (NEU, FE, 1FI, 2FI).....	61
8.4. DECLARATION PERSONNELLE	62
8.5. DROITS D'AUTEUR.....	62

1. Résumé

La théorie du focus attentionnel a reçu une attention particulière ces dernières années. De nombreuses études ont montré les avantages d'utiliser un focus externe dont les études de sauts sur lesquelles nous nous sommes concentrés. Ces études comportent toutefois certaines limitations. Le but de la présente étude est donc d'examiner si les résultats trouvés lors de ces études de sauts étaient pertinents. Il sera examiné si un focus interne minimise toujours la performance et au contraire si un focus externe est toujours plus performant. Dix-huit participants ont dû effectuer des *countermovement jumps* dans plusieurs conditions : une condition neutre (Neu) ; une condition de focus externe (FE) et une de focus interne (1FI) presque similaires et pertinentes pour la tâche ; et enfin une condition de focus interne (2FI) non pertinente utilisée dans certaines des études précédentes. Les hypothèses prévoyaient que les deux conditions FE et 1FI apporteraient des résultats semblables et les plus performants, suivies par la condition Neu et finalement par la condition 2FI, qui enregistrerait les moins bons résultats. Afin d'estimer l'influence des instructions sur la dynamique et la cinématique, la hauteur des sauts, les forces de réaction du sol et les variations angulaires des articulations de la hanche, du genou et de la cheville ont été évaluées. Contrairement à nos hypothèses, la condition Neu a apporté les meilleurs résultats. Cependant, pour la hauteur, seule la condition Neu était plus grande significativement que 1FI. A l'inverse des études précédentes la condition FE n'a pas apporté les meilleurs résultats et n'est donc pas toujours la plus bénéfique. Les résultats ont plutôt montré qu'il serait important de prendre en compte les différences individuelles, puisque les conditions ont des effets très différents sur chacun des participants.

2. Introduction

Le sport est un élément omniprésent dans la société actuelle et il peut être vu de nombreuses manières différentes. Certains le voient comme un facteur de réconciliation : "Le rugby, comme le football, le cricket et les autres sports collectifs, a vraiment le pouvoir de guérir les blessures" (Nelson Mandela). Alors que d'autres ont une opinion totalement différente et l'assimilent même à la guerre : "Pratiqué avec sérieux, le sport n'a rien à voir avec le fair-play. Il déborde de jalousie haineuse, de bestialité, du mépris de toute règle, de plaisir sadique et de violence ; en d'autres mots, c'est la guerre, les fusils en moins." (George Orwell). Il peut aussi être décrit comme "un dépassement de soi. Le sport est école de vie " (Aimé Jacquet). Un autre grand sportif reprend cette idée de dépassement de soi et le fait de ne jamais baisser le bras : "Si vous rentrez dans un mur, n'abandonnez pas. Trouvez un moyen de l'escalader, le traverser, ou travailler autour" (Michael Jordan). L'idée de repousser ses limites se retrouve souvent : "Le sport va chercher la peur pour la dominer, la fatigue pour en triompher, la difficulté pour la vaincre" (Pierre de Coubertin). Toute personne peut donc porter un regard différent sur le sport. Cependant, une chose est sûre, c'est que la performance et le progrès sont des choses omniprésentes chez les athlètes. Certains aspirent à être les meilleurs, d'autres cherchent à progresser le plus rapidement possible. Les instructions qui sont données par l'entraîneur peuvent être un moyen permettant d'atteindre ces différentes aspirations. Il est dès lors normal de se demander quelles sont les meilleures instructions qu'un athlète puisse recevoir. Depuis quelques années, nous avons commencé à nous intéresser à la théorie du focus attentionnel. De nombreux chercheurs se sont demandés s'il était plus important d'avoir un focus externe ou un focus interne afin d'obtenir les meilleures performances. A travers cette recherche, la théorie du focus attentionnel sera expliquée et analysée à l'aide de différentes études. Certaines études dont la tâche réalisée consistait en différentes formes de sauts recevront une attention particulière puisque notre recherche était également basée sur une tâche de sauts. Les deux buts principaux de notre recherche étaient : premièrement d'analyser si un focus interne minimise toujours la performance et deuxièmement de voir si un focus externe est meilleur qu'un

focus interne dont l'instruction ne diffère seulement de quelques mots et par le focus qu'elle induit. Pour atteindre ces objectifs, nous avons comparé deux instructions différentes en focus interne. Nous chercherons à régler la question de savoir si c'est le focus attentionnel ou les instructions qui influencent la performance. Puis, en confrontant deux instructions presque similaires mais induisant des focus d'attention différents, nous vérifierons notre deuxième but. Les méthodes utilisées ainsi que les résultats de cette étude seront présentés. Finalement les résultats seront discutés et des tentatives d'explications seront apportées.

3. Bases théoriques

Cette première partie nous permettra de découvrir la théorie du focus attentionnel et de discuter de quelques études qui ont été faites à ce sujet afin d'obtenir les bases scientifiques nécessaires à la compréhension de notre expérience.

3.1. La théorie du focus attentionnel

Dans l'optique de comprendre au mieux d'où vient la théorie du focus attentionnel et cerner sa signification et ses enjeux, nous avons décidé de nous baser sur une des premières études qui lui a été entièrement consacrée. Il s'agit de l'étude sur les différents effets des instructions pour l'apprentissage moteur de Wulf, Hoss, et Prinz (1998). Dans cette étude, les auteurs nous font remarquer qu'au cours des dernières décennies, les chercheurs ont essayé d'identifier de nombreuses variables qui affectent l'apprentissage d'une habileté motrice comme : l'organisation de l'entraînement ; la fréquence ou le genre de feedback donné à l'apprenant ; la présentation d'un modèle ; ou encore l'apport d'une aide physique de guidage. Malgré tous ces efforts consentis, Wulf, Hoss, et al. (1998) nous rendent attentifs au fait qu'un facteur a été largement ignoré : il s'agit de l'impact de la forme des instructions qui est donnée à l'apprenant. En effet, un apprenant peut recevoir différentes sortes d'instructions avant ou durant sa pratique. Celles-ci incluent des informations telles que les différentes manières d'exécuter un mouvement et peuvent être très pertinentes pour l'apprentissage d'un mouvement complexe. Malheureusement, selon Wulf, Hoss, et al. (1998), nous ne savons que trop peu sur le type d'instructions optimal qu'il faudrait donner à l'apprenant et à quel moment dans l'apprentissage.

Pour cette raison, ils ont décidé d'élaborer une étude qui cherchera à découvrir comment le type d'instructions influence l'apprentissage d'un mouvement. Dans cette optique, ils ont distingué deux types d'instructions : les instructions de type focus interne et les instructions de type focus externe. Wulf, Hoss, et al. (1998)

définissent le focus interne comme les instructions données à l'apprenant qui font référence à la coordination de ses propres mouvements du corps et le focus externe comme les instructions qui dirigent l'attention loin de leurs mouvements du corps et sur les effets qu'ont ceux-ci sur l'environnement. En d'autres termes, le focus interne intervient lorsque l'apprenant dirige son attention sur une partie de son corps. Quant au focus externe il intervient lorsque l'apprenant dirige son attention sur un effet qu'a son mouvement sur l'environnement, donc extérieur à son corps. Généralement un apprenant qui essaie d'apprendre un mouvement reçoit des instructions de type interne. Par exemple, au hockey sur glace, lorsque nous apprenons le "slap shot", nous recevons des instructions sur la manière de placer ses mains sur la canne, sur les mouvements de nos bras, l'endroit où frapper le puck (par rapport à notre corps), la jambe sur laquelle transférer son poids du corps lors des différentes phases du tir, etc. Ces instructions qui sont liées au corps sont très fréquentes lorsque nous apprenons un mouvement en sport. Une étude de Porter, Wu, et Partridge (2012) démontra cette tendance. À la suite d'une recherche, ils ont constaté que les entraîneurs donnaient le plus souvent durant l'entraînement et la compétition des instructions qui induisaient un focus attentionnel interne. Ces athlètes ayant reçu eux-mêmes ce type d'instructions utiliseront, par conséquent, le plus souvent des aides de nature interne lorsqu'ils ne reçoivent aucune instruction des coaches durant la compétition (Porter, Wu, et al., 2012, p. 82).

Cependant il existe quelques évidences qui ont poussé Wulf, Hoss, et al. (1998) à se questionner sur l'efficacité de ces instructions en focus interne. Ces études montrent que le fait de se focaliser sur une partie du corps peut avoir un effet négatif sur la performance surtout lorsqu'il s'agit de compétences bien acquises. Dans son livre *"The inner game of tennis"*, Gallwey (1982, pp. 7-8) décrit un joueur qui est dans la zone, ce moment où tout lui réussit, comme un joueur qui joue "inconsciemment". Une partie de son cerveau n'est pas vraiment active. Pour lui un sportif qui joue "inconsciemment" est conscient mais il ne pense pas à comment il va frapper la balle, il ne réfléchit pas à ses coups. Ceci lui permet de rester dans cette spirale positive et dès qu'il commence à y penser et à vouloir la maintenir ou dès qu'il essaie de la contrôler, il sort de cette spirale positive. Pour

tester cette théorie, il propose une simple expérience à faire au tennis lorsque l'adversaire est dans cette zone où tout lui réussit. Lors du changement de côté, le fait de simplement demander à son adversaire pourquoi il excelle avec son coup droit aujourd'hui va le pousser à penser activement à celui-ci et ses performances vont être dérégées. En se basant sur les propos de Gallwey (1982, pp. 7-8), nous pouvons remettre en cause l'efficacité du focus interne. Nous constatons à travers cet exemple tennistique que celui-ci peut dérégler la performance. Dans leur livre *"Attention theory and mechanisms for skilled performance"*, Schneider et Fisk (1983) différencient le traitement automatique du traitement contrôle. Le processus automatique est, selon eux, un processus "rapide, parallèle, presque sans effort qui n'est pas limité par les capacités de mémoire à court terme, ni sous le contrôle direct du sujet et qui est exécuté pour des comportements dont les capacités sont bien développées". Le processus contrôle est lui caractérisé par un mode de traitement contrôle "lent, généralement en série, demandant beaucoup d'efforts, de capacité limitée, qui doit être utilisé pour gérer des informations inconsistantes ou nouvelles". Ces deux différents traitements sont illustrés à travers un exemple en musique. Un expert qui joue sans effort un ensemble de notes bien apprises utilise un traitement automatique tandis qu'un novice qui essaie de jouer une séquence de six cordes utilise lui un traitement contrôle (Schneider & Fisk, 1983, p. 121). Schneider et Fisk (1983) expliquent l'importance de se relâcher ou de se libérer afin d'arriver à ce traitement automatique. Si un individu essaie de contrôler son mouvement, cela peut causer une diminution de la performance. L'auteur illustre ce fait par sa propre expérience en ski : lorsqu'il s'est retrouvé à penser à la jambe sur laquelle il devait transférer son poids lors d'un virage, il remarqua une diminution considérable de ses performances pour la suite de la piste (Schneider & Fisk, 1983, p. 133). Ce fait de vouloir contrôler le transfert de son poids du corps peut faire référence à ce que nous appelons focus interne. A travers ces exemples de Gallwey (1982) et Schneider et Fisk (1983), nous pouvons constater qu'il existe certaines évidences sur le fait que de porter attention à son propre mouvement peut dérégler la performance surtout lorsqu'il s'agit d'habiletés motrices bien apprises.

Malgré ces évidences, il n'existe que très peu de preuves expérimentales sur le sujet. De plus, celles-ci se réfèrent essentiellement à la performance d'une habileté motrice bien apprise. Selon Wulf, Hoss, et al. (1998), seul un très petit nombre d'études examinant les effets de la direction de l'attention sur une partie du corps lors de l'apprentissage de nouvelles habiletés peuvent être trouvées dans la littérature. Ces quelques études leur ont permis de conclure qu'il existait certaines preuves sur le fait que diriger l'attention de la personne sur son propre mouvement peut non seulement dérégler l'exécution d'une habileté automatisée, mais peut aussi avoir un effet négatif sur l'apprentissage. C'est pourquoi dans leur étude, Wulf, Hoss, et al. (1998) se sont demandés comment les instructions pouvaient être optimisées de façon à ce que l'apprenant soit dirigé vers le but du mouvement et que sa performance en soit améliorée.

Dans leur étude, Wulf, Hoss, et al. (1998) ont comparé l'efficacité des instructions relatives au mouvement d'une partie du corps de l'apprenant (focus interne) avec celles relatives aux effets des actions de la personne sur l'environnement (focus externe). Ils voulaient tester l'hypothèse selon laquelle le focus externe d'attention est plus pertinent pour l'apprentissage de nouvelles habiletés motrices que le focus interne. Dans leur première expérience, ils ont utilisé un simulateur de ski dont la tâche était d'effectuer des mouvements qui s'apparentaient au slalom. Le but était de produire des mouvements oscillatoires d'amplitudes aussi larges que possible. Dans une étude précédente, Wulf, Shea, et Matschiner (1998) ont démontré qu'une des caractéristiques des experts était qu'ils effectuaient des mouvements d'amplitudes plus grandes avec un changement du poids du corps qui se produisait plus tard comparé aux débutants. Un changement rapide du poids du corps est contreproductif pour la production de larges amplitudes. Dans l'étude de Wulf, Hoss, et al. (1998), les instructions données aux participants séparés en différents groupes ont donc été ciblées sur cet aspect. Le premier groupe avait pour instruction d'exercer de la force le plus longtemps possible sur le pied extérieur. Pour le deuxième groupe l'instruction différait seulement dans le focus : au lieu d'exercer la force sur le pied extérieur, ils devaient l'exercer sur la roue extérieure du dispositif. De plus, il y avait un groupe contrôle qui ne recevait aucune instruction. Les résultats de

cette étude furent très intéressants puisque nous retrouvons une amélioration de la performance au cours des essais dans chaque groupe. L'amélioration la plus importante se trouva chez le groupe focus externe, puis une amélioration moins élevée dans le groupe contrôle et finalement encore moins dans le groupe focus interne. De plus, lors du test de rétention, ils ont aussi remarqué des performances plus élevées dans le groupe focus externe. Ce fut la première étude qui démontra les avantages à utiliser des instructions en focus externe. Il est intéressant de constater que même si les instructions sont très proches et que le centre d'attention ne diffère que très légèrement, les deux types de focus ont des effets très distincts. Cette étude montra aussi un aspect intéressant : le fait de ne donner aucune instruction peut être plus bénéfique qu'une mauvaise instruction. Ces différents résultats se retrouvent sur le graphique ci-dessous :

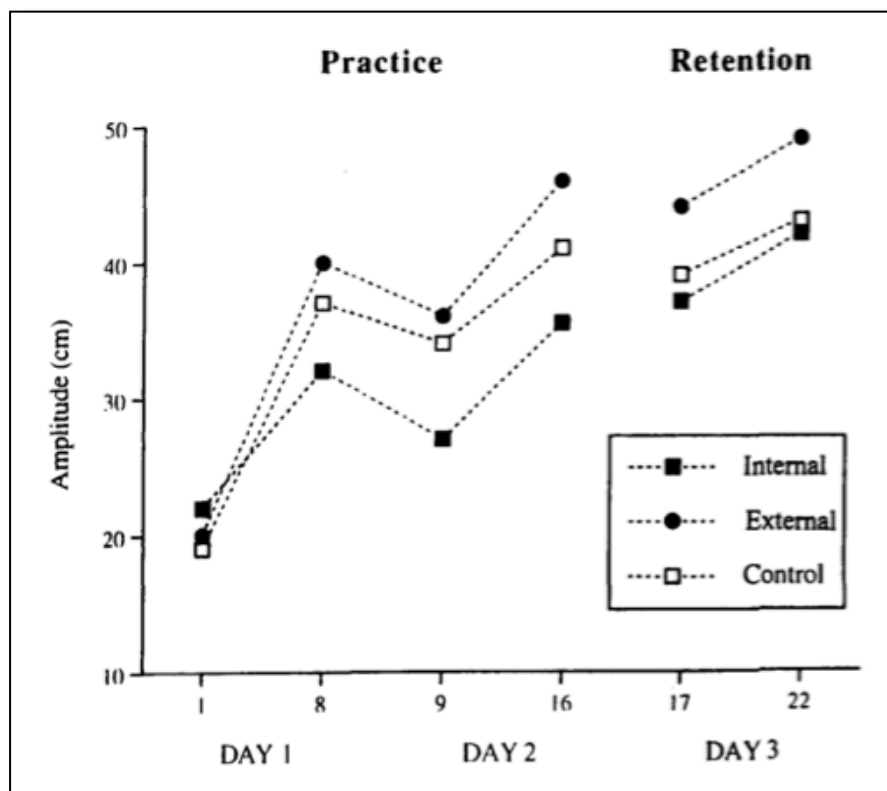


Figure 1. Moyennes des amplitudes (en cm) des groupes focus interne, focus externe, et contrôle, durant la pratique (jours 1 et 2) et durant la rétention (jour 3) sur le simulateur de mouvements de slalom de ski. Figure tirée de l'étude de Wulf, Hoss, et al. (1998).

Dans leur deuxième expérience, Wulf, Hoss, et al. (1998) ont voulu tester la fiabilité et la généralisation des résultats trouvés dans leur première expérience. Pour cela ils ont utilisé une nouvelle tâche qui consistait à garder son équilibre sur un stabilomètre. Précisons que pour cette expérience ils n'ont pas utilisé de groupe contrôle. Les membres du groupe focus interne avaient pour instruction de garder leurs pieds à la même hauteur tandis que les membres du groupe focus externe avaient des marqueurs collés à côté de chaque pied et devaient essayer de garder ces marqueurs à la même hauteur. Tout comme le test précédent, celui-ci s'étalait sur trois jours. Durant les deux premiers jours, lors des essais, les instructions étaient données aux participants en fonction de leur groupe respectif. Le troisième jour, ils effectuaient un test de rétention en ne recevant aucune information. Lors des deux premiers jours, les résultats ont montré une diminution du nombre d'erreurs au fil des tentatives mais n'ont pas révélé de différence significative entre les deux conditions. Le premier jour, le nombre d'erreurs était même légèrement plus élevé dans le groupe focus externe. Néanmoins, lors du test de rétention au cours duquel les sujets ne recevaient aucune instruction, le groupe externe était significativement plus efficace que le groupe interne (voir figure 2).

A travers ces deux expériences, Wulf, Hoss, et al. (1998) remettent en cause les instructions pour l'apprentissage d'une habilité qui sont fréquemment données par rapport à un focus interne. Il semble en effet qu'il soit plus bénéfique pour l'apprentissage de trouver des instructions ayant le même but mais dont l'attention de l'apprenant est dirigée loin de ses propres mouvements, comme par exemple, sur les effets de ses mouvements sur l'environnement. Cependant, en se basant sur la deuxième expérience, une certaine fébrilité de ces études sur le focus attentionnel est déjà mise en avant. En effet, en ce qui concerne l'acquisition des habiletés dans cette expérience, aucune réelle différence entre les deux focus n'a été trouvée.

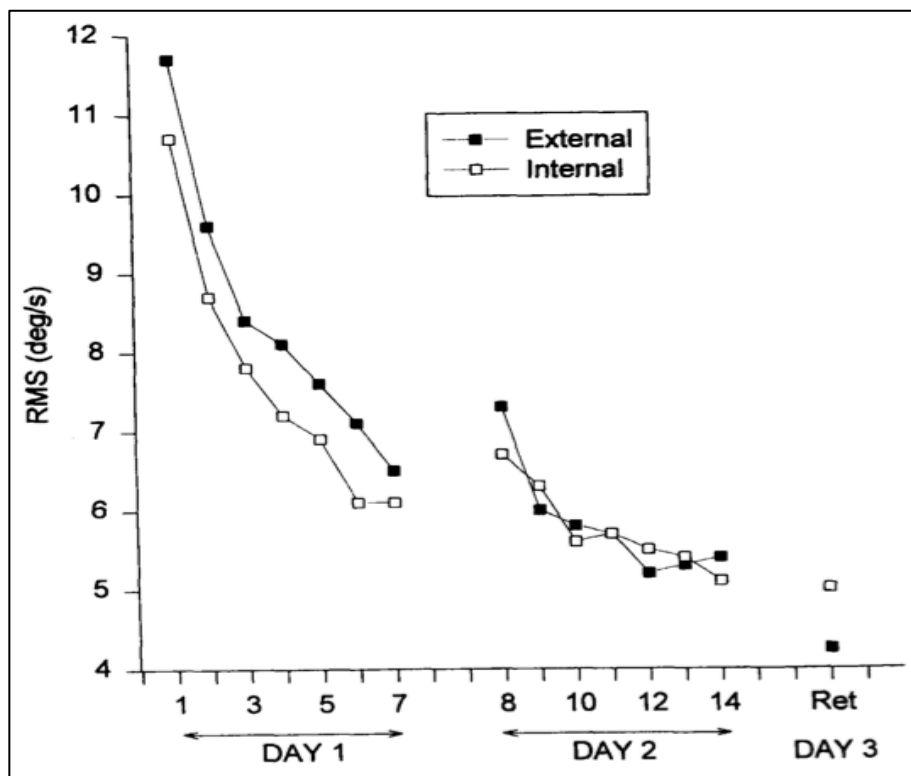


Figure 2. Nombre d'erreurs pour les groupes de focus interne et externe durant la pratique (jours 1 et 2) et la rétention (jours 3) sur le stabilomètre. Figure tirée de Wulf, Hoss, et al. (1998).

3.2. Etudes sur le focus attentionnel

Par la suite, les chercheurs ont commencé à s'intéresser de plus en plus à cette théorie du focus attentionnel et nous retrouvons de nombreuses études qui lui ont été consacrées. Après avoir pris connaissance de façon détaillée de l'étude de Wulf, Hoss, et al. (1998) nous analyserons, dans un deuxième temps, d'autres études qui ont suivi celle-ci. A ce stade, il est important de distinguer deux types de résultats : les études qui ont montré un effet direct du focus attentionnel sur la performance et celles qui ont montré un effet pour l'apprentissage. Ces dernières qui, la plupart du temps, comportent un test de rétention, ont pour la majorité aussi montré un effet sur la performance. Nous parlerons dans un premier temps des études qui ont concentré leurs recherches sur les bénéfices du focus attentionnel à court terme et donc sur l'effet direct du focus attentionnel. Dans un deuxième temps, nous traiterons d'études qui se sont

intéressées aux effets du focus attentionnel à plus long terme et qui comportent un test de rétention.

3.2.1. Etudes avec effets directs sur la performance

L'étude de Zachry, Wulf, Mercer, et Bezodis (2005) a montré les effets directs à plusieurs niveaux du focus attentionnel. Pour cette étude, ils ont utilisé l'électromyographie (EMG) pour découvrir si l'activité neuromusculaire était corrélée au focus attentionnel et pouvait expliquer les différences de résultats. Ils ont élaboré une expérience en basketball où les participants devaient effectuer des lancers francs en condition interne et externe. Les résultats ont montré que la précision était plus grande lorsque les participants effectuaient leurs lancers en condition externe. Dans cette condition, l'activité musculaire des muscles du bras (biceps et triceps brachial) était également moins importante. Cette étude a suggéré que le focus externe améliorerait l'économie du mouvement et, selon les auteurs, diminuerait aussi probablement les "bruits" qui perturbent le contrôle de la motricité fine et rendent le mouvement moins fiable.

A travers leur expérience, Lohse, Sherwood, et Healy (2010) ont essayé de découvrir les effets de la théorie du focus attentionnel sur la qualité du mouvement lors d'une tâche de lancer de fléchettes. Ils ont combiné les données obtenues d'électromyographie de surface (EMG), les résultats de performance et les analyses de mouvements. Selon les découvertes de ces auteurs, un focus externe apporterait les meilleurs résultats, une activité EMG plus basse dans le triceps brachial ainsi qu'une diminution du temps de préparation entre les lancers. Ils en ont conclu, comme l'étude précédente, que le focus externe améliorerait l'économie du mouvement.

Certains chercheurs ont essayé de découvrir si ces bénéfices du focus externe s'appliquaient aussi pour le système oral-facial (Freedman, Maas, Caligiuri, Wulf, & Robin, 2007). Les participants étaient divisés en deux groupes (interne et externe) et devaient effectuer des pressions rapides équivalentes à 20% de leur

force maximale avec la langue et les mains. Les découvertes ont révélé un avantage à utiliser le focus externe. Il permet une plus grande précision et une variabilité moins grande pour les tâches de contrôle de la force de la langue et de la main.

Une dernière étude qui sera analysée et montrant les effets directs du focus attentionnel est celle de Marchant, Greig, et Scott (2009). Ils ont démontré que, pour une tâche de production de force en effectuant une flexion isocinétique du coude, le focus externe permettait de produire une force plus grande avec une activité musculaire moins grande que pour le focus interne. Ces résultats concordent avec ceux des précédentes études analysées dans ce chapitre.

3.2.2. Etudes avec apprentissage

La plupart des études ont non seulement cherché à analyser l'effet direct du focus attentionnel, mais elles ont aussi essayé de découvrir si cet effet perdurait dans le temps grâce à un test de rétention. Ce test s'effectuait en général après une phase d'acquisition et ne comportait aucune instruction. Différentes recherches de ce type seront présentées ci-dessous. Dans leur expérience 1, Wulf, McConnel, Gartner, et Schwarz (2002) ont voulu analyser l'effet du type de feedback (interne ou externe) lors d'une tâche de service au volley avec un groupe de joueurs avancés et un groupe de novices. Le type de feedback n'a pas influencé la qualité du mouvement. Par contre le focus externe a permis une plus grande précision durant la pratique et la rétention par rapport au focus interne quel que soit le groupe (avancé ou novice). Dans leur deuxième expérience, ils ont cherché à découvrir si, en plus du type de feedback, la fréquence de celui-ci avait un impact sur la performance. Le focus externe, comme l'expérience précédente, apportait plus de précision que le focus interne, que ça soit lors de la pratique ou lors du test de rétention. La fréquence du feedback n'avait pas d'effet lorsque celui-ci était donné par rapport à un feedback externe. Cependant, en focus interne, la performance était plus élevée lorsque la fréquence du feedback était basse.

L'étude de Land, Frank, et Schack (2014) a montré pour une tâche de golf chez des participants novices, que le focus externe permettait d'être plus précis et plus constant par rapport au focus interne que cela soit durant la phase d'acquisition ou lors du test de rétention. Cette expérience a aussi démontré que le focus externe permettait un développement plus grand de leur représentation mentale de la tâche à exécuter. Le focus externe serait donc bénéfique non seulement pour la performance motrice mais aussi pour le développement de la représentation des habiletés.

Chiviacowsky, Wulf, et Wally (2010) ont cherché à explorer si le focus attentionnel externe était aussi bénéfique chez les personnes âgées pour une tâche d'équilibre. Ils n'ont pas remarqué de différences significatives entre le groupe externe et interne lors du premier jour d'entraînement : les deux groupes progressaient de façon similaire. Néanmoins, lors du test de rétention, lorsque les participants ne recevaient aucune instruction, l'entraînement en focus externe permettait de meilleures performances que le focus interne. Ils en ont conclu que les bénéfices d'apprentissage du focus externe étaient généralisables aux personnes âgées.

Munzert, Maurer, et Reiser (2014) ont, quant à eux, ajouté un test de transfert dans leur expérience lors d'une tâche de golf. Les participants étaient divisés en deux groupes (interne et externe). Les groupes recevaient un focus correspondant pour les essais du premier jour, puis le deuxième jour un test de rétention était effectué ainsi qu'un test de transfert. Lors de ce test de transfert les instructions étaient inversées. Le groupe externe recevait cette fois des instructions concernant le focus attentionnel interne et inversement pour le groupe interne. Conformément à la plupart des études précédentes, ils ont trouvé de meilleurs résultats pour le groupe externe lors de la pratique et le test de rétention. Concernant le test de transfert, le groupe externe recevant cette fois des instructions de type interne ont vu leurs performances chuter tandis que celles du groupe interne se sont améliorées.

Carpenter, Lohse, Healy, Bourne Jr, et Clegg (2013) ont cherché à déterminer si les résultats trouvés lors des précédentes recherches pouvaient s'appliquer pour l'apprentissage d'une tâche de rapidité. Pour cette étude, la tâche consistait à bouger le curseur d'une souris sur un écran d'ordinateur vers une cible le plus rapidement possible. Les résultats ont montré qu'il n'y avait pas d'avantage pour l'une des deux conditions durant la totalité de l'entraînement. Cependant, les participants en focus externe étaient plus rapides à la fin de l'entraînement et ils maintenaient cet avantage une semaine après.

Zentgraf et Munzert (2009) ont eux voulu analyser l'apprentissage d'un point de vue biomécanique. Dans leur expérience les participants visionnaient une vidéo d'un jongleur professionnel en pleine action. Les sujets étaient ensuite divisés en différents groupes : un groupe qui recevait des instructions verbales relatives au corps (groupe focus interne), un autre qui recevait des instructions liées aux balles (groupe focus externe) et un groupe qui ne recevait aucune instruction (groupe contrôle). Ils se sont entraînés dans ces conditions. Après cette phase d'acquisition, les données biomécaniques ont été analysées lors d'un test de rétention où tous les sujets ne recevaient plus aucune instruction. Zentgraf et Munzert (2009) ont trouvé que la performance s'améliorait de manière similaire pour les trois différents groupes. Cependant les différentes conditions ont eu des effets différents sur la cinématique du haut du corps et donc par rapport à la trajectoire des balles. Comme la trajectoire des balles était identique chez les sujets contrôles qui n'avaient reçu aucune instruction et chez le groupe externe, les auteurs en ont conclu que les instructions données en focus externe apportaient des informations redondantes. Les informations pertinentes pour la tâche seraient donc prises en compte indépendamment des instructions données. De plus, les instructions relatives au corps augmenteraient les difficultés de la tâche chez les novices. Selon les auteurs, il serait plutôt pertinent pour cette tâche de ne recevoir aucune instruction, bien que les informations en focus externe ne prêterite pas le mouvement.

3.3. Constrained action hypothesis

A la suite des résultats des différentes études sur le focus attentionnel, une hypothèse a été émise pour expliquer ces différents résultats : *la constrained action hypothesis*. Selon Wulf, McNevin, et Shea (2001), les mauvaises performances des participants en focus interne seraient dues à une limitation du système moteur. Le fait d'essayer de contrôler consciemment son mouvement contraindrait le système moteur en interférant avec le processus moteur automatique qui régule de façon naturelle le mouvement. Par contre, porter son attention sur les effets de son mouvement (focus externe) permettrait au système moteur de s'auto-organiser de façon naturelle, sans être contraint par les interférences dues à une tentative consciente de contrôle. Cela permettrait de meilleures performances et un meilleur apprentissage. Wulf et al. (2001) ont voulu tester cette hypothèse à travers une étude. Le but de leur étude était de voir, à travers une tâche d'équilibre sur un stabilomètre, si un focus externe encourageait plus de processus de contrôle automatique qu'un focus interne. Les résultats ont montré des mouvements d'ajustement de plus grandes amplitudes et de plus basses fréquences pour la condition interne par rapport à celle externe. Ceci suggère qu'un focus interne provoque l'intervention consciente du sujet dans le processus contrôle, tandis qu'un focus externe permet un type de contrôle plus automatique. Ces résultats sont en lien avec leur *constrained action hypothesis*.

Dans la lignée, l'étude de McNevin, Shea, et Wulf (2003) a cherché à associer la *constrained action hypothesis* avec la distance du focus externe. Ils ont argumenté que si nous demandions aux participants de se focaliser sur un effet qui est proche de leur corps, ils auraient une plus grande probabilité d'intervenir sur le processus contrôle associé avec le maintien de l'équilibre que s'ils concentrent leur attention sur un effet plus éloigné. Ils s'attendent donc à observer des performances moins bonnes caractérisées par une réponse de haute amplitude et de basse fréquence lorsque le focus est proche du corps comparé à un focus éloigné. Les résultats ont confirmé leur hypothèse et apporté de nouvelles preuves à la *constrained action hypothesis*. En augmentant la distance du focus

externe, cela semble permettre à la performance d'être gérée par des processus de contrôle automatique et ainsi d'améliorer l'apprentissage.

Plus récemment, l'étude de Kal, van der Kamp, et Houdijk (2013) a voulu investiguer la véracité de la *constrained action hypothesis*. Dans cette expérience, les participants devaient effectuer une tâche cyclique de flexion et d'extension d'une jambe avec à la fois leur jambe dominante et la non dominante. Les instructions étaient manipulées afin d'avoir un focus interne et un focus externe. Le degré d'automatisation était évalué en mesurant les coûts d'une double tâche ainsi que les paramètres d'exécution du mouvement comme l'activité musculaire, la fluidité et la régularité du mouvement. En accord avec les précédentes études, ils ont trouvé que le focus externe amenait de meilleures performances. Bien que les coûts de la double tâche n'avaient pas de différence significative en fonction du type de focus, les coûts cognitifs étaient plus élevés lorsque le participant adoptait un focus interne. Un focus externe permettait un mouvement plus fluide et régulier que le focus interne. Aucune différence par rapport à l'activité musculaire n'était cependant remarquée. Les interférences semblaient survenir seulement quand un focus interne d'attention était utilisé. Ils ont en conclu que ces résultats indiquaient qu'un focus externe amenait des mouvements plus automatisés, ce qui allait dans le sens de la *constrained action hypothesis*.

Les découvertes de Vance, Wulf, Tollner, McNevin, et Mercer (2004), fournissent des preuves empiriques de la *constrained action hypothesis* à un niveau neuromusculaire. Dans leur étude, les sujets devaient effectuer des flexions des biceps avec une barre et l'activité musculaire était mesurée par électromyographie (EMG). Les participants qui avaient adopté un focus externe d'attention produisaient moins d'activité musculaire pour soulever le même poids comparé à ceux qui utilisaient un focus interne. Selon Vance et al. (2004), la réduction de l'activité musculaire en condition externe indiquerait une plus grande économie du mouvement qui s'expliquerait grâce à une efficacité plus grande dans le recrutement des neurones moteurs. Ces résultats soutiennent l'hypothèse que l'adoption d'un focus externe permet un degré d'automatisme

plus grand que l'adoption d'un focus interne. Cette étude soulève une importance particulière puisque les données EMG sont les seules preuves directes de la *constrained action hypothesis*. Les études précédentes ont utilisé des données comportementales pour expliquer ce qui se passe à l'intérieur du corps, ce qui n'est pas forcément pertinent. Les données EMG, par contre, sont plus adaptées, puisque ces données mesurent vraiment ce qu'il se passe à l'intérieur des muscles. Des résultats similaires ont été trouvés dans l'étude de Wulf, Dufek, Lozano, et Pettigrew (2010) qui sera expliquée ultérieurement. Cette recherche a montré que le début de l'activité musculaire n'est pas différent entre les conditions mais les niveaux d'EMG sont plus bas en focus externe par rapport au focus interne.

3.4. Etudes sur les sauts

De multiples études associant la théorie du focus attentionnel et les sauts ont été produites. Nous nous intéresserons de plus près à certaines d'entre elles puisque, comme nous le verrons par la suite, notre étude consistera à effectuer une série de sauts sous diverses instructions.

3.4.1. Etude sur les *standing long jumps*

Dans un premier temps, quelques études sur le *standing long jump* seront analysées. Ce saut consiste à sauter la plus longue distance possible sur un plan horizontal depuis une position fixe. Il est fréquemment utilisé par les professionnels pour mesurer et évaluer la performance athlétique. Il se retrouve, par exemple, parmi les groupes de tests de condition physique chez les joueurs de baseball (Spaniol, 2009) ou chez les footballeurs américains (Arthur & Bailey, 1998; Sayers, Sayers, & Binkley, 2008). Selon Porter, Ostrowski, Nolan, et Wu (2010), si une simple manipulation verbale permet d'améliorer la capacité des sauts, il est important de comprendre comment donner les instructions de façon à améliorer la performance de leurs athlètes tout en donnant un environnement de test précis et fiable. Dans la même optique, Wu, Porter, et Brown (2012)

soulignent l'importance de standardiser les instructions verbales afin de non seulement favoriser des performances optimales, mais aussi de rendre les tests fiables et obtenir des conditions identiques entre les participants.

Avec leur étude, Porter et al. (2010) ont suggéré que donner des instructions de focus externe améliorerait la performance des *standing long jumps* comparé aux instructions où l'attention était portée sur un focus interne. Pour démontrer cela, ils ont mis en place une expérience où les participants étaient répartis aléatoirement en deux groupes. Les participants se retrouvant dans la condition interne recevaient l'instruction suivante : "Lorsque tu tentes de sauter le plus loin possible, je veux que tu focalises ton attention sur le fait de tendre tes genoux le plus rapidement possible". Les sujets placés dans la condition externe recevaient l'instruction suivante : "Lorsque tu tentes de sauter le plus loin possible, je veux que tu focalises ton attention sur le fait de sauter aussi loin que possible de la ligne de départ". Les résultats obtenus ont montré que les membres du groupe focus externe sautaient plus loin de façon significative par rapport aux membres du groupe focus interne. Ces résultats sont illustrés dans la figure ci-dessous.

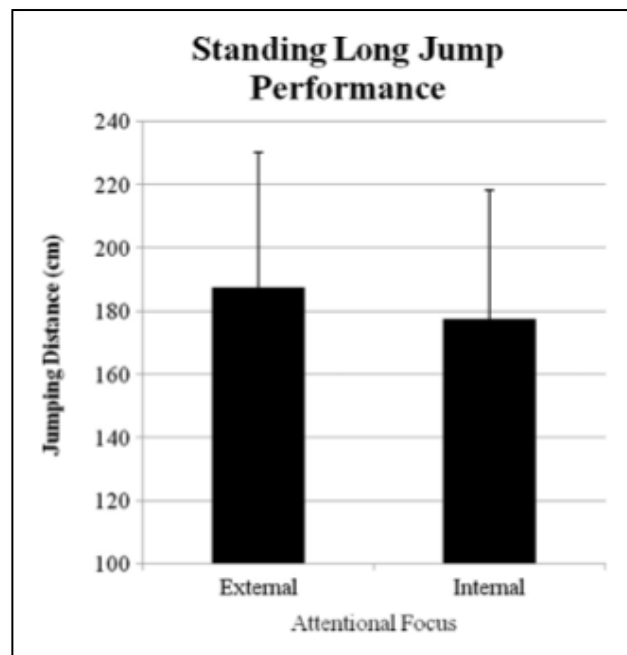


Figure 3. Moyennes des distances de sauts (en cm) pour les conditions de focus externe et de focus interne. Figure tirée de l'étude de (Porter et al., 2010).

Dans une autre étude sur les standing long jumps, Wu et al. (2012) cherchaient à évaluer le pic de force et les performances entre les différentes stratégies de focus attentionnel interne et externe. En se basant sur les résultats de l'étude de Porter et al. (2010), ils ont émis l'hypothèse que les sujets en condition de focus externe appliquaient de plus grandes forces sur le sol que le groupe en condition de focus interne. La procédure était légèrement différente de celle de Porter et al. (2010). Les sujets devaient effectuer un premier saut avec comme seule instruction de "sauter le plus loin que tu peux". Ce saut a servi de point de comparaison pour la suite. Les membres du groupe en focus interne recevaient la même instruction que pour l'étude vue précédemment. Les membres du groupe en focus externe recevaient une instruction différente : "Saute le plus loin que tu peux. Lorsque tu sautes je veux que tu penses à sauter le plus proche possible de la cible verte". Pour cette condition, une cible verte était placée à 4.57 m de la ligne de départ. Les résultats ont révélé que les sujets en condition de focus externe avaient sauté de façon significative plus loin que ceux en condition interne ou lors du saut de comparaison. Pour le pic de force, ils n'ont pas trouvé de différences significatives, contrairement à leurs attentes. Il est intéressant de noter que ces auteurs ont mesuré les forces verticales de réaction du sol. Pour un saut horizontal, ceci peut-être problématique puisqu'il aurait aussi fallu mesurer les forces de réactions horizontales ou le vecteur entre ces deux forces. Leurs mesures ne semblent donc pas des plus pertinentes. Néanmoins, ils en ont conclu que d'autres variables comme l'angle de projection, l'activation musculaire ou des différences dans la mécanique du saut pouvaient probablement être la cause des résultats observés. Par exemple, l'angle de projection utilisé par les participants en focus externe pourrait être plus optimal que celui utilisé par les participants en focus interne, qui, eux, utiliseraient un angle plus vertical. De plus, selon Wu et al. (2012), la *constrained action hypothesis* pourrait aussi fournir une explication plausible concernant cette différence non-significative du pic de force entre les différents groupes. Une diminution de l'efficacité dans le recrutement des unités motrices pourrait expliquer les pics de forces similaires entre les deux conditions mais des performances différentes.

Différentes instructions en focus externe peuvent aussi avoir des répercussions différentes sur la performance. Porter, Anton, et Wu (2012) ont démontré qu'il était possible d'améliorer la performance d'un *standing long jump* en augmentant la distance du focus externe. Trois différentes conditions étaient élaborées pour cette expérience et chaque sujet devait exécuter deux sauts dans chacune d'entre elles. La condition contrôle se définissait par : "saute le mieux que tu peux par rapport à tes capacités" ; l'externe proche par : "saute aussi loin que possible de la ligne de départ" ; et enfin l'externe lointaine par : "saute aussi proche que possible du cône". Pour cette dernière condition, un cône était placé à une distance de trois mètres. Les résultats (voir figure 4) ont constaté que les deux conditions de focus externe produisaient une meilleure performance par rapport à la condition contrôle. De plus, un focus externe lointain améliore de façon significative la distance du saut par rapport à un focus externe proche.

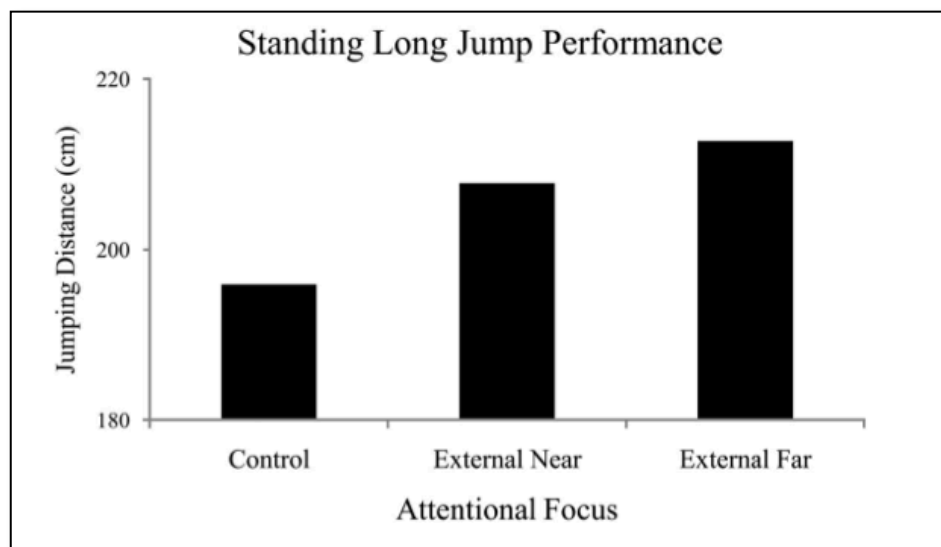


Figure 4. Moyennes des distances de saut (en cm) pour les conditions contrôle, externe proche, et externe lointaine. Figure tirée de l'étude de Porter, Anton, et al. (2012).

3.4.2. Etude sur les *countermovement jumps*

Cette section va s'intéresser aux études qui ont examiné le *countermovement jump*. Le *countermovement jump* est un saut qui s'effectue depuis une position initiale debout. Le participant exécute un contre-mouvement vers le bas,

caractérisé par une flexion des jambes, suivi immédiatement par une extension de celles-ci, le but étant de sauter le plus haut possible. Wulf, Zachry, Granados, et Dufek (2007) ont voulu examiner si les bénéfices d'un focus externe par rapport à un focus interne ou d'une condition contrôle retrouvés dans les études précédentes pouvaient s'appliquer à une tâche demandant une production de force maximale comme les sauts. Pour cette expérience ils ont utilisé comme système de mesure l'appareil Vertec. L'étude utilisait un design expérimental intra-sujet. Chaque sujet effectuait des sauts dans trois conditions différentes : focus externe où l'instruction donnée était de "sauter le plus haut possible en se focalisant sur les anneaux du Vertec qui étaient touchés" ; focus interne ("De sauter le plus haut possible en se focalisant sur le bout des doigts avec lesquels les échelons étaient touchés") ; et condition contrôle ("De sauter le plus haut possible"). Les résultats trouvés ont montré non seulement que les participants produisaient de meilleures performances en focus externe, mais aussi que, sous cette condition, le déplacement du centre de masse était plus important que pour les deux autres conditions. Les auteurs ont conclu que les sujets produisaient des forces plus importantes en condition de focus externe, ce qui leur permettait de sauter plus haut. Ils ont donc suggéré par ces résultats que les précédents bénéfices du focus externe pouvaient se généraliser aux tâches demandant une production de force maximale.

Dans une seconde étude, Wulf et Dufek (2009) cherchaient à trouver les causes qui pouvaient expliquer les résultats trouvés dans l'étude de Wulf et al. (2007). Pour cette étude, ils ont non seulement mesuré la hauteur du saut et le déplacement du centre de masse, mais aussi l'impulsion et les mouvements angulaires au niveau des chevilles, des genoux et des hanches. Les auteurs de l'article ont utilisé un design expérimental intra-sujet avec deux conditions différentes (interne et externe). Les instructions verbales données étaient les mêmes que pour l'étude précédente de Wulf et al. (2007). Les résultats obtenus concernant la performance et le déplacement furent identiques à la précédente étude. Il s'agit donc d'une meilleure performance et d'un déplacement plus important du centre de masse dans la condition de focus externe (voir figures 5 et 6).

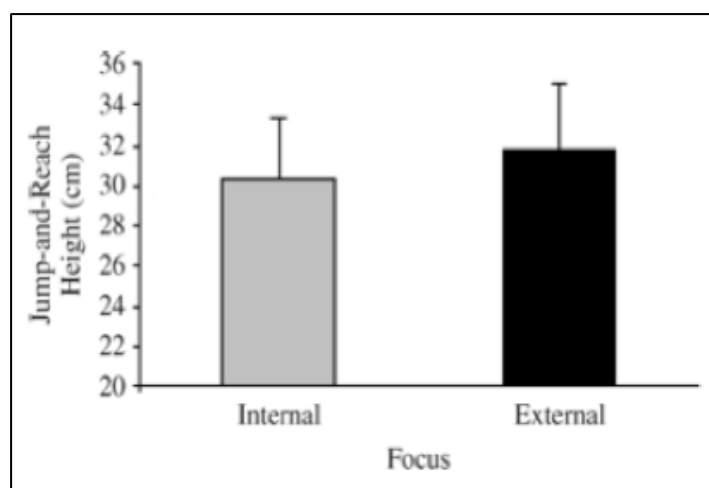


Figure 5. Moyennes des hauteurs des sauts (en cm) en fonction des conditions interne et externe. Figure tirée de l'étude de Wulf et Dufek (2009).

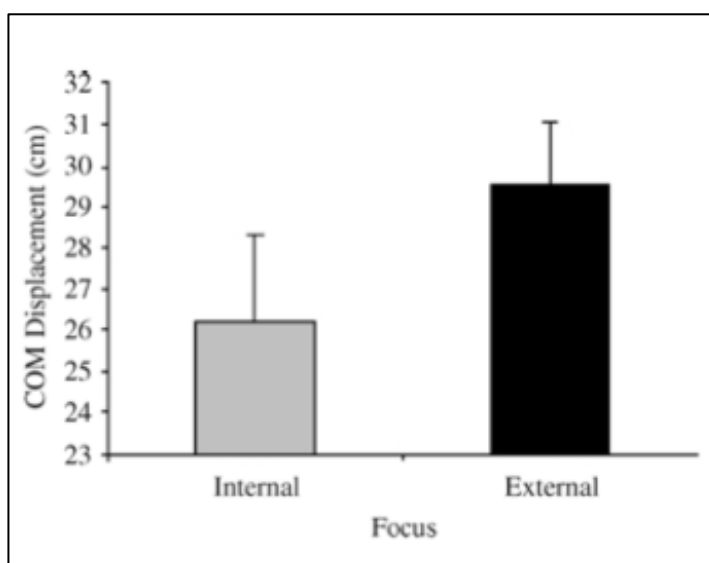


Figure 6. Moyennes du changement dans le déplacement vertical du centre de masse (en cm) en fonction des conditions interne et externe. Figure tirée de l'étude de Wulf et Dufek (2009).

Cependant, ils ont aussi découvert que les participants produisaient une impulsion et des mouvements angulaires (chevilles, genoux et hanches) plus importants en focus externe en comparaison avec un focus interne (voir figures 7 et 8). Ils en ont déduit que l'augmentation de performance en focus externe était due à une production de force plus importante.

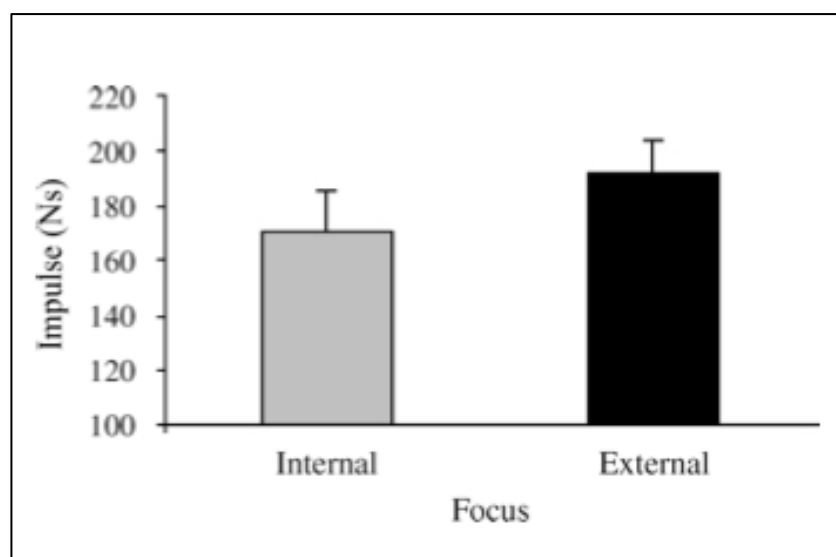


Figure 7. Moyennes des impulsions en fonction des conditions interne et externe. Figure tirée de l'étude de Wulf et Dufek (2009).

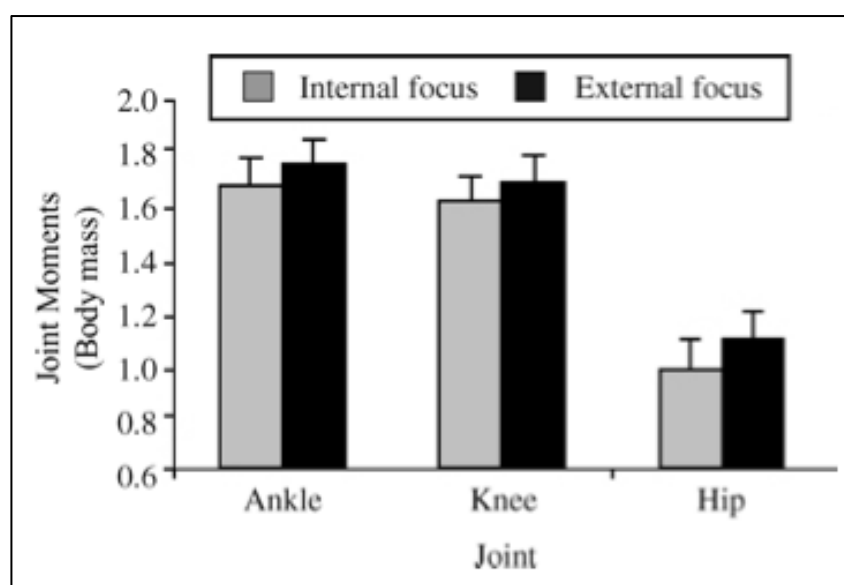


Figure 8. Moyennes des mouvement des articulations maximaux de la cheville, du genou et de la hanche de l'extrémité droite du bas du corps en fonction des conditions de focus interne et externe. Figure tirée de l'étude de Wulf et Dufek (2009).

Suite aux résultats obtenus lors de ces deux précédentes études sur les *countermovement jumps*, Wulf et al. (2010) ont cherché à examiner les possibles effets sous-jacents des mécanismes neurophysiologiques en utilisant

l'électromyographie (EMG). Des études antérieures comme celles de Hakkinen et Komi (1983) ou de Conley, Stone, Nimmons, et Dudley (1997) ont montré qu'après une période relativement courte d'entraînement de résistance, une aire musculaire moins grande était nécessaire pour soulever le même poids suggérant des adaptations neuronales pour expliquer ces effets. Donc selon Wulf et al. (2010) le résultat d'un recrutement plus efficace d'unité motrice aurait comme conséquence non seulement d'augmenter la performance mais aussi une activation musculaire plus faible. C'est pourquoi Wulf et al. (2010) ont émis l'hypothèse qu'en plus d'une augmentation de performance, une diminution de l'activation musculaire des jambes pourrait s'observer en condition de focus externe plutôt qu'en condition de focus interne. Pour cette étude, ils ont gardé la même méthodologie, les mêmes conditions (interne et externe) ainsi que les mêmes instructions que pour l'étude de Wulf et Dufek (2009). Contrairement aux précédentes études, ils ont cherché à mesurer l'activité musculaire de certains muscles des jambes impliqués dans la production de force maximale nécessaire pour un saut. Bien qu'ils n'aient pas constaté de différence entre les conditions par rapport au déclenchement de l'activité musculaire, le niveau d'EMG était généralement plus bas en condition de focus externe par rapport au focus interne (voir figure 9). Wulf et al. (2010) en ont déduit que la coordination musculaire était améliorée par un focus attentionnel externe.

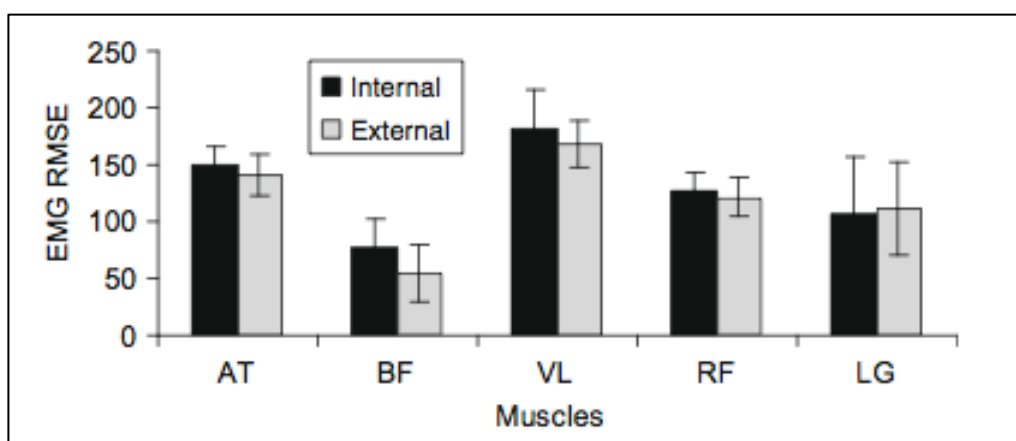


Figure 9. Activité musculaire des muscles nécessaire au décollage en fonction des contions interne et externe. (AT=tibialis anterior; BF=biceps femoris; VL=vastus lateralis; RF=rectus femoris; LG=lateral gastrocnemius). Figure tirée de l'étude de (Wulf et al., 2010).

4. Recherche effectuée

Cette partie permettra de prendre connaissance de la recherche que nous avons effectuée. Dans un premier temps, nous verrons pourquoi nous avons décidé de mener cette recherche, puis nous nous intéresserons à la méthodologie, aux résultats et aussi à une interprétation envisageable de ceux-ci.

4.1. Buts et hypothèses

Jusqu'à maintenant, la plupart des études effectuées ont montré les bienfaits d'utiliser un focus externe par rapport à un focus interne. En analysant de plus près les études sur les sauts, nous nous sommes questionnés sur la pertinence des instructions données lors des différentes conditions. Dans son analyse, Wulf (2012) met en évidence quelques aspects méthodologiques importants à considérer lorsqu'une étude sur le focus attentionnel est construite. Parmi ces aspects méthodologiques, certains ont suscité notre curiosité et nous les avons confrontés avec les études de sauts qui ont été réalisées.

Selon Wulf (2012), il est important que les instructions ne diffèrent que dans le focus attentionnel qu'elles induisent. Les instructions doivent être très proches par rapport au contenu et aux nombres d'informations qui sont données et auxquelles le participant est confronté. Elles doivent faire référence à un unique focus d'attention et ne doivent pas mélanger focus interne et externe. Dans les expériences de *countermovement jumps* (Wulf & Dufek, 2009; Wulf et al., 2010; Wulf et al., 2007), l'instruction en focus interne était de se concentrer sur le bout des doigts tandis que l'instruction en focus externe était de se concentrer sur les anneaux du Vertec. Lors de ces sauts demandant de sauter le plus haut possible en touchant les anneaux du Vertec, il est difficile de dissocier un focus externe pour exécuter cette tâche. Il est donc imaginable que le participant recevant l'instruction de se concentrer sur les bouts de ses doigts, changera de focus durant son saut pour aussi se concentrer sur les anneaux qu'il devra toucher. Wulf (2012) souligne aussi le fait que la plupart des instructions données dans

les études avaient des instructions en focus interne et externe qui se différenciaient seulement par un ou deux mots. Or, en portant un regard critique sur les instructions utilisées pour les études de sauts comme pour celle de Porter et al. (2010), nous remarquons que les instructions pour le focus interne (“Lorsque tu tentes de sauter le plus loin possible, je veux que tu focalises ton attention sur le fait de tendre tes genoux le plus rapidement possible”) et le focus externe (“Lorsque tu tentes de sauter le plus loin possible, je veux que tu focalises ton attention sur le fait de sauter aussi loin que possible de la ligne de départ”) diffèrent fortement l’une de l’autre.

Un autre aspect méthodologique mis en avant par Wulf (2012) est qu’il faut faire attention au feedback visuel. Celui-ci peut réduire les effets du focus des instructions et il faut donc l’éviter. Cependant les instructions des différentes études de sauts dans la condition de focus externe comportaient un feedback visuel comme pour l’étude de Wu et al. (2012) où l’instruction en focus externe était : “Saute le plus loin que tu peux. Lorsque tu sautes je veux que tu penses à sauter le plus proche possible de la cible verte”. Un feedback visuel se retrouve aussi dans l’instruction de “sauter le plus possible en se focalisant sur les anneaux du Vertec qui étaient touchés” (Wulf & Dufek, 2009; Wulf et al., 2010; Wulf et al., 2007). En plus du feedback visuel, cette instruction peut être une source de motivation plus grande par rapport aux autres instructions, ce qui pourrait expliquer les résultats plus élevés de la condition externe. Cette source de motivation est aussi présente dans les études de standing long jump (Porter, Anton, et al., 2012; Wu et al., 2012). L’instruction de sauter “le plus proche possible du cône” semble en effet plus motivante que les autres instructions comme, par exemple, “saute aussi loin que possible de la ligne de départ” ou “tend les jambes le plus rapidement possible”. Ceci pourrait expliquer en partie les différences de résultats obtenus.

Wulf (2012) suggère aux chercheurs d’utiliser des instructions qui sont pertinentes pour la tâche. Cependant les instruction de “tendre les jambes le plus rapidement possible”(Porter et al., 2010; Wu et al., 2012) ou “de se focaliser sur le bout des doigts avec lesquels les échelons étaient touchés” (Wulf & Dufek,

2009; Wulf et al., 2010; Wulf et al., 2007) ne sembleraient pas des plus pertinentes pour améliorer la performance d'un *countermovement* ou *standing long jump* et sont donc considérées comme des biais. Ces instructions sont aussi critiquées dans l'étude de Peh, Chow, et Davids (2011), qui sera présentée dans le chapitre de la discussion.

Une dernière critique que nous émettrons par rapport à ces expériences de sauts concerne la méthodologie utilisée de l'étude de Porter et al. (2010). Pour cette recherche, ils ont comparé deux groupes (interne et externe) et ils en ont conclu que le focus externe était le plus bénéfique d'après les résultats obtenus. Cependant ils n'ont pas présenté une condition neutre afin de vérifier si les deux groupes avaient des performances similaires sous cette condition. Cet aspect se retrouve à nouveau dans l'analyse de Peh et al. (2011).

Il est dès lors difficile pour ces différentes études sur les sauts d'affirmer que les différences de résultats trouvées sont dues uniquement au focus attentionnel. Ces études, en changeant certains paramètres tels que le focus d'attention, ou en donnant des instructions plus motivantes ou induisant un feedback visuel, ou encore en comparant deux groupes différents, ne respectent pas plusieurs recommandations de Wulf (2012). Elles ne peuvent donc pas conclure que les bénéfices sont dus seulement à un focus externe.

Nous nous sommes donc questionnés sur la fiabilité de ces études sur les sauts qui ont examiné l'impact du focus attentionnel. Nous avons donc voulu mener une étude afin d'examiner si les effets trouvés lors des précédentes études de sauts étaient vraiment dus au focus attentionnel ou simplement à la forme des instructions données. Les deux buts principaux de notre recherche étaient d'analyser si un focus interne minimise toujours la performance et de voir si un focus externe est meilleur qu'un focus interne dont l'instruction diffère seulement de quelques mots et par le focus qu'elle induit. Afin d'atteindre ces buts nous avons comparé différentes conditions : une condition contrôle, une condition de focus externe ("de mettre le plus de force sur la plateforme de force") avec une instruction qui nous semblait pertinente pour la tâche et deux

conditions de focus interne. Pour ces dernières nous avons choisi une condition avec un focus interne (“de mettre le plus de force dans les jambes”) très proche de la condition externe et qui nous semble pertinente pour la tâche et une avec un focus interne (“de tendre les jambes le plus rapidement possible”) utilisée dans les précédentes études qui ne nous semblait pas pertinente à la tâche et éloignée de la condition externe. En comparant les deux focus internes, nous atteindrons notre premier objectif à savoir de montrer si l’instruction ou le focus d’attention est responsable de la réduction de la performance. Le deuxième but de notre étude se fera en confrontant les deux focus externe et interne proches l’un de l’autre. Cette étude est la première qui prend en compte les recommandations de Wulf (2012) et où nous trouvons deux instructions de focus interne et externe presque similaires. Nous avons aussi fait attention que les différentes instructions n’induisent aucun feedback visuel. Nous avons émis comme hypothèse que la condition de focus externe et la condition de focus interne très proches l’une de l’autre et pertinentes pour la tâche auraient des résultats sensiblement similaires. Ces deux conditions amèneraient les meilleurs résultats en terme de hauteur et de force maximale. Elles seront suivies par la condition neutre puis par la condition de focus interne non pertinente pour la tâche qui, elle, conduira aux moins bons résultats.

4.2. Méthode

4.2.1. Participants

Les participants (N=18/ 12 femmes, 6 hommes) étaient pour la plupart des étudiants de l’université de Fribourg. Ces sujets formaient un groupe très hétérogène, avec des personnes très sportives ainsi que des personnes, à l’inverse, peu sportives. Un des critères important dans la sélection des participants fut que ceux-ci n’aient aucunement connaissance de la théorie du focus attentionnel afin de ne pas biaiser les résultats obtenus. De ce fait, un nombre de sujets potentiels étant des étudiants en sport à l’université de Fribourg ne pouvaient pas y participer. En effet, en étant capables d’associer une

instruction à un focus attentionnel et en connaissant empiriquement quel focus est censé produire le meilleur résultat, nous avons pensé qu'ils pourraient être influencés dans leurs sauts. C'est pourquoi une des conditions nécessaires lorsque nous avons recruté nos sujets était que ceux-ci n'aient pas d'expérience par rapport à la théorie du focus attentionnel. Chaque participant était informé de manière globale de la procédure de l'expérience mais n'était pas informé sur les buts exacts de l'étude. Concernant la tenue, nous demandions simplement aux participants de venir avec un t-shirt de sport et que le reste leur serait fourni. Le consentement de chaque sujet était demandé avant de commencer l'expérimentation. La procédure expérimentale était dans la lignée de la dernière déclaration d'Helsinki et a été approuvée par la commission éthique du Canton de Fribourg.

4.2.2. Appareils et tâche



Figure 10. Plaques de force.

L'expérience s'est déroulée dans une salle faisant office de laboratoire se situant dans le bâtiment de physique de l'Université de Fribourg. Dans cette salle nous disposons de deux plaques de force qui ont servi à mesurer les forces de réaction verticales produites sur le sol par le participant lors des différentes phases du saut.

Les données cinématiques ont été mesurées par le système

Vicon. Il s'agit de placer des capteurs reflétant la lumière sur la personne dont les mouvements seront enregistrés par l'intermédiaire de caméras infrarouges. Ces caméras, au nombre de six dans notre expérience, permettent d'enregistrer le mouvement des différents marqueurs dans l'espace par rapport à un système de

coordonnées et permettent ainsi de reproduire le mouvement en 3D sur un programme adéquat sur l'ordinateur. De cette façon, nous avons pu mesurer la hauteur des sauts ainsi que le mouvement angulaire des articulations de la cheville, du genou et de la hanche. Nous avons aussi utilisé des électrodes de surface EMG afin de mesurer l'activité musculaire de certains muscles spécifiques lors des sauts. Les données des différents appareils ont été synchronisées en temps réel et enregistrées sur l'ordinateur.

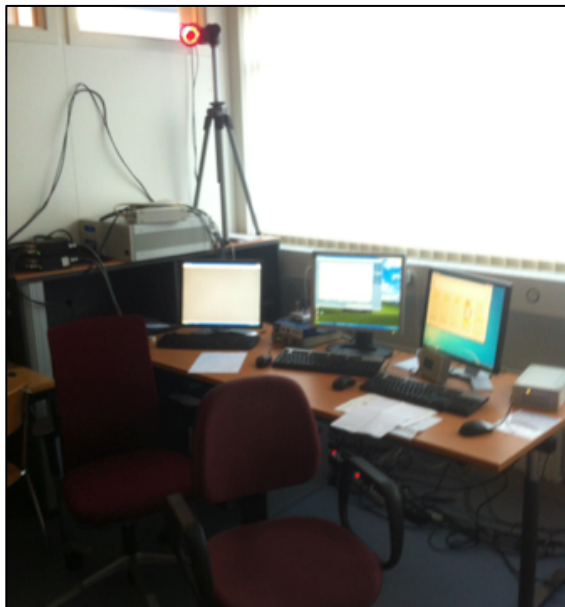


Figure 12. Ordinateurs servant à synchroniser et enregistrer toutes les données.



Figure 11. Caméras infrarouges du système Vicon.

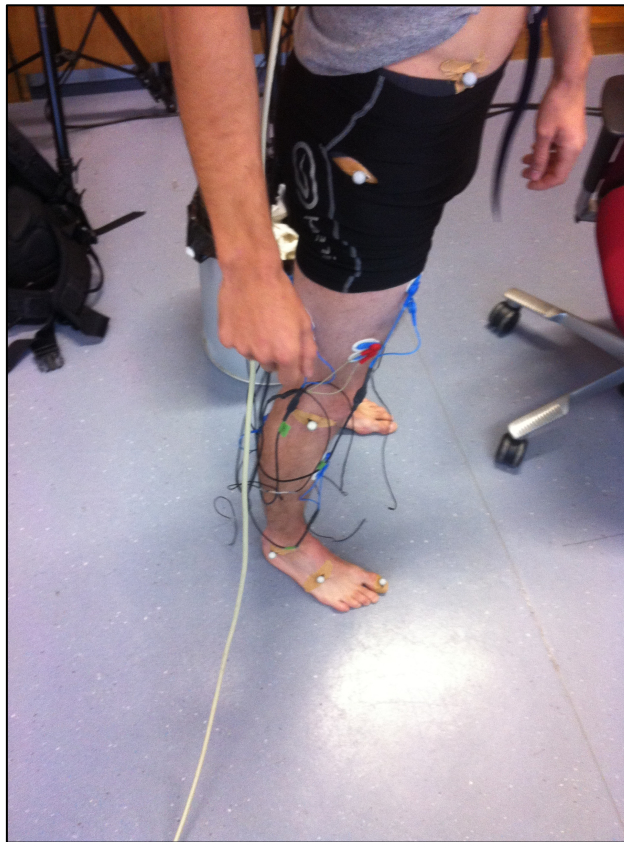


Figure 13. Capteurs du système Vicon ainsi que les électrodes de surface EMG sur la jambe droite du participant.

4.2.3. Procédure

Pour cette expérience les participants étaient testés individuellement. Après avoir accueilli les participants, nous leur avons expliqué le déroulement de l'expérience. Nous avons demandé aux participants de se changer. Les participants effectuaient l'expérience à pieds nus afin de pouvoir y placer des marqueurs. Pour cela ils pouvaient utiliser une salle annexe dont nous disposions. Ils devaient simplement mettre un t-shirt de sport qu'ils avaient apporté et un short athlétique leur était fourni. Sur ce dernier un trou avait été préalablement effectué au niveau de la hanche afin de pouvoir disposer les capteurs du système Vicon et ce short collait à la peau pour qu'il n'y ait aucun risque que des capteurs soient cachés durant les mouvements. Une fois le

participant changé, nous lui avons demandé de s'échauffer, soit individuellement soit en lui proposant quelques exercices d'échauffement. Puis nous lui avons placé les différents marqueurs pour le système Vicon ainsi que les différentes électrodes. Les marqueurs étaient scotchés sur la jambe droite du sujet. Nous étions intéressés d'analyser le mouvement des articulations de la cheville, du genou et de la hanche. Afin d'obtenir les données des mouvements de ces différents angles de rotation, il était nécessaire d'avoir trois capteurs par articulation. Les capteurs ont donc été placés sur l'hallux, sur le 4^{ème} métatarsien, sur la malléole latérale, sur la face latérale du centre d'articulation du genou, sur le grand trochanter et sur l'épine iliaque antéro-supérieure (voir figure 13). Les marqueurs de l'hallux, du 4^{ème} métatarsien et de la malléole latérale nous permettaient de reproduire les mouvements angulaires de la cheville ; la malléole latérale, la face latérale du centre d'articulation du genou et le grand trochanter pour les mouvements angulaires du genou, et la face latérale du centre d'articulation du genou, le grand trochanter et l'épine iliaque antéro-supérieure pour les mouvements angulaires de la hanche. Ces marqueurs nous permettaient de générer un modèle en 2D de la jambe avec un programme adéquat sur l'ordinateur et nous pouvions par la suite calculer la flexion et l'extension de ces différentes articulations.

Comme pour l'expérience de Wulf et al. (2010), les électrodes ont été positionnées sur l'extrémité des muscles suivants de la jambe droite: le rectus femoris (RF), le biceps femoris (BF), le vastus lateralis (VL), le lateral gastrocnemius (LG), et le tibialis anterior (AT). De plus, dans la même optique que les méthodes utilisées dans la littérature comme celle de Konrad (2005) (cité par Wulf et al. (2010)), les électrodes ont été disposées sur des surfaces anatomiques palpables servant de repères. Les fonctions anatomiques des muscles choisis jouent un rôle essentiel pour effectuer un *countermovement jump* et sont décrits dans le tableau 1. Afin d'avoir une transmission idéale, il a été nécessaire, surtout chez les hommes, de raser certaines parties de la peau afin de poser les électrodes. Précisons encore que la peau a été légèrement imbibée d'alcool afin de réduire l'impédance électrique.

Table 1. Fonction anatomique des muscles évalués. Tableau tiré de l'étude de Wulf et al. (2010).

Muscle	Action(s)
Anterior tibialis (AT)	Ankle dorsiflexion, inversion
Biceps femoris (BF)	Hip joint extension, knee joint flexion
Vastus lateralis (VL)	Knee joint extension
Rectus femoris (RF)	Hip joint flexion, knee joint extension
Lateral gastrocnemius (LG)	Knee joint flexion, ankle plantar flexion

Une fois les électrodes placées et reliées par des câbles, nous avons stabilisé le tout par un filet autour de la jambe afin que le sujet ne soit pas trop gêné dans ses mouvements et qu'il puisse se mouvoir de manière quasi naturelle. Nous lui avons encore scotché le bas du t-shirt, afin que celui-ci ne recouvre pas le capteur disposé sur l'épine iliaque antéro-supérieure. Le sujet était ainsi prêt à commencer l'expérience avec tout le matériel correctement placé comme le montre l'image ci-dessous :

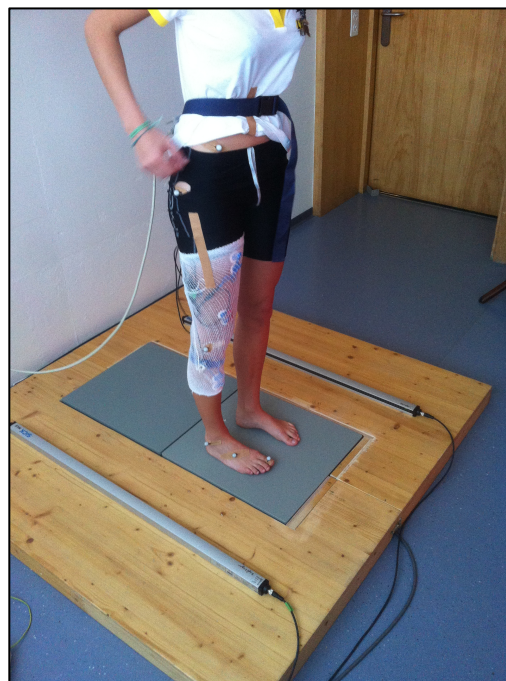


Figure 14 Préparation complète d'une participante terminée (capteurs, électrodes et filet). Celle-ci effectuera l'expérience de cette manière.

Dans la mesure où un certain temps s'était écoulé entre l'échauffement et la fin de la préparation, le sujet pouvait effectuer certains mouvements sur place afin de compléter son échauffement. Puis, nous avons indiqué au sujet certains aspects techniques importants. Afin de ne pas obstruer les capteurs durant le

saut et pour obtenir une condition expérimentale similaire pour tous les participants, nous leur avons demandé de garder les mains sur les hanches durant toute la durée du saut. Les pieds devaient être placés de façon parallèle de telle manière à ce qu'il y en ait un sur chaque plaque de force. Pour effectuer les *countermovement jumps*, le participant devait partir d'une position relevée stable. Ensuite il devait effectuer un mouvement de flexion des jambes, suivi immédiatement d'une extension dans le but de sauter le plus haut possible. L'expérimentateur donnait aussi une démonstration du saut afin que les participants puissent assimiler de manière concrète ce qui leur était demandé.

Avant de commencer l'expérience, il nous restait encore à s'assurer que tout le matériel fonctionnait correctement. Dans un premier temps nous avons contrôlé que les deux plaques de la plateforme de force fonctionnaient en exerçant une force sur chacune d'entre elles et en s'assurant qu'il y avait bien une réponse correspondante. Puis le signal émis par chaque électrode était testé en demandant au participant d'exercer une force par rapport à différentes résistances. Finalement le système Vicon a été calibré en demandant au sujet d'adopter une position statique et droite et les signaux reçus étaient examinés sur le programme approprié. Afin de pouvoir s'habituer à la procédure demandée et aux différents appareils, les participants effectuaient environ une dizaine de sauts de force sous-maximale pour les premiers et maximale pour les derniers. Suite à une étude pilote, nous avons remarqué que les premiers sauts maximaux effectués avaient une performance croissante. Ces sauts d'échauffements ont donc aussi permis d'atteindre un plateau afin de ne pas biaiser par la suite les résultats.

Pour cette expérience, nous avons utilisé les instructions suivantes : pour la condition neutre (Neu) les participants recevaient l'instruction de "sauter le plus haut possible" ; pour la condition externe (FE) de "sauter le plus haut possible en exerçant le plus de force possible sur la plateforme de force" ; pour la condition interne 1 (1FI) de "sauter le plus haut possible en exerçant le plus de force possible dans les jambes" ; et finalement la condition interne 2 (2FI) de "sauter le plus haut possible en tendant les jambes le plus vite possible". Chaque

participant effectuait trois sauts de suite pour chacune des quatre conditions différentes. Trois séries étaient effectuées pour un total de trente-six sauts. Avant chacun des sauts, l'instruction était répétée au participant afin que celui-ci l'ait bien en mémoire et puisse porter son attention sur le focus demandé. L'ordre, dans lequel les conditions ont été données, a été choisi de manière aléatoire lors de la première série pour chacun des sujets puis il est resté identique pour les deux séries suivantes. L'ordre des conditions fut donc contrebalancé entre les participants afin d'éliminer un éventuel effet d'ordre. Les sujets disposaient d'une petite pause entre les sauts, le temps pour l'examineur de contrôler et d'enregistrer les différentes données du saut sur l'ordinateur et de préparer le prochain saut. Les sujets ne recevaient aucun feedback sur leurs sauts durant l'expérience.

4.2.4. Analyse des données et variables dépendantes

Pour l'analyse statistique, la moyenne des différentes variables dépendantes des neuf sauts de chaque condition était calculée et des tableaux étaient formés en utilisant le programme Microsoft Excel. Les données étaient ensuite analysées en utilisant SPSS. Le critère de signification était fixé en utilisant un α de $p \leq 0.05$. Afin de déterminer les différences significatives entre les conditions expérimentales, nous avons effectué une analyse de la variance (ANOVA) à mesures répétées avec des conditions intra-sujets (Neu vs. FE vs. 1FI vs. 2FI). La fiabilité de la variable dépendante était déterminée par les tests des effets intra-sujets. Dans le cas de valeurs F significatives, les résultats pour le T-test de Student étaient fiables et nous pouvions analyser les résultats obtenus. Pour le T-test, les corrections de Bonferroni étaient calculées afin d'augmenter la fiabilité de nos résultats et pouvoir ainsi évaluer des différences significatives entre les conditions. Les données sont présentées dans les graphiques comme étant les valeurs moyennes de tous les participants par conditions \pm la déviation standard.

Hauteur du saut

La hauteur du saut a été obtenue grâce aux données cinématiques du système Vicon. L'étude de Chiu et Salem (2010), grâce à une expérience de *countermovement jumps* qui comparait les résultats du déplacement du centre de masse obtenus en utilisant soit la méthode cinématique par rapport au bassin soit la méthode des forces de réaction du sol, a démontré la fiabilité de la première méthode mentionnée. Nous avons donc utilisé la méthode cinématique par rapport au bassin afin d'obtenir la hauteur du saut. Il s'agit de soustraire la hauteur maximale par rapport à une direction verticale du marqueur situé sur l'épine iliaque antéro-supérieure obtenue lors du saut avec la position de ce marqueur lorsque le sujet se tenait en position debout. Nous avons donc considéré le changement de position sur l'axe vertical de ce marqueur durant le saut comme étant l'élévation du centre de masse de la personne. C'est pourquoi le changement de position de ce marqueur nous indique la hauteur du saut.

Forces verticales de réaction du sol

Les forces verticales de réaction du sol par rapport au temps comme illustré à la figure 15, ont été utilisées pour définir les différentes phases du saut. Sur ce graphique la force exercée qui est exprimée par le rapport de la force (en Newton) divisé par le poids du corps de l'individu (en Newton) est représentée sur l'axe des y, tandis que le temps (en secondes), lui, figure sur l'axe des x. Lors de la phase de flexion des jambes, l'individu va délester son poids jusqu'à exercer une force inférieure à 50% de son poids. Il va atteindre son pic minimum de force (F_{min}) et à partir de ce moment il va amorcer le mouvement d'extension des jambes. Lors de ce mouvement il va atteindre un pic de force maximum (F_{max}) pour redescendre jusqu'à une force nulle qui va correspondre au décollage de l'individu. Dans notre expérience, nous nous sommes concentrés sur les données enregistrées concernant la force maximale, le temps T_b qui est le temps entre la F_{max} et le décollage (temps $t = 0$) et la force par rapport au temps.

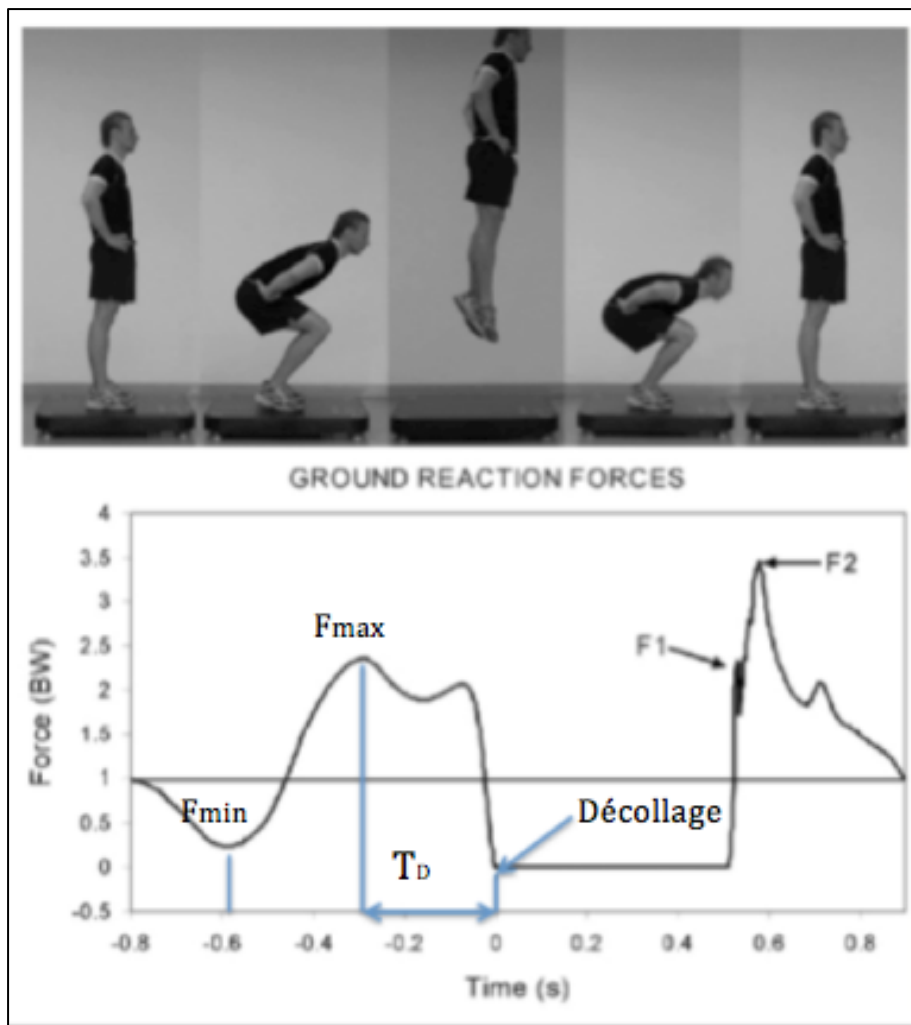


Figure 15. Séquence et force/temps d'un *countermovement jump*. Figure tirée de l'étude de Abian-Vicen et al. (2008).

Angles des articulations de la jambe

Les angles des différentes articulations ont été calculés grâce aux capteurs du système Vicon et au logiciel *Bodybuilder*. Nous avons utilisé le plan sagittal pour obtenir les angles. Comme un plan était nécessaire pour obtenir ces mesures, nous pouvions utiliser un modèle 2D. Les données utilisées ont mesuré la flexion/extension des articulations de la cheville, du genou et de la hanche de la jambe droite. Les valeurs utilisées sont les variations par rapport à la position de départ lorsque le sujet était en position droite au début du saut. De cette

position, nous avons défini l'angle de la hanche et du genou comme étant un angle à 180 degrés et celui de la cheville comme 90 degrés.

EMG

Nous avons enregistré l'activité musculaire au cours des différentes phases du saut. Cependant, comme nous n'avons pas trouvé ce que nous recherchions pour les résultats de hauteur des sauts, nous n'avons pas trouvé nécessaire d'analyser ces données pour notre expérience. C'est pourquoi nous n'en parlerons plus dans cette étude. Ces données récoltées pourront toutefois servir en cas d'approfondissement lors de futures recherches.

4.3. Résultats

4.3.1. Hauteur du saut

Pour la hauteur du saut, nous avons trouvé que l'effet principal du type d'instructions était significatif ($F(3,51) = 4.83, p < 0.01$). Nous avons donc pu analyser le T-test avec la correction de Bonferroni. Les résultats trouvés ont été très différents de nos hypothèses. Nous pensions avoir des résultats très proches entre le focus externe ("le plus de force sur la plaque de force") et le focus interne 1 ("le plus de force possible dans les jambes") qui amènerait une meilleure performance de façon significative par rapport à la condition de focus interne 2 ("tendant les jambes le plus vite possible"). Nous pensions aussi trouver des résultats intermédiaires à ces deux groupes d'instructions avec la condition neutre. Nos résultats n'ont montré qu'une différence significative entre la condition neutre et la condition de focus interne 1. La condition de focus neutre apportait de meilleurs résultats avec un $p < 0.05$ par rapport à la condition de focus interne 1. Nous n'avons pas trouvé de différence significative entre les autres différentes conditions. Cependant, nous remarquons une tendance à obtenir la plus grande hauteur de saut en condition neutre par

rapport aux autres conditions. Ces résultats peuvent se retrouver dans le tableau ci-dessous :

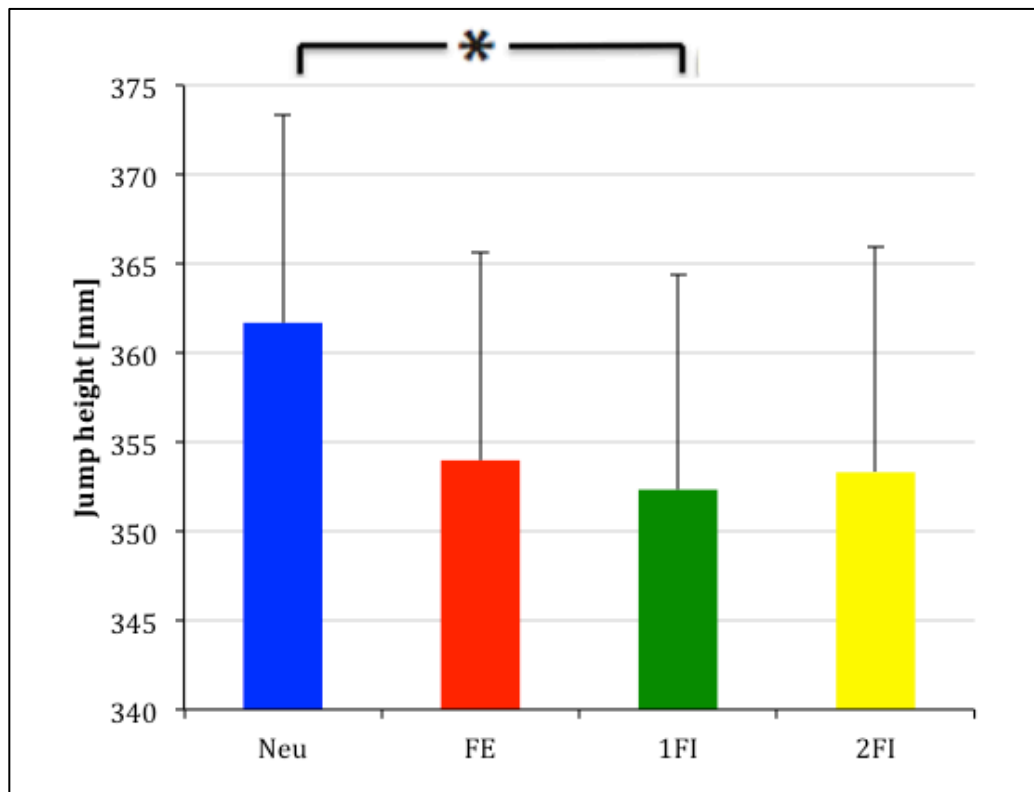


Figure 16. Moyennes des hauteurs des sauts (en millimètres) en fonction des conditions neutre (Neu), externe (FE), interne 1 (1FI) et interne 2 (2FI). Les participants sautent à différentes hauteurs en fonction de l’instruction qui leur est donnée. Nous retrouvons une différence significative entre la condition neutre et la condition de focus interne (* $p < .05$). Toutefois la condition Neu semble apporter les meilleurs résultats.

4.3.2. Forces verticales de réaction du sol

Pour la force maximale, nous avons trouvé que l’effet principal du type d’instructions était significatif ($F(3,51) = 3.62, p < 0.05$). Nous avons donc pu analyser le T-test avec la correction de Bonferroni. Ce test nous a montré qu’il y avait des différences significatives entre la condition neutre et la condition de focus interne 1 avec une probabilité $p < 0.05$, ainsi qu’entre la condition de focus externe et la condition de focus interne aussi avec $p < 0.05$. La condition neutre et celle de focus externe amèneraient de façon significative une production de force maximale plus grande lors d’un *countermovement jump* que la condition de

focus interne 1. Ce résultat ne correspond pas à nos hypothèses. En effet, le focus interne 1, pour lequel nous attendions des résultats similaires au focus externe et meilleurs que les autres conditions, se retrouve être sensiblement plus faible par rapport aux autres comme représenté dans la figure 17. L'instruction de "produire le plus de force possible" que cela soit sur la plateforme de force pour le focus externe ou dans les jambes pour le 1FI, n'apporte donc pas les résultats escomptés. Au contraire, le focus interne 2, qui était, selon nous, non pertinent par rapport à la tâche et dont l'instruction était de tendre les jambes le plus rapidement possible, ne semblait pas être efficace pour produire le plus de force maximale, apporterait des résultats sensiblement similaires aux conditions de focus externe et neutre.

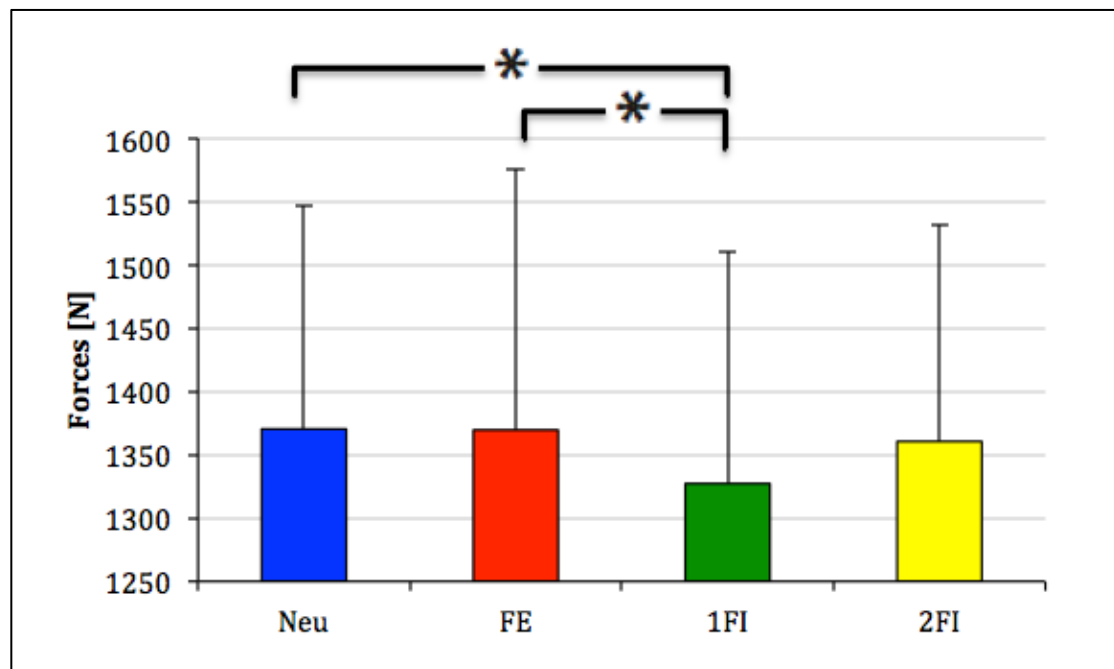


Figure 17. Moyennes des forces maximales (en Newton) en fonction des conditions neutre (Neu), externe (FE), interne 1 (1FI) et interne 2 (2FI). Nous retrouvons la production de différentes forces pour différentes conditions. Une différence significative se retrouve entre la condition FE et 1FI ainsi qu'entre la condition Neu et 1FI (* $p < .05$). Les conditions FE et 1FI qui étaient censées produire le plus grand pic de force maximale par rapport à leurs instructions, n'ont pas les résultats escomptés.

Pour le temps entre la force maximale et le décollage, nous avons trouvé que l'effet principal du type d'instructions était significatif ($F(3,51) = 4.81, p < 0.01$). Nous avons donc pu analyser le T-test avec la correction de Bonferroni. Avec

cette correction nous avons trouvé une différence significative entre la condition neutre et la condition de focus externe avec une probabilité $p < 0.05$. Le temps entre la force maximale et le décollage était significativement plus grand lors de la condition neutre par rapport à la condition contrôle. Nous nous attendions à observer le temps le plus court en condition de focus interne 2, ce que nous retrouvons dans nos résultats. En effet, si les participants suivaient l'instruction de "tendre les jambes le plus rapidement possible", il est imaginable que dans un désir de suivre cette instruction, ils décolleront le plus rapidement possible.

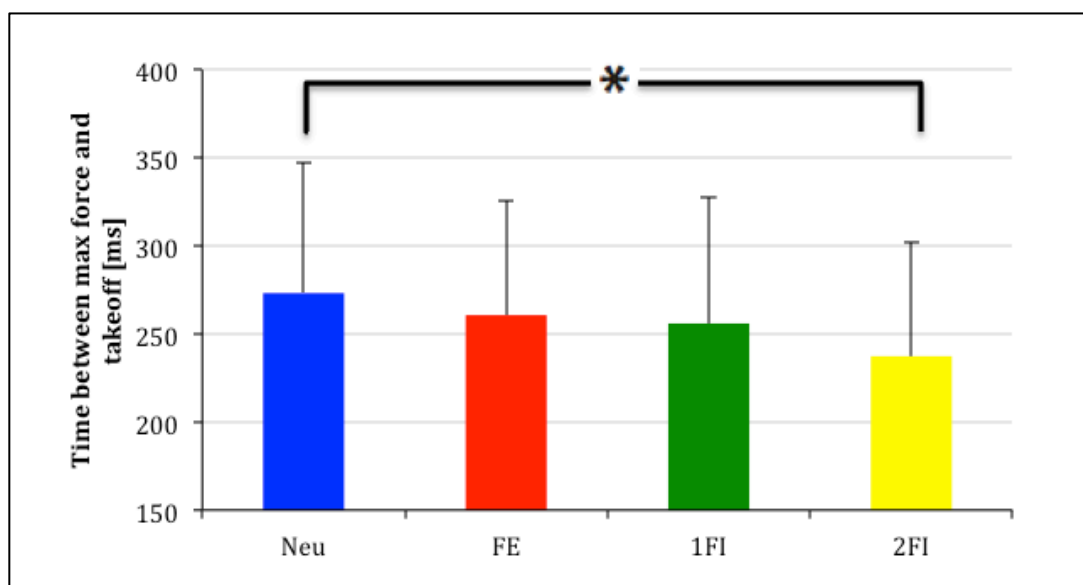


Figure 18. Moyennes des temps entre la force maximale et le décollage (en millisecondes) en fonction des conditions neutre (Neu), externe (FE), interne 1 (1FI) et interne 2 (2FI). Les différentes conditions induisent différents temps. Une différence significative se retrouve entre la condition Neu et 2FI ($*p < .05$). Nous retrouvons les résultats les plus bas chez le 2FI ce qui montre que les participants ont joué le jeu et suivi l'instruction qu'ils ont reçue.

Pour la force sur le temps, nous avons trouvé que l'effet principal du type d'instructions était significatif ($F(3,51) = 4.45$ $p < 0.01$). Nous avons donc pu analyser le T-test avec la correction de Bonferroni. La correction de Bonferroni nous a montré des différences significatives entre la condition neutre et la condition de focus interne 2 ainsi qu'entre la condition de focus externe et de focus interne 2. Le rapport entre la force et le temps était plus élevé en condition

interne 2 par rapport aux conditions neutre et externe avec un $p < 0.05$. La valeur la plus haute pour ce résultat se retrouvant pour la condition de focus interne 2, nous pouvons donc supposer qu'ils ont bien mis en action l'instruction "saute le plus haut possible en tendant les jambes le plus vite possible". Cette instruction pousse en effet les participants à produire une grande force en un temps restreint.

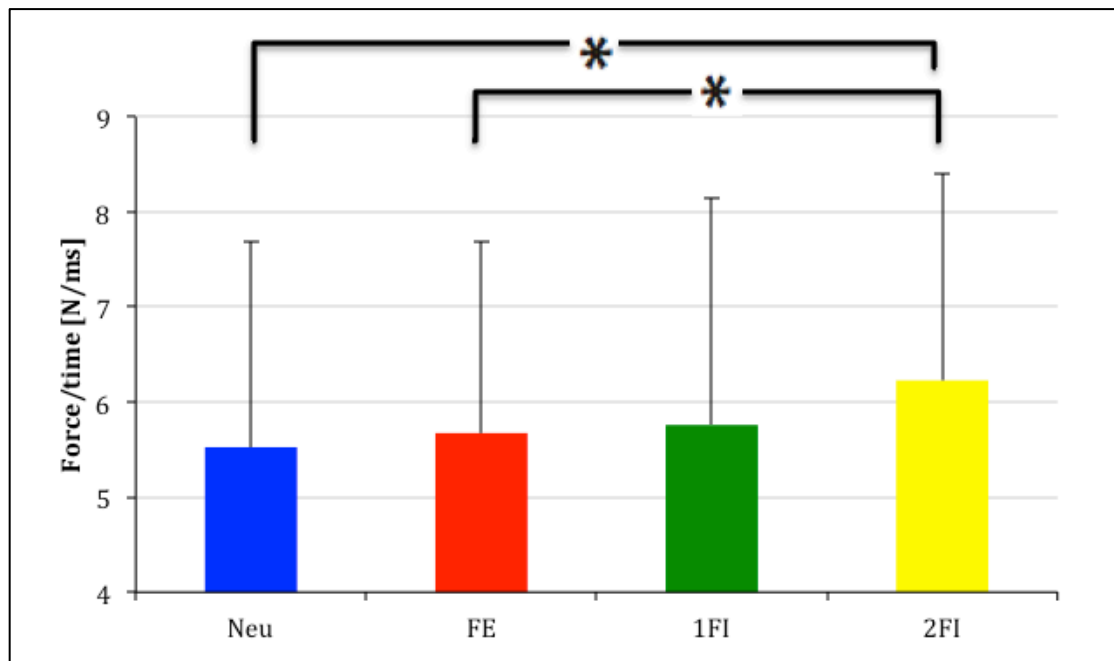


Figure 19. Moyennes du rapport de la force par le temps (en Newton par millisecondes) en fonction des conditions neutre (Neu), externe (FE), interne 1 (1FI) et interne 2 (2FI). Des différences significatives se retrouvent entre la condition Neu et 2FI et la condition FE et 2FI (* $p < .05$). Nous retrouvons les résultats les plus grands chez le 2FI ce qui montre que les participants ont joué le jeu et suivi l'instruction qu'ils ont reçue.

4.3.3. Angles des articulations de la jambe

Pour l'angle de la hanche, nous avons trouvé que l'effet principal du type d'instructions était significatif ($F(3,51) = 6.09$ $p < 0.01$). Nous avons donc pu analyser le T-test avec la correction de Bonferroni. Grâce à cette correction, nous avons trouvé des différences significatives entre la condition neutre et la condition de focus interne 2 ainsi qu'entre la condition de focus externe et la

condition de focus interne 2. La condition 2FI avait une variation moins grande de l'angle de la hanche par rapport aux conditions Neu et FE (voir figure 20). Nous considérons ce résultat comme attendu, dans la mesure où le fait de vouloir "tendre les jambes le plus rapidement possible", semble apporter le contre-mouvement le moins préparé et le moins grand. En effet, dans un désir de tendre les jambes le plus rapidement possible, nous pouvons imaginer un certain empressement lors de la préparation du saut afin d'atteindre cette instruction une fois en l'air. Cependant, nous ne trouvons pas de différences significatives entre les conditions pour les angles du genou et de la cheville. Il semble que les instructions n'aient pas d'impacts biomécaniques à ce niveau là. Pourtant, l'instruction de "tendre les jambes le plus rapidement possible", nous laissait aussi entrevoir une variation angulaire moins importante pour ces deux autres articulations, spécialement pour celle du genou.

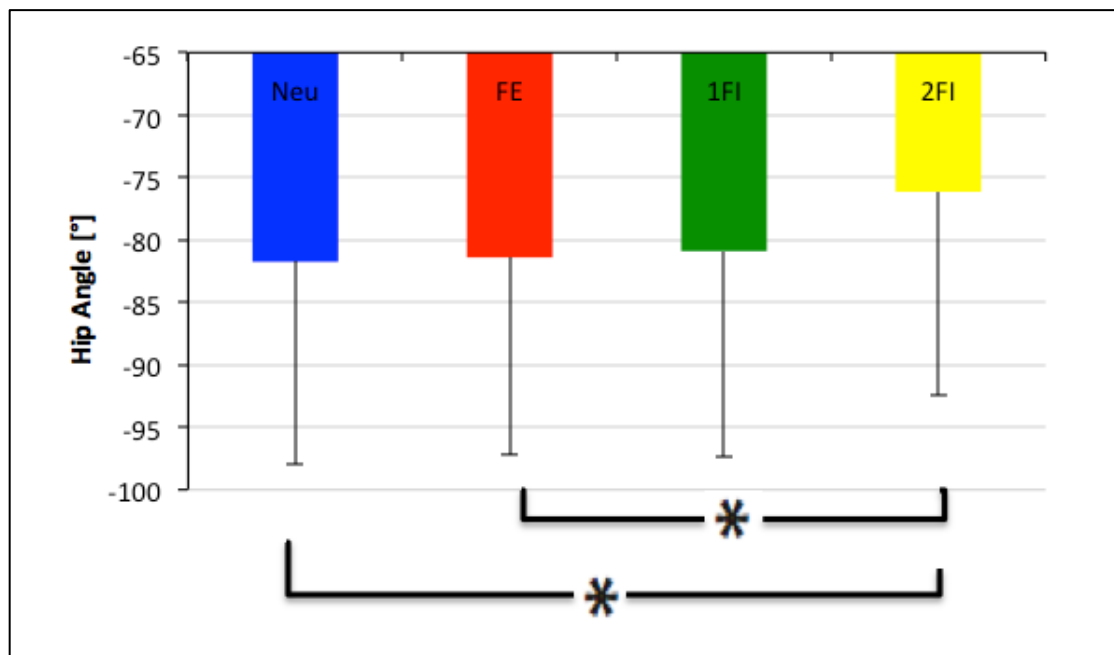


Figure 20. Moyennes des variations de l'angle de la hanche (en degrés) au cours du saut en fonction des conditions neutre (Neu), externe (FE), interne 1 (1FI) et interne 2 (2FI). Des différences significatives se retrouvent entre la condition Neu et 2FI et la condition FE et 2FI (* $p < .05$). La condition 2FI semble apporter la variation la moins grande, ce qui peut être attendu compte tenu de l'instruction à laquelle elle fait référence.

5. Discussion

Les résultats semblent donc indiquer que la condition neutre apporte les meilleurs résultats en ce qui concerne la hauteur des sauts. Cependant, nous pouvons seulement affirmer concernant celle-ci que la condition neutre a des résultats significativement plus élevés par rapport à la condition de focus interne 1. Les différences entre la condition externe et les deux internes sont très petites. Ces résultats sont contradictoires avec nos hypothèses selon lesquelles nous trouverions les meilleurs résultats pour les conditions interne 1 et externe proches l'une de l'autre et des résultats inférieurs pour la condition interne 2 non pertinente.

La force maximale serait sensiblement la même pour les conditions neutre, de focus externe et de focus interne 1. Elle est toutefois significativement moins grande en condition de focus interne 1 comparée aux conditions neutre et de focus externe. De nouveau, ces résultats ne correspondent pas à nos hypothèses qui étaient identiques à celle de la hauteur des sauts. Les deux instructions demandant “d'exercer le plus de force possible” n'ont pas apporté des résultats plus élevés que les deux autres contrairement à nos attentes puisqu'elles étaient considérées comme pertinentes pour ce facteur. Etrangement, la condition de focus interne 2 va même jusqu'à donner la force maximale la plus basse.

Avec l'instruction “de tendre les jambes le plus rapidement possible”, dans un désir d'effectuer au mieux cette instruction, nous pensions qu'elle induirait le temps le plus court entre la force maximale et le décollage, que le rapport entre la force et le temps serait le plus grand et que la variation angulaire serait la plus petite. Hormis les variations angulaires de la cheville et du genou, les résultats observés sont en accord avec ce que nous attendions : ils indiqueraient que les participants ont mis en action l'instruction de “tendre les jambes le plus rapidement possible”. Pour ces différentes mesures, nous retrouvons des différences significatives entre : la condition neutre qui a un temps entre la force maximale et le décollage plus élevé ; le focus interne 2 qui a un rapport entre le temps et la force plus élevé que les conditions neutre et de focus externe ; et la

condition neutre et le focus externe qui ont une variation angulaire plus grande que le focus interne 2.

En reprenant les deux buts de notre recherche, nous pouvons affirmer que nous n'avons pas trouvé de résultats concluants. Malgré le fait que les focus internes n'apportent pas des résultats moins élevés que le focus externe, nous ne pouvons pas prétendre qu'un focus d'attention interne ne minimise pas toujours la performance, puisque ces focus sont inférieurs à la condition neutre. Par contre, pour notre deuxième but, nous pouvons affirmer que le focus externe n'est pas toujours plus approprié qu'un focus interne puisque ces conditions ont des résultats similaires dans notre expérience. Les différents résultats entre les instructions ont indiqué des différences minimales et la plupart du temps non-significatives. En ayant suivi les recommandations de Wulf (2012), telles que donner des instructions presque similaires et qui n'induisent aucun feedback visuel, alors que les autres études de sauts analysées dans cette recherche ne l'avaient pas fait, nous pouvons remettre en doute les résultats obtenus précédemment. Les résultats pourraient donc s'expliquer par la forme d'instruction et il ne serait pas judicieux de les expliquer uniquement par le focus attentionnel.

Nous pouvons donc affirmer une chose avec certitude, c'est que nos résultats n'ont pas été en accord avec la plupart des précédentes recherches sur le focus attentionnel qui montraient un effet bénéfique du focus externe par rapport au focus interne. Ils n'ont pas été non plus dans la lignée de nos hypothèses selon lesquelles le focus externe et interne 1, très proches l'un de l'autre, apporteraient les meilleurs résultats et seraient aussi sensiblement équivalents, tandis que le focus interne 2, qui nous semblait non pertinent pour la tâche, aurait les moins bons résultats. Il s'avérerait plutôt que la condition neutre apporte les meilleurs résultats, donc il est possible d'en déduire que les instructions données en plus concernant les différents focus seraient inutiles et redondantes pour notre tâche. Ces résultats rejoignent l'étude de Zentgraf et Munzert (2009), analysée précédemment, qui avait conclu que les instructions en focus externe seraient redondantes pour une tâche de jonglage.

Cependant, les résultats trouvés dans notre expérience sont très variables et il n'existe pas de théorie absolue qui pourrait en découler. En se penchant sur les résultats des hauteurs atteintes par les différentes personnes (voir annexe 8.3), nous pouvons dire que le type d'instructions préféré des personnes est différent pour chacune d'entre elles. Une légère majorité de personnes tendrait à préférer l'instruction neutre, lorsque nous leur demandons simplement de "sauter le plus haut possible". Tandis que pour certains autres participants, ils se retrouvent mieux dans la condition externe ou une des deux conditions internes. Grâce à ces résultats, nous pouvons conclure qu'il serait plus judicieux de proposer des instructions individualisées selon les différents participants.

Dans son rapport, Wulf (2012) commentait qu'il était important de rendre les instructions assez spécifiques pour que les participants sachent sur quoi ils doivent se concentrer. Il faut aussi faire attention à ne pas donner des instructions vagues. Dans notre expérience, bien que spécifiques, les instructions pouvaient être difficiles à comprendre. En discutant après l'expérience avec certains participants, une personne m'a confessé qu'elle ne comprenait pas trop ce qu'elle devait faire lorsque nous lui demandions de "mettre le plus de force possible dans les jambes". Plusieurs personnes m'ont aussi avoué qu'elles ne comprenaient pas le but de "tendre les jambes le plus rapidement possible" mais qu'elles avaient quand même essayé d'exécuter la tâche le plus fidèlement possible. Le fait qu'un participant n'ait pas bien compris une instruction pourrait expliquer certains de ces résultats. Il serait donc intéressant de questionner les participants à la fin de l'expérience sur la manière dont ils se sont sentis, quelle instruction ils ont préférée, s'il y en a une qu'ils ont mal comprise, etc. Dans la même idée, l'étude de Peh et al. (2011), dont nous discuterons plus en détail ci-après, propose un questionnaire aux participants après les tests. Peh et al. (2011) nous font remarquer que pour les nombreuses expériences sur le focus attentionnel, l'avis des participants n'avait jamais été demandé après leur participation pour savoir à quoi ils avaient fait attention exactement lors de leur essai. Selon ces chercheurs, des études complémentaires sont nécessaires pour comparer les effets qu'ont les instructions verbales sur le comportement et sur la

performance. Nous pensons qu'il serait aussi intéressant de savoir sur quoi les participants se concentrent lorsqu'ils ne reçoivent aucune instruction, comme lors des tests de rétention. En effet, les études assimilent ces effets à un apprentissage par rapport au focus avec lequel le participant a entraîné ses capacités. Elles ne se sont jamais posées la question de savoir si le participant utilisait les instructions qui lui avait été apprises ou s'il revenait à d'autres focalisations, comme celles qui lui sembleraient plus basiques par exemple.

Dans le commentaire de Davids (2007) sur les études de *countermovement jumps* réalisées par Wulf, nous retrouvons une critique intéressante envers celles-ci. Selon lui, il est nécessaire d'avoir un protocole expérimental pré-test afin d'établir une base de données et s'assurer qu'une production de force maximale était engagée par tous les participants et dans toutes les conditions de la tâche de saut. Sans ce niveau d'analyses individuelles, personne ne peut être sûr que la généralisation des résultats obtenus par ces études se soit vraiment produite. Dans notre recherche nous n'avons pas non plus procédé à de telles analyses et nous ne pouvons donc pas être certain que tous les participants aient donné leur maximum pour chaque saut. Cependant nous avons fait confiance à la bonne foi de nos sujets et nous avons pensé qu'ils avaient joué le jeu. Il serait cependant judicieux de procéder à de telles analyses. Il aurait été aussi intéressant de proposer une expérience de *countermovement jumps* avec un test de rétention. Notre recherche ayant un design intra-sujet ne nous permettait pas un tel test. Mais il est tout à fait imaginable, lors de futures recherches, d'entraîner différents groupes de sujets dans une seule et unique condition par groupe et d'observer l'amélioration à long terme. Le tout serait suivi d'un test de rétention afin d'observer quelles instructions permettraient le meilleur apprentissage et d'observer si cet effet perdure avec le temps.

Contrairement aux études précédentes, il ressort de la nôtre que le focus externe ne semble pas être le plus approprié pour engendrer les meilleurs résultats. Il convient de se demander si notre recherche a été mal conduite, si nous avons fait de fausses manipulations ou simplement si la théorie du focus attentionnel prônant un focus externe ne convient simplement pas à notre tâche. Il est dès

lors approprié de nous questionner sur la véracité de cette théorie malgré ses résultats probants. Une récente recherche de Schucker, Knopf, Strauss, et Hagemann (2014) semble remettre en doute les résultats des précédentes recherches. Ils ont voulu montrer que le focus interne n'était pas toujours aussi malsain que nous pouvions le croire. Pour cette étude, les participants devaient courir sur un tapis roulant à une vitesse modérée en recevant diverses instructions et la consommation d'oxygène (VO_2) était mesurée afin de déterminer l'économie de course. Ils ont trouvé qu'un focus interne portant sur la respiration de même qu'un focus interne sur le mouvement amenait à une VO_2 plus grande qu'un focus interne portant sur les sensations du corps, ce dernier, ayant une VO_2 similaire à la condition contrôle. Ils en ont conclu qu'un focus interne détériore la performance seulement lorsqu'il fait référence à des processus hautement automatiques comme par exemple, dans leur étude, la respiration ou le mouvement. Un focus interne sur les sensations du corps durant l'exercice ne semble pas porter à préjudice à l'efficacité du mouvement. Cependant l'étude de Schucker et al. (2014) a aussi ses limites, puisqu'elle ne compare pas les résultats avec des focus externes qui pourraient apporter, par exemple, de moins bons ou de meilleurs résultats que la condition contrôle. Mais elle nous montre qu'un focus interne peut avoir des répercussions différentes et qu'il n'est pas toujours aussi néfaste que les études ont eu tendance à révéler. L'étude de McNevin et al. (2003), mentionnée dans le chapitre sur la *constrained action hypothesis*, a montré l'effet contraire pour le focus externe. Il n'est pas toujours aussi bénéfique que nous le pensions. En effet un focus externe lointain serait plus approprié qu'un focus externe proche. Cette étude nous apprend que différentes sortes de focus externe peuvent avoir différentes répercussions et qu'il ne faut pas considérer un focus externe comme étant chaque fois la meilleure instruction.

Il existe aussi l'étude de Peh et al. (2011) qui s'est aussi intéressée de plus près à cette théorie du focus attentionnel et dont il nous semble important de décrire quelques aspects afin de comprendre les limitations de cette théorie. Comme l'a fait remarquer Peh et al. (2011), la littérature existante est dominée par des recherches qui ont essayé de comparer les effets relatifs d'un focus interne et

d'un focus externe. Ces différentes études ont montré que le focus externe apporterait des bénéfices clairs en terme d'amélioration de la performance et de l'apprentissage des capacités motrices. De nombreuses théories ont tenté d'apporter une explication à ce phénomène, comme par exemple, la *constrained action hypothesis*, vue précédemment dans ce travail. Peh et al. (2011) remettent cependant en doute ces théories et suggèrent que des investigations plus approfondies sont nécessaires. Selon eux, les chercheurs n'ont pas investigué la question de savoir quel focus serait le plus bénéfique par rapport au processus d'apprentissage. Ils ont laissé de côté la phase d'acquisition des mouvements de coordination et se sont concentrés sur le résultat du mouvement comme mesure de performance. Néanmoins, le type de focus attentionnel le plus bénéfique dépendrait de la phase d'apprentissage d'un mouvement. Pour appuyer ces propos, ils se basent sur les différentes phases d'apprentissage selon le modèle de Newell (1985) (cité par Peh et al. (2011)). Ainsi, il semblerait qu'un focus interne soit plus approprié pour les novices au stage de la coordination. De plus, de nombreuses études ont décrit les participants comme étant novices. Il est cependant difficile d'en être sûr. Ces participants peuvent avoir eu des expériences complètement différentes qui les ont aidés pour une tâche demandée censée être complètement nouvelle pour eux. Les auteurs suggèrent que des analyses individualisées seraient plus appropriées pour le focus d'attention. Ces études basées sur des analyses de groupe oublient de prendre en compte les différences individuelles.

Peh et al. (2011) donnent un exemple au tennis qui nous a semblé très intéressant pour expliquer le fait que les instructions données à un apprenant dépendent surtout du stage auquel il se trouve. Par exemple lorsqu'un débutant se trouve dans la toute première phase d'apprentissage, un focus interne semble pouvoir être profitable. Certaines petites aides très simples, qui peuvent aussi être mises en focus externe, peuvent aider la forme du mouvement comme par exemple, "gratte toi le dos avec la raquette" lors d'un service. Ces instructions ont pour but d'améliorer la forme du mouvement. Par la suite, lorsqu'il aura passé en phase contrôle, les instructions reçues pourront concerner les effets du mouvement comme "fais attention à l'endroit où tu veux que la balle atterrisse

dans le court de ton adversaire“. Il semblerait donc qu’il soit important, dans un premier temps, de donner des instructions qui serviront à améliorer la forme du mouvement. Puis dans un deuxième temps, de permettre au joueur d’explorer les solutions du mouvement avec des instructions sur les résultats de celui-ci sans surcharger avec des informations explicites sur la forme du mouvement qui pourraient dérégler les processus d’organisation automatique. Peh et al. (2011) font donc remarquer qu’il n’existe pas une simple formule pour donner les instructions qui fonctionnerait dans tous les contextes et pour tous les cas. Il faudrait adopter un protocole de recherche qui investiguerait sur les focus d’attention externe et interne lors des différentes phases de l’apprentissage pour des individus différents. Ceci apporterait des données sur la pertinence des différentes instructions attentionnelles lors des différentes phases d’apprentissage. Les entraîneurs devraient donc fournir une facilitation de guidage aux apprenants pour trouver les solutions fonctionnelles à chaque phase de leur apprentissage en faisant abstraction du type de focus qu’elles induisent.

6. Conclusion

Ce travail nous a permis de prendre connaissance de la théorie du focus attentionnel et de plusieurs recherches qui lui ont été consacrées. Nos résultats n'ont pas été dans le sens de nos différentes hypothèses et nous ne pouvons pas généraliser une théorie universelle qui en découlerait. Néanmoins, les résultats de notre recherche, bien que ne remettant pas complètement en cause la théorie du focus attentionnel, peuvent montrer certaines limites de cette dernière. Ils n'ont pas montré les bénéfices d'un focus externe comme le prônait la plupart des chercheurs ayant travaillé sur ce sujet. Ceci répond à notre deuxième but de recherche qui était de savoir un focus externe est meilleur qu'un focus interne dont l'instruction diffère seulement de quelques mots et par le focus qu'elle induit. Nous n'avons cependant pas trouvé de résultats concluants concernant notre premier but qui était de savoir si un focus interne minimise toujours la performance. Nos résultats ont plutôt indiqué que la condition neutre semble la plus efficace pour notre tâche de sauts. Les autres instructions peuvent être vues comme redondantes et donc non nécessaires. Cependant, nous avons pu constater que pour chaque personne, les instructions jouaient un rôle différent.

Lorsque nous désirons faire suivre un entraînement spécifique à un athlète, il est donc primordial de prendre en compte ses caractéristiques individuelles. Il n'est donc pas conseillé, parce que nous venons de la vieille école, de donner seulement des instructions en focus interne, ou, au contraire, parce que nous sommes un fervent défenseur des bénéfices du focus d'attention externe, de lui donner uniquement des instructions de ce type. Il est cependant important de prendre en compte les différents résultats des études qui ont été consacrées à ce sujet tout en connaissant leurs limites afin de pouvoir ajuster et trouver les meilleures instructions qui profiteront à chaque athlète. A travers notre expérience nous avons vu que le focus externe n'est pas toujours celui qui conduit aux plus grands progrès. Il est même parfois plus bénéfique de donner le moins d'informations possibles et de laisser l'athlète faire ses expériences pour certaines tâches. Peh et al., (2011) mettent en évidence que certains types de focus peuvent être plus ou moins bénéfiques en fonction de l'étape

d'apprentissage dans laquelle le sujet se situe et l'objet dont il désire améliorer. Schucker et al. (2014) ainsi que McNevin et al. (2003) ont apporté des évidences en montrant que les focus internes n'étaient pas toujours aussi défavorables que nous pouvions le croire et que les focus externes n'étaient pas toujours très bons. Lorsqu'un entraîneur donne une instruction, il ne doit pas penser seulement au focus qu'induit son instruction, mais il doit surtout penser à la forme d'instruction qui convient le mieux à son athlète par rapport à son niveau d'apprentissage et par rapport à ce qu'il cherche à améliorer. Il est nécessaire d'avoir toujours à l'esprit que l'athlète est au centre des préoccupations et qu'il faut lui procurer les meilleurs moyens de progresser afin d'atteindre ses buts. Et pour arriver à ces fins, il est nécessaire de continuer dans le sens des recherches effectuées tout en ayant un regard critique face aux différents résultats obtenus et en essayant d'améliorer les protocoles expérimentaux.

7. Références

- Abian-Vicen, J., Alegre, L. M., Fernandez-Rodriguez, J. M., Lara, A. J., Meana, M., & Aguado, X. (2008). Ankle taping does not impair performance in jump or balance tests. *J Sports Sci Med*, 7(3), 350-356.
- Arthur, M., & Bailey, B. (1998). *Complete Conditioning for Football*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Carpenter, S. K., Lohse, K. R., Healy, A. F., Bourne Jr, L. E., & Clegg, B. A. (2013). External focus of attention improves performance in a speeded aiming task. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 2(1), 14-19. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jarmac.2012.11.002>
- Chiu, L. Z., & Salem, G. J. (2010). Pelvic kinematic method for determining vertical jump height. *J Appl Biomech*, 26(4), 508-511.
- Chiviacowsky, S., Wulf, G., & Wally, R. (2010). An external focus of attention enhances balance learning in older adults. *Gait & Posture*, 32(4), 572-575. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2010.08.004>
- Conley, M. S., Stone, M. H., Nimmons, M., & Dudley, G. A. (1997). Resistance training and human cervical muscle recruitment plasticity. *J Appl Physiol* (1985), 83(6), 2105-2111.
- Davids, K. (2007). Increases in Jump-and-Reach Height Through an External Focus of Attention: A Commentary. *International Journal of Sports Science and Coaching*, 2(3), 285-288. doi: 10.1260/174795407782233092
- Freedman, S. E., Maas, E., Caligiuri, M. P., Wulf, G., & Robin, D. A. (2007). Internal versus external: oral-motor performance as a function of attentional focus. *J Speech Lang Hear Res*, 50(1), 131-136. doi: 10.1044/1092-4388(2007/011)
- Gallwey, W. T. (1982). *The inner game of tennis* (Random House Trade Paperbacks ed.). New York.
- Hakkinen, K., & Komi, P. V. (1983). Electromyographic changes during strength training and detraining. *Med Sci Sports Exerc*, 15(6), 455-460.
- Kal, E. C., van der Kamp, J., & Houdijk, H. (2013). External attentional focus enhances movement automatization: a comprehensive test of the

- constrained action hypothesis. *Hum Mov Sci*, 32(4), 527-539. doi: 10.1016/j.humov.2013.04.001
- Konrad, P. (2005). The ABC of EMG: A practical introduction to kinesiological electromyography. *Noraxon, Inc, USA*.
- Land, W. M., Frank, C., & Schack, T. (2014). The influence of attentional focus on the development of skill representation in a complex action. *Psychology of Sport and Exercise*, 15(1), 30-38. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.psychsport.2013.09.006>
- Lohse, K. R., Sherwood, D. E., & Healy, A. F. (2010). How changing the focus of attention affects performance, kinematics, and electromyography in dart throwing. *Hum Mov Sci*, 29(4), 542-555. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.humov.2010.05.001>
- Marchant, D. C., Greig, M., & Scott, C. (2009). Attentional focusing instructions influence force production and muscular activity during isokinetic elbow flexions. *J Strength Cond Res*, 23(8), 2358-2366. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181b8d1e5
- McNevin, N. H., Shea, C. H., & Wulf, G. (2003). Increasing the distance of an external focus of attention enhances learning. *Psychol Res*, 67(1), 22-29. doi: 10.1007/s00426-002-0093-6
- Munzert, J., Maurer, H., & Reiser, M. (2014). Verbal-Motor Attention-Focusing Instructions Influence Kinematics and Performance on a Golf-Putting Task. *J Mot Behav*, 309-318. doi: 10.1080/00222895.2014.912197
- Newell, K. M. (1985). Coordination, Control and Skill. In R. B. W. David Goodman & M. F. Ian (Eds.), *Advances in Psychology* (Vol. Volume 27, pp. 295-317): North-Holland.
- Peh, S. Y.-C., Chow, J. Y., & Davids, K. (2011). Focus of attention and its impact on movement behaviour. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 14(1), 70-78. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsams.2010.07.002>
- Porter, J. M., Anton, P. M., & Wu, W. F. (2012). Increasing the distance of an external focus of attention enhances standing long jump performance. *J Strength Cond Res*, 26(9), 2389-2393. doi: 10.1519/JSC.0b013e31823f275c

- Porter, J. M., Ostrowski, E. J., Nolan, R. P., & Wu, W. F. (2010). Standing long-jump performance is enhanced when using an external focus of attention. *J Strength Cond Res*, 24(7), 1746-1750. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181df7fbf
- Porter, J. M., Wu, W. F., & Partridge, J. (2012). Focus of Attention and Verbal Instructions: Strategies of Elite Track and Field Coaches and Athletes. *Sport Science Review*, 19(3-4), 77-89. doi: 10.2478/v10237-011-0018-7
- Sayers, A., Sayers, B., & Binkley, H. (2008). Preseason Fitness Testing in National Collegiate Athletic Association Soccer. *Strength & Conditioning*, 30(2), 70-75. doi: 10.1519/SSC.0b013e31816a8849
- Schneider, W., & Fisk, A. D. (1983). Attention Theory and Mechanisms for Skilled Performance. In A. M. Richard (Ed.), *Advances in Psychology* (Vol. Volume 12, pp. 119-143): North-Holland.
- Schucker, L., Knopf, C., Strauss, B., & Hagemann, N. (2014). An internal focus of attention is not always as bad as its reputation: how specific aspects of internally focused attention do not hinder running efficiency. *J Sport Exerc Psychol*, 36(3), 233-243. doi: 10.1123/jsep.2013-0200
- Spaniol, F. J. (2009). Baseball Athletic Test: A Baseball-Specific Test Battery. *Strength & Conditioning*, 31(2), 26-29. doi: 10.1519/SSC.0b013e31819d3af8
- Vance, J., Wulf, G., Tollner, T., McNevin, N., & Mercer, J. (2004). EMG activity as a function of the performer's focus of attention. *J Mot Behav*, 36(4), 450-459. doi: 10.3200/jmbr.36.4.450-459
- Wu, W. F., Porter, J. M., & Brown, L. E. (2012). Effect of attentional focus strategies on peak force and performance in the standing long jump. *J Strength Cond Res*, 26(5), 1226-1231. doi: 10.1519/JSC.0b013e318231ab61
- Wulf, G. (2012). Attentional focus and motor learning: a review of 15 years. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 6(1), 77-104. doi: 10.1080/1750984X.2012.723728
- Wulf, G., & Dufek, J. S. (2009). Increased jump height with an external focus due to enhanced lower extremity joint kinetics. *J Mot Behav*, 41(5), 401-409. doi: 10.1080/00222890903228421

- Wulf, G., Dufek, J. S., Lozano, L., & Pettigrew, C. (2010). Increased jump height and reduced EMG activity with an external focus. *Hum Mov Sci*, 29(3), 440-448. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.humov.2009.11.008>
- Wulf, G., Hoss, M., & Prinz, W. (1998). Instructions for motor learning: differential effects of internal versus external focus of attention. *J Mot Behav*, 30(2), 169-179. doi: 10.1080/00222899809601334
- Wulf, G., McConnel, N., Gartner, M., & Schwarz, A. (2002). Enhancing the learning of sport skills through external-focus feedback. *J Mot Behav*, 34(2), 171-182. doi: 10.1080/00222890209601939
- Wulf, G., McNevin, N., & Shea, C. H. (2001). The automaticity of complex motor skill learning as a function of attentional focus. *Q J Exp Psychol A*, 54(4), 1143-1154. doi: 10.1080/713756012
- Wulf, G., Shea, C. H., & Matschiner, S. (1998). Frequent feedback enhances complex motor skill learning. *J Mot Behav*, 30(2), 180-192. doi: 10.1080/00222899809601335
- Wulf, G., Zachry, T., Granados, C., & Dufek, J. S. (2007). Increases in Jump-and-Reach Height Through an External Focus of Attention. *International Journal of Sports Science and Coaching*, 2(3), 275-284. doi: 10.1260/174795407782233182
- Zachry, T., Wulf, G., Mercer, J., & Bezodis, N. (2005). Increased movement accuracy and reduced EMG activity as the result of adopting an external focus of attention. *Brain Res Bull*, 67(4), 304-309. doi: 10.1016/j.brainresbull.2005.06.035
- Zentgraf, K., & Munzert, J. (2009). Effects of attentional-focus instructions on movement kinematics. *Psychology of Sport and Exercise*, 10(5), 520-525. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.psychsport.2009.01.006>

8. Annexes

8.1. Tables des figures

FIGURE 1. MOYENNES DES AMPLITUDES (EN CM) DES GROUPES FOCUS INTERNE, FOCUS EXTERNE, ET CONTROLE, DURANT LA PRATIQUE (JOURS 1 ET 2) ET DURANT LA RETENTION (JOUR 3) SUR LE SIMULATEUR DE MOUVEMENTS DE SLALOM DE SKI. FIGURE TIRÉE DE L'ÉTUDE DE WULF, HOSS, ET AL. (1998).	9
FIGURE 2. NOMBRE D'ERREURS POUR LES GROUPES DE FOCUS INTERNE ET EXTERNE DURANT LA PRATIQUE (JOURS 1 ET 2) ET LA RETENTION (JOURS 3) SUR LE STABILOMETRE. FIGURE TIRÉE DE WULF, HOSS, ET AL. (1998).	11
FIGURE 3. MOYENNES DES DISTANCES DE SAUTS (EN CM) POUR LES CONDITIONS DE FOCUS EXTERNE ET DE FOCUS INTERNE. FIGURE TIRÉE DE L'ÉTUDE DE (PORTER ET AL., 2010).	19
FIGURE 4. MOYENNES DES DISTANCES DE SAUT (EN CM) POUR LES CONDITIONS CONTROLE, EXTERNE PROCHE, ET EXTERNE LOINTAINE. FIGURE TIRÉE DE L'ÉTUDE DE PORTER, ANTON, ET AL. (2012).	21
FIGURE 5. MOYENNES DES HAUTEURS DES SAUTS (EN CM) EN FONCTION DES CONDITIONS INTERNE ET EXTERNE. FIGURE TIRÉE DE L'ÉTUDE DE WULF ET DUFEK (2009).	23
FIGURE 6. MOYENNES DU CHANGEMENT DANS LE DEPLACEMENT VERTICAL DU CENTRE DE MASSE (EN CM) EN FONCTION DES CONDITIONS INTERNE ET EXTERNE. FIGURE TIRÉE DE L'ÉTUDE DE WULF ET DUFEK (2009).	23
FIGURE 7. MOYENNES DES IMPULSIONS EN FONCTION DES CONDITIONS INTERNE ET EXTERNE. FIGURE TIRÉE DE L'ÉTUDE DE WULF ET DUFEK (2009).	24
FIGURE 8. MOYENNES DES MOUVEMENT DES ARTICULATIONS MAXIMALES DE LA CHEVILLE, DU GENOU ET DE LA HANCHE DE L'EXTREMITÉ DROITE DU BAS DU CORPS EN FONCTION DES CONDITIONS DE FOCUS INTERNE ET EXTERNE. FIGURE TIRÉE DE L'ÉTUDE DE WULF ET DUFEK (2009).	24
FIGURE 9. ACTIVITÉ MUSCULAIRE DES MUSCLES NÉCESSAIRE AU DECOLLAGE EN FONCTION DES CONDITIONS INTERNE ET EXTERNE. (AT=TIBIALIS ANTERIOR; BF=BICEPS FEMORIS; VL=VASTUS LATERALIS; RF=RECTUS FEMORIS; LG=LATERAL GASTROCNEMIUS). FIGURE TIRÉE DE L'ÉTUDE DE (WULF ET AL., 2010).	25
FIGURE 14 PRÉPARATION COMPLÈTE D'UNE PARTICIPANTE TERMINÉE (CAPTEURS, ÉLECTRODES ET FILET). CELLE-CI EFFECTUERA L'EXPÉRIENCE DE CETTE MANIÈRE.	34
FIGURE 15. SÉQUENCE ET FORCE/TEMPS D'UN <i>COUNTERMOVEMENT JUMP</i> . FIGURE TIRÉE DE L'ÉTUDE DE ABIAN-VICEN ET AL. (2008).	38
FIGURE 16. MOYENNES DES HAUTEURS DES SAUTS (EN MILLIMÈTRES) EN FONCTION DES CONDITIONS NEUTRE (NEU), EXTERNE (FE), INTERNE 1 (1FI) ET INTERNE 2 (2FI). LES PARTICIPANTS SAUTENT À DIFFÉRENTES HAUTEURS EN FONCTION DE L'INSTRUCTION QUI LEUR EST DONNÉE. NOUS RETROUVONS UNE DIFFÉRENCE SIGNIFICATIVE ENTRE LA CONDITION NEUTRE ET LA CONDITION DE FOCUS INTERNE (* $p < .05$). TOUTEFOIS LA CONDITION NEU SEMBLE APPORTER LES MEILLEURS RÉSULTATS.	40
FIGURE 17. MOYENNES DES FORCES MAXIMALES (EN NEWTON) EN FONCTION DES CONDITIONS NEUTRE (NEU), EXTERNE (FE), INTERNE 1 (1FI) ET INTERNE 2 (2FI). NOUS RETROUVONS LA PRODUCTION DE	

DIFFERENTES FORCES POUR DIFFERENTES CONDITIONS. UNE DIFFERENCE SIGNIFICATIVE SE RETROUVE ENTRE LA CONDITION FE ET 1FI AINSI QU'ENTRE LA CONDITION NEU ET 1FI (* $p < .05$). LES CONDITIONS FE ET 1FI QUI ETAIENT CENSEES PRODUIRE LE PLUS GRAND PIC DE FORCE MAXIMALE PAR RAPPORT A LEURS INSTRUCTIONS, N'ONT PAS LES RESULTATS ESCOMPTEES.....41

FIGURE 18. MOYENNES DES TEMPS ENTRE LA FORCE MAXIMALE ET LE DECOLLAGE (EN MILLISECONDES) EN FONCTION DES CONDITIONS NEUTRE (NEU), EXTERNE (FE), INTERNE 1 (1FI) ET INTERNE 2 (2FI). LES DIFFERENTES CONDITIONS INDUISENT DIFFERENTS TEMPS. UNE DIFFERENCE SIGNIFICATIVE SE RETROUVE ENTRE LA CONDITION NEU ET 2FI (* $p < .05$). NOUS RETROUVONS LES RESULTATS LES PLUS BAS CHEZ LE 2FI CE QUI MONTRE QUE LES PARTICIPANTS ONT JOUE LE JEU ET SUIVI L'INSTRUCTION QU'ILS ONT REÇUE.42

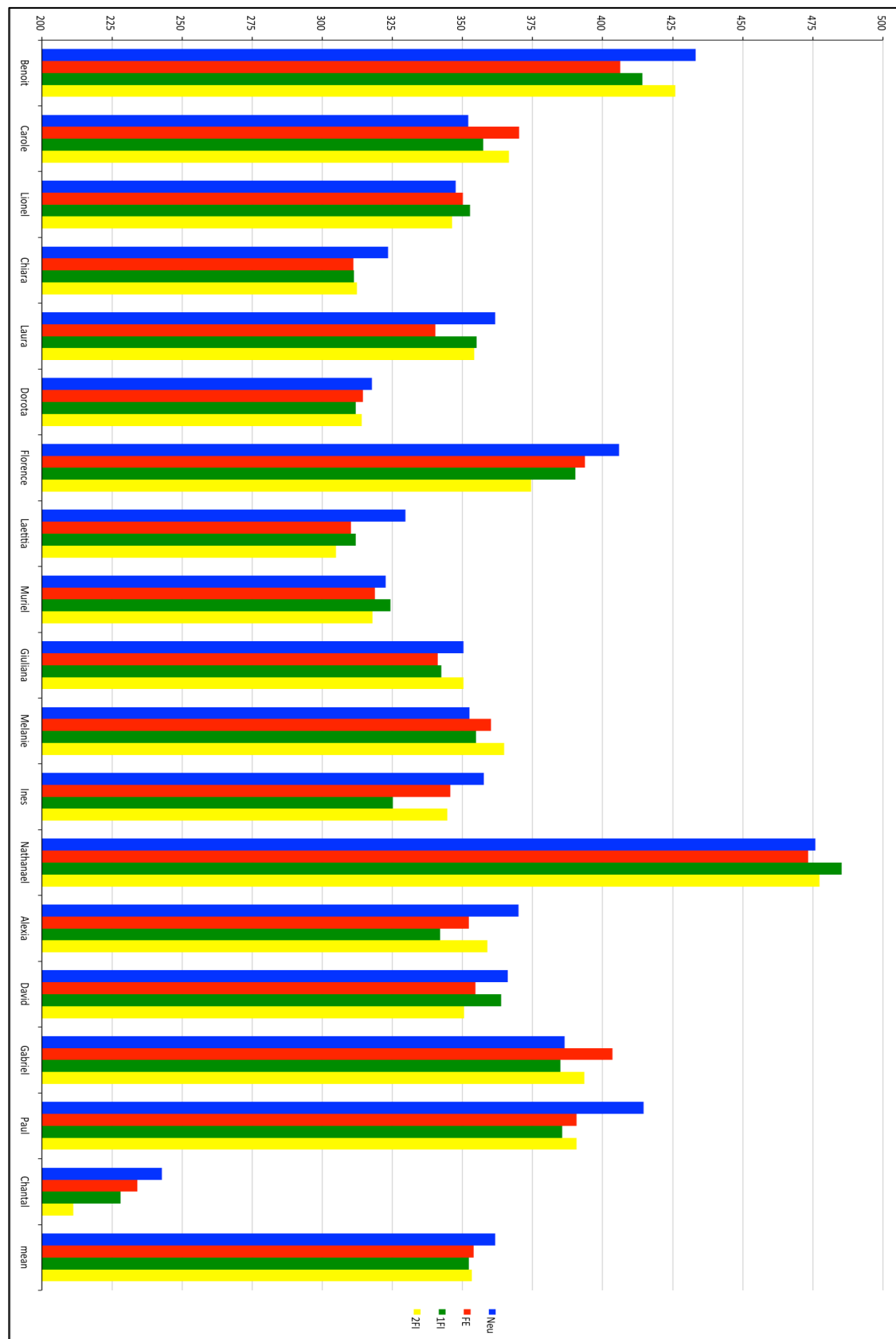
FIGURE 19. MOYENNES DU RAPPORT DE LA FORCE PAR LE TEMPS (EN NEWTON PAR MILLISECONDES) EN FONCTION DES CONDITIONS NEUTRE (NEU), EXTERNE (FE), INTERNE 1 (1FI) ET INTERNE 2 (2FI). DES DIFFERENCES SIGNIFICATIVES SE RETROUVENT ENTRE LA CONDITION NEU ET 2FI ET LA CONDITION FE ET 2FI (* $p < .05$). NOUS RETROUVONS LES RESULTATS LES PLUS GRANDS CHEZ LE 2FI CE QUI MONTRE QUE LES PARTICIPANTS ONT JOUE LE JEU ET SUIVI L'INSTRUCTION QU'ILS ONT REÇUE.....43

FIGURE 20. MOYENNES DES VARIATIONS DE L'ANGLE DE LA HANCHE (EN DEGRES) AU COURS DU SAUT EN FONCTION DES CONDITIONS NEUTRE (NEU), EXTERNE (FE), INTERNE 1 (1FI) ET INTERNE 2 (2FI). DES DIFFERENCES SIGNIFICATIVES SE RETROUVENT ENTRE LA CONDITION NEU ET 2FI ET LA CONDITION FE ET 2FI (* $p < .05$). LA CONDITION 2FI SEMBLE APPORTER LA VARIATION LA MOINS GRANDE, CE QUI PEUT ETRE ATTENDU COMPTE TENU DE L'INSTRUCTION A LAQUELLE ELLE FAIT REFERENCE.....44

8.2. Table de tableaux

TABLE 1. FONCTION ANATOMIQUE DES MUSCLES EVALUES (WULF ET AL., 2010).	34
---	----

8.3. Moyennes des hauteurs des sauts des différents participants en fonction des différentes conditions (Neu, FE, 1FI, 2FI)



8.4. Déclaration personnelle

Je sous-signé-e certifie avoir réalisé le présent travail de façon autonome, sans aide illicite quelconque. Tout élément emprunté littéralement ou mutatis mutandis à des publications ou à des sources inconnues, a été rendu reconnaissable comme tel."

Martigny, le 7 août 2014

Yves Crettenand

8.5. Droits d'auteur

Je sous-signé-e reconnais que le présent travail est une partie constituante de la formation en Sciences du Mouvement et du Sport à l'Université de Fribourg. Je m'engage donc à céder entièrement les droits d'auteur - y compris les droits de publication et autres droits liés à des fins commerciales ou bénévoles - à l'Université de Fribourg.

La cession à tiers des droits d'auteur par l'Université est soumise à l'accord du (de la) sous-signé-e uniquement.

Cet accord ne peut faire l'objet d'aucune rétribution financière."

Martigny, le 7 août 2014

Yves Crettenand