

Université de Fribourg
Département de Médecine

**Quelles sont les influences de l'imagerie mentale et des
focus attentionnels sur les performances liées à la
hauteur d'un saut avec contre-mouvement (CMJ) ?**

Travail de Master pour l'obtention du titre Master of Science
Unité « Sciences du Mouvement et du Sport »

Conseiller : Professeur Wolfgang Taube
Co-conseillers : Alain Rouvenaz et Martin Keller

Luc Mory
Octobre 2013

Sommaire :

1. RÉSUMÉ :	3
2. INTRODUCTION :	4
2.1. SITUATION DE DÉPART :	4
2.2. PROBLÉMATIQUE ET QUESTIONS DE RECHERCHES :	7
3. MÉTHODE :	9
3.1. SUJETS :	9
3.2. PROTOCOLE DE TEST :	10
3.2.1. <i>Echauffement</i> :	11
3.2.2. <i>Protocole de saut</i> :	14
3.2.3. <i>Matériel divers</i> :	17
3.2.4. <i>Description des séries de sauts</i> :	18
3.3. DONNÉES CINÉMATIQUES :	25
3.4. DONNÉES D'ACCELÉROMÉTRIE :	25
3.5. ANALYSE DES DONNÉES :	25
3.6. EFFETS À COURT TERME :	26
4. RÉSULTATS :	27
4.1. SANS CONSIGNE (SC) :	30
4.2. REPRÉSENTATION MENTALE DU SAUT (RM):	31
4.3. REPRÉSENTATION DES MUSCLES ANTAGONISTES (RMA):	32
4.4. COMPARAISONS DES INFLUENCES DES REPRÉSENTATIONS DE L'ACTION DES MUSCLES AGONISTES ET ANTAGONISTES :..	33
4.5. REPRÉSENTATION DE LA LEGPRESS (RLP) :	35
4.6. VISIONNEMENT CLIP VIDÉO AVEC BONNES TECHNIQUE ET PERFORMANCE (EV+):	39
4.7. VISIONNEMENT CLIP VIDÉO AVEC MAUVAISES TECHNIQUE ET PERFORMANCE (EV-):	40
5. DISCUSSION ET CONCLUSIONS :	48
5.1. POINTS FORTS ET LIMITES DU TRAVAIL :	48
5.1.1. <i>Points forts liés aux hypothèses de base</i> :	48
5.1.2. <i>Limites du travail</i> :	53
5.2. PERSPECTIVES DE RECHERCHE :	55
6. BIBLIOGRAPHIE :	58
7. ANNEXES :	61
7.1. FICHES DE CONSENTEMENT DES SUJETS :	62
7.2. IMAGES EXPLICATIVES DE LA LEGPRESS :	63
7.3. PROTOCOLE D'ÉCHAUFFEMENT BASÉ SUR L'ÉCHAUFFEMENT RUSSE :	64
DÉCLARATION PERSONNELLE :	65
DÉCLARATION DE CESSION DES DROITS D'AUTEUR :	65
REMERCIEMENTS :	65

1. Résumé :

Le but de ce travail était de mesurer les effets de l'imagerie mentale et de différents focus attentionnels sur un saut avec contre-mouvement appelé Countermovement Jump (CMJ). Plus précisément, ce sont différents paramètres pouvant influencer la performance liée à la hauteur lors de l'exécution des sauts qui ont été étudiés. Dix-huit sujets, tous des hommes âgés de 24.8 ± 2.48 ans et pratiquant régulièrement une activité physique, ont participé à cette étude. Ils avaient pour tâche d'effectuer six séries de huit sauts en étant, lors de chaque série, mis dans des conditions différentes. En effet, l'imagerie mentale était mise à l'épreuve ou le focus attentionnel variait en fonction de la série de sauts proposés. Ainsi, on testait leurs performances sur des séries de sauts effectuées : a) sans consigne particulière (SC), b) après représentation mentale (RM), c) après représentation de la legpress (RLP), d) après représentation de l'activité des muscles antagonistes (RMA), e) après visionnement d'un extrait vidéo dans lequel la performance et la technique sont bonnes (EV+) et enfin f) après visionnement d'un extrait vidéo dans lequel la performance et la technique sont mauvaises (EV-).

Les résultats ont tout d'abord démontré, par le biais de test t de student, que les résultats obtenus étaient significatifs. En effet, lorsqu'on a comparé les résultats des 5 séries par rapport à la série de base, on a à chaque fois obtenu une P-value inférieure à 5%. Dès lors, on peut affirmer qu'il y a plus de 95% de chances que les résultats obtenus après chaque série de sauts puissent s'appliquer de manière générale à quiconque effectuera ces séries.

En outre, il a également été constaté que plusieurs focus attentionnels altéraient la performance liée à la hauteur de saut. En effet, on peut par exemple mentionner que la vidéo a eu une véritable influence positive non seulement sur la qualité technique du saut, mais également sur la performance qui en découle. 77.8% ont présenté une amélioration de hauteur de sauts. Sur ce pourcentage, la moyenne d'amélioration entre les séries était de 1.08 ± 1.58 centimètres. En ce qui concerne la série 'EV-', également 77.8% des sujets ont présenté des améliorations de performance, qui étaient cette-fois-ci de 0.96 ± 1.35 centimètres.

Des améliorations de performance ont également pu être constatées lorsque les sujets devaient se représenter mentalement en train de travailler leur force sur l'appareil appelé legpress (RLP). En effet, 94.4% des sujets ont obtenus une amélioration de performance qui était en moyenne de 1.16 ± 0.94 centimètres. Les autres séries n'ont pas fourni de résultats significatifs.

Ces différents résultats ouvrent la voie à d'éventuelles nouvelles recherches approfondies dans le domaine de l'imagerie mentale et de l'influence des focus attentionnels sur une tâche motrice quelconque à accomplir.

2. Introduction :

Dans de nombreux sports tels que l'athlétisme, le volleyball, le basketball ou encore le football, rechercher la hauteur par le biais de sauts en extension est une qualité déterminante. Bien entendu, cela peut également être un facteur limitant de la performance dans la mesure où cette capacité à sauter haut est directement liée à la capacité de l'athlète à produire une quantité importante d'énergie dans ses jambes. La capacité à sauter peut être mesurée à l'aide de divers tests de détente.

2.1. Situation de départ :

Bergmann et al. (2012), dans le cadre d'une étude sur les drops jumps, ont établi que lorsque des sujets se représentent mentalement le saut avant de l'effectuer, ceci en utilisant la technique de l'imagerie mentale¹, l'indice de leurs performances en ressortait amélioré. Les résultats de leur expérience figurent sur la figure 1. Les chercheurs pensent néanmoins qu'utiliser l'imagerie mentale comme préparation mentale pour améliorer les performances dans l'exécution de drop jumps semble être limité.

¹ « L'imagerie mentale est une répétition mentale consciente d'une tâche motrice sans aucune exécution manifeste de cette tâche » (Bergmann et al., 2012)

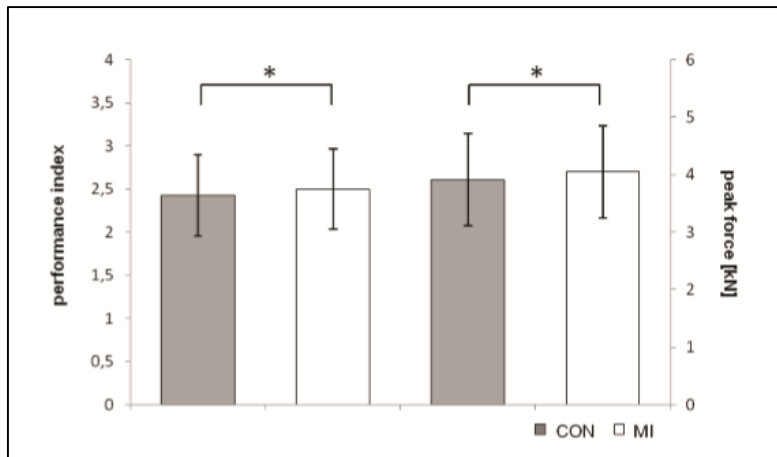


Fig. 1 : indice de performance et pic de réaction au sol des groupes 'imagerie mentale' et 'contrôle'. Les valeurs représentent les moyennes et les déviations standard.
 * indique une différence significative entre les deux conditions.

D'autres études ont également démontré que le fait d'utiliser l'imagerie mentale améliorerait les performances. Roure et al. (1998) ont émis l'hypothèse que l'imagerie mentale peut aider à la construction d'un schéma qui peut être par la suite reproduit, sans forcément y penser, lors de la pratique d'une tâche motrice, et donc favoriser la performance.

Il existe diverses théories qui expliquent comment l'utilisation de l'imagerie mentale améliore la performance sportive. Boschker (2001, cité par Basson et Whitehead, 2003) stipule qu'il en existe en tout cas quatre : la première, appelée théorie psycho-neuromusculaire, est basée sur le fait que les mêmes muscles sont activés durant l'exécution d'un mouvement et l'imagerie de ce mouvement. Le feedback neuromusculaire de cette petite activité musculaire est susceptible d'être suffisant pour supporter un apprentissage, ce qui expliquerait l'amélioration de performance observée après l'imagerie mentale de tâches motrices. (Annett, 1995, cités par Basson et Whitehead, 2003).

La deuxième théorie, appelée théorie de l'apprentissage symbolique, stipule que différentes caractéristiques d'une action motrice sont encodées et répétées symboliquement, et que ce sont ces aspects cognitifs des diverses tâches qui tirent avantage de cette répétition mentale. Elle affirme également que l'imagerie est plus efficace lors d'actions à prédominances cognitives que lors d'actions purement motrices.

Il existe également une hypothèse, appelée hypothèse de l'attention ou de l'éveil, qui établit qu'il existe des différences individuelles lors des états d'éveil, et que le niveau optimal d'éveil ou d'attention des individus varie en fonction de la tâche qui doit être accomplie. L'imagerie du mouvement peut être utile dans l'ajustement des niveaux d'éveil avant les compétitions, ce qui pourrait expliquer les effets positifs de l'imagerie de motivation et celle se basant sur la pré-compétition.

Il existe encore un autre modèle, communément appelé la théorie de la self-efficacité, qui stipule que l'imagerie augmente les attentes de l'athlète par rapport à une performance positive, ce qui aurait des conséquences positives sur la performance motrice. Enfin, les psychologues Alan J. Budley, Shane M. Murphy et Tobert Woolfolk affirment que pratiquer mentalement une tâche motrice influence la performance de manière plus positive qu'aucune pratique.

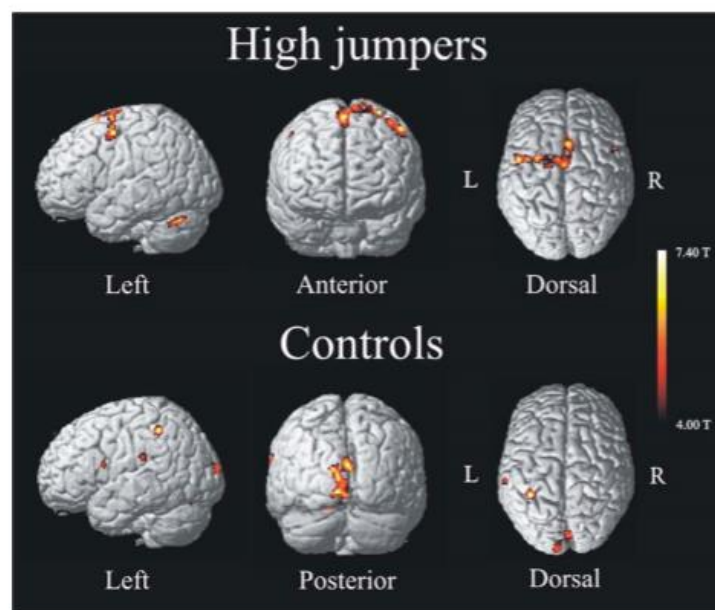


Fig. 2 : Modèle d'activation trouvé pour le groupe de bons sauteurs (haut) et le groupe contrôle (bas), effectuant la même tâche, à savoir l'imagerie interne d'un saut vertical.

Olsson et al. (2008) ont testé les différences d'activité du cerveau auprès de deux groupes qui devaient réaliser l'imagerie motrice d'un saut vertical. La figure 2 présente les résultats qui ont démontré que le premier groupe, composé de bons sauteurs, activent d'abord les aires motrices du cerveau. L'autre groupe, composé de novices en la matière, activent d'abord les aires visuelles du cerveau. Ces résultats indiquent que si on souhaite utiliser une imagerie interne dans la réalisation d'une tâche motrice complexe, et donc réaliser de meilleures performances, on se doit d'avoir une représentation

motrice bien établie et précise de la tâche en question, ce qui se traduit ensuite par un modèle moteur ou interne de l'activité cérébrale. Si ce n'est pas le cas, c'est une perspective externe qui va être utilisée et ainsi l'activation cérébrale correspondante sera un modèle visuel ou externe, entraînant des diminutions de performances.

Il était important d'aborder plus en détails l'imagerie mentale, qui va jouer un grand rôle dans cette étude. En effet, lors de la phase de test, les sujets seront amenés, avant chaque série de sauts, à utiliser cette technique et les résultats seront observés. Ils devront également jouer avec des focus attentionnels variés. Dès lors, on peut se demander quelle est la place de l'imagerie mentale et de la focalisation de l'attention par rapport aux performances de saut ? Existe-t-il des paramètres bien définis qui jouent un rôle prépondérant dans l'exécution de sauts, et plus particulièrement dans l'exécution de sauts avec contre-mouvement ? Si oui, lesquels ? En testant les sujets ainsi que leurs réactions motrices et psychologiques aux différentes conditions dans lesquelles ils seront placés, c'est ce que ce travail va tenter de clarifier.

2.2. Problématique et questions de recherches :

Ainsi, cette étude tentera de mesurer les effets de différentes formes d'imageries mentales et de focus attentionnels sur un saut avec contre-mouvement appelé Countermovement Jump (CMJ) qui est un saut vertical pliométrique souvent utilisé comme test de terrain ou de laboratoire pour étudier le cycle étirement-détente des membres inférieurs chez les sportifs. Plus précisément, ce sont différents paramètres pouvant influencer la performance liée à la hauteur lors de l'exécution des sauts qui seront étudiés. Ainsi, chaque sujet aura pour tâche d'effectuer plusieurs séries de sauts après imagerie mentale ou avec un focus attentionnel différent pour chaque série.

La focalisation de l'attention est définie par Cox (2002) comme « la faculté du sportif à fixer son attention sur les bons stimuli pendant la compétition, qui sous-entend que l'individu est capable, si besoin est, de rétrécir ou d'élargir son attention » (p. 124). Il existe deux types de focalisations de l'attention ; la focalisation interne et la focalisation externe. « Avec la focalisation interne, les pensées et les sentiments de l'athlète sont centrés vers l'intérieur de sa personne, tandis que dans le cas de la focalisation externe, son attention est orientée vers des indices extérieurs tels que le ballon et les adversaires. » (Cox, 2002, p. 128)

Dans un premier temps, chaque sujet devra effectuer une série de CMJs sans focus particulier. Cette série constituera la base sur laquelle seront comparés les autres résultats. Par la suite, le sujet effectuera les sauts après s'être représenté mentalement le déroulement de ce dernier. Lors de la série suivante, il devra se représenter mentalement la legpress, focalisant dès lors son attention sur un mouvement différent que celui qu'il devra effectuer. S'ensuivra alors une série lors de laquelle le sujet devra focaliser son esprit sur la fonction et l'action des muscles antagonistes à ceux engagés dans l'exécution d'un CMJ, de telle sorte à pouvoir constater si la pré-activation induite par l'imagerie mentale aide vraiment les sujets ou alors ce n'est que le fait d'être plus focalisé avant les sauts qui les aide à performer. Lors des dernières séries de saut, l'influence d'une observation vidéo sera testée lorsque le sujet effectuera une série de sauts après avoir visionné un extrait d'un saut de bonne puis de mauvaise qualité. Un saut de qualité est défini par une réalisation du contre-mouvement très rapide avec une flexion profonde afin d'emmagasiner le maximum d'énergie et d'augmenter le chemin d'impulsion. » (Dufour, 2009, p. 80)

Toutes les séquences feront l'objet d'un vidéo tracking, qui n'est autre qu'un procédé qui consiste à estimer la position dans le temps d'un ou plusieurs objets en utilisant une caméra vidéo (Maggio & Cavallaro, 2011). Ce procédé sera utilisé afin de pouvoir analyser en détails les paramètres « amplitude » et « vitesse ».

Les diverses hypothèses émergentes de ce travail sont les suivantes :

- Lorsqu'un sujet se représente mentalement un saut avant de l'effectuer, sa performance sera meilleure. L'étude tentera de ce fait de confirmer les résultats obtenus par Bergmann et al. (2012).
- Lorsqu'un sujet se représente mentalement la legpress, sa performance sera moins bonne, du fait que son attention sera dirigée sur un mouvement totalement différent de celui qui devra réellement être effectué.
- Lorsqu'un sujet focalise son esprit sur la fonction des muscles antagonistes à ceux engagés dans l'exécution du saut, sa performance sera moins bonne.
- Le visionnement d'une vidéo devrait améliorer la performance après un visionnement d'un saut de qualité et diminuer la performance après visionnement d'un mauvais saut.
- La technique de saut variera selon les focus utilisés.

Les observations et résultats obtenus seront utilisés pour compléter la littérature actuelle sur l'influence de ces différents facteurs sur la performance d'un sujet effectuant des sauts, et plus particulièrement des CMJs.

3. Méthode :

3.1. Sujets :

Pour l'expérience, vingt sujets, tous des hommes âgés de 24.8 ± 2.48 ans ont accepté de participer. Marcovic et al. (2004, cités par Richter et al., 2011), ont démontré une bonne fiabilité de résultats lorsqu'il s'agissait, pour des jeunes étudiants en sport, d'effectuer des drop jumps et des countermovement jumps sans mouvement des bras. Ils pensent que le fait d'avoir des expériences préalables dans le domaine d'activités explosives telles que les sauts ont permis d'obtenir ces résultats. C'est la raison pour laquelle il a été décidé, dans le cadre de cette expérience, de travailler avec des jeunes gens sportifs ayant déjà une certaine activité physique régulière et connaissant les CMJ.

En signant la feuille de consentement (disponible en annexe), les sujets ont attesté avoir compris et accepté les informations données, avoir pu poser toutes les questions souhaitées et avoir reçu des réponses satisfaisantes. Ils ont aussi été informés que toutes les données personnelles et les résultats obtenus à leur sujet, ainsi que leur participation à l'étude étaient confidentiels et ne seraient disponibles qu'aux chercheurs directement impliqués dans cette étude. De plus, les résultats obtenus lors de l'étude seront publiés de manière anonyme, et sous une forme qui ne peut pas les identifier, dans une ou plusieurs publications scientifiques. La procédure de l'expérience leur a clairement été expliquée à tous de la même manière et ils ont tous donné leur accord et ont consenti à participer volontairement à l'étude susmentionnée comme sujet.

Tous les sujets pratiquent un ou plusieurs sports régulièrement et ils étaient tous en bonne santé au moment du test. Aucun d'entre eux n'a déjà participé à une telle expérience de sauts avec contre mouvement auparavant. De plus, aucun d'entre eux ne présentait des séquelles physiques dues à une éventuelle blessure passée.

3.2. Protocole de test :

Afin d'être le plus précis possible, il convenait d'établir un protocole de test qui le soit également. Ainsi, dans un premier temps, une session test a été organisée afin de se rendre compte s'il fallait apporter ou non des modifications au déroulement du test.

A la suite de cette journée test, voici exactement les différents détails et caractéristiques de test qui ont été retenus. Ceux-ci ont été figurés dans le tableau 1 et ont été transmis tels quels aux participants.

Tab. 1 : Description générale du déroulement du test

Planification		Informations
Test pour les 18 sujets engagés	1	Échauffement spécifique de 5'
	2	8x Countermovement Jump normaux, avec les différentes mesures relatives à ces sauts
		3min de pause
	3	8x Countermovement Jump avec représentation mentale préalable à chaque saut
		3min de pause
	4	8x Countermovement Jump avec représentation de la legpress
		3min de pause
	5	8x Countermovement Jump où le sujet doit se concentrer sur l'action des muscles antagonistes
		3min de pause
	6	8x Countermovement Jump après visionnage d'un extrait vidéo où la performance est bonne et la technique adéquate
		3min de pause
	7	8x Countermovement Jump après visionnage d'un extrait vidéo où la performance est mauvaise et la technique hésitante

3.2.1. Echauffement :

Bien entendu, il n'existe pas de pratique sportive qui ne soit pas précédée d'un échauffement. En effet, avant de produire un effort, il convient non seulement d'élever la température musculaire, dont le « but de la mise en action est d'augmenter la vascularisation des groupes musculaires concernés » (Cometti, 2005), mais aussi la température centrale du corps.

Car selon Joch et Uckert (2001, cités par Cometti, 2005), une augmentation de la température corporelle de 2° permet une plus grande efficacité des réactions chimiques de l'organisme. Cette élévation s'obtient avec un enchaînement d'exercices dont l'intensité augmente progressivement (et non pas avec des efforts peu intenses qui durent). Ces deux niveaux de l'échauffement, qui figurent sur la figure 1, sont utilisés dans le but que le corps soit au mieux préparé à l'activité physique ou sportive qui va suivre. Et ceci également afin de prévenir les éventuelles blessures qui pourraient arriver.

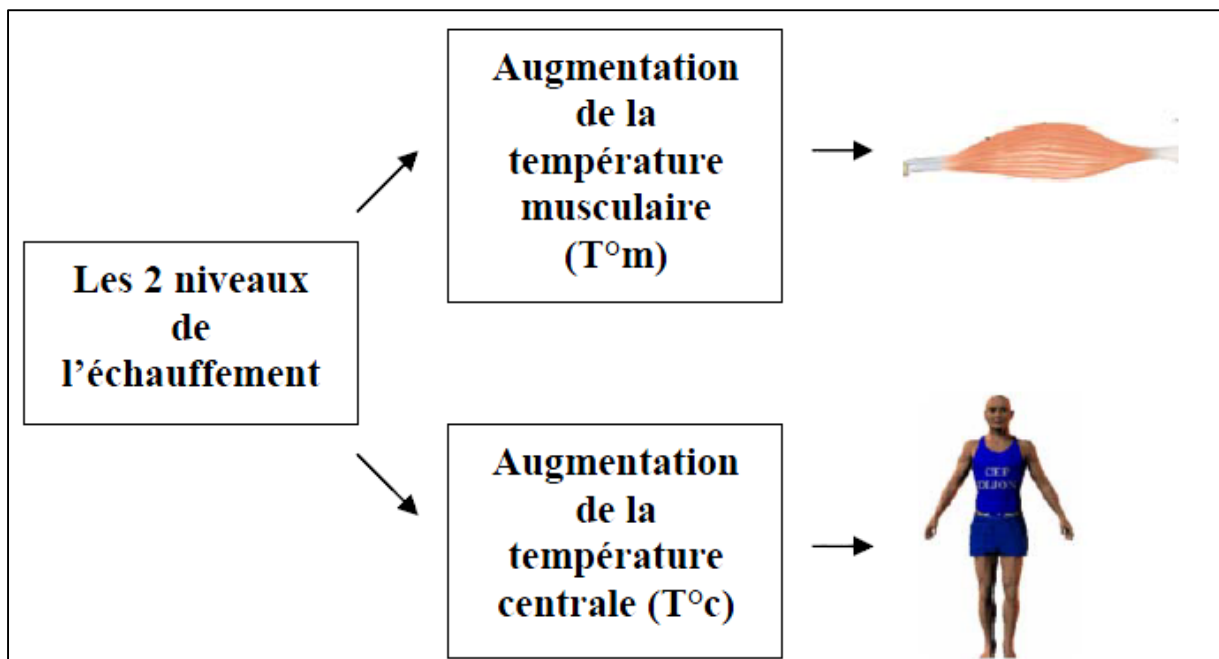


Fig. 3 : Les deux niveaux de l'augmentation de température de l'échauffement (Cometti, 2005)

Dans le cas de cette expérience, il a fallu décider du type d'échauffement qui allait être retenu. C'est finalement l'échauffement « russe » qui a été choisi. Ce type d'échauffement, créé par Mastérovoï en 1964, vise selon Cometti (2012) « à augmenter la circulation dans le muscle afin de faire augmenter la température.

Il s'agit de faire jouer au muscle un rôle de pompe, en alternant contractions localisées sur des mouvements analytiques avec faibles résistances et relâchements marqués. »

C'est cet échauffement qui a été choisi car, toujours selon Cometti (2012), « les bénéfices liés à l'augmentation de la température musculaire sont nombreux. Parmi eux, ont été reportés : une diminution de la raideur au niveau des muscles et des tendons, une meilleure transmission de l'influx nerveux, une modification de la relation force-vitesse et une amélioration de la glycolyse, de la glycolyse et de la dégradation des phosphates. »

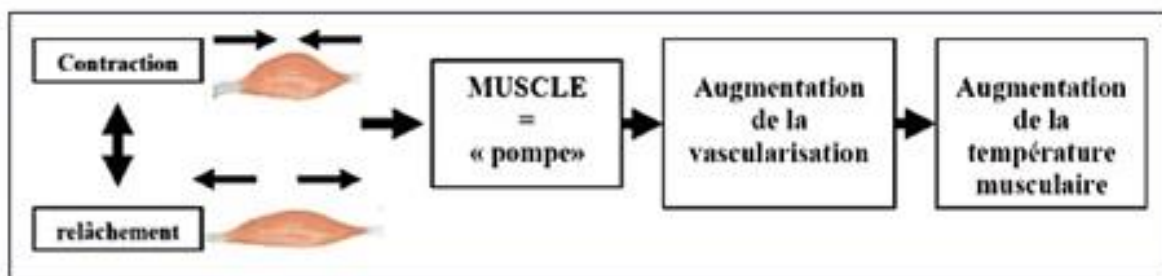


Fig. 4 : La logique de l'augmentation de la température musculaire de Mastérovï (Cometti, 2005)

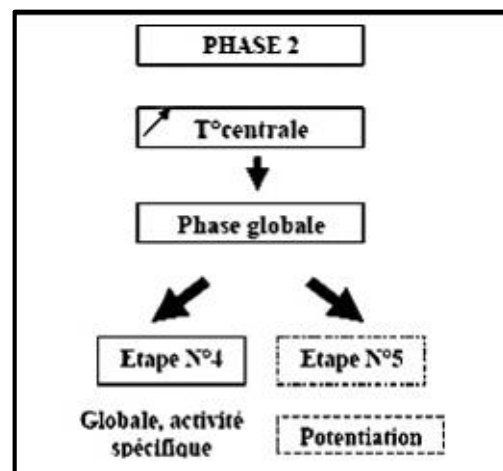
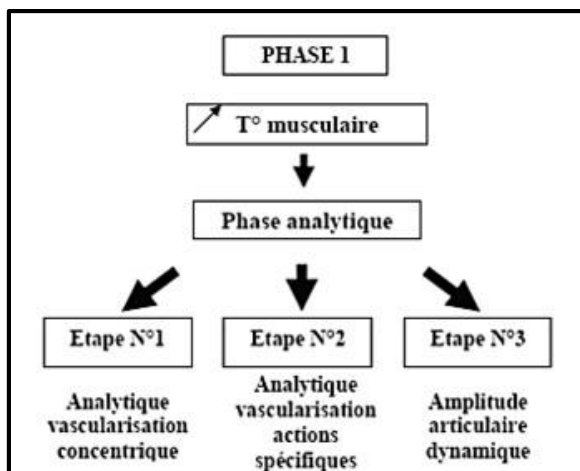


Fig. 5 : Les 3 étapes de la 1^{ère} phase (Cometti, 2005) Fig. 6 : Echauffement russe, phase 2 (Cometti, 2005)

Sur la base de ces différentes données, les figures 5 et 6 présentent les différentes phases composant un échauffement russe. A ces étapes correspondent différents types d'exercices. Ceux-ci sont basés sur ceux proposés par Cometti (2005) et ont été proposés aux sujets de la manière suivante :

Etape analytique de vascularisation en force concentrique :

L'objectif de cette étape est de «passer en revue les différents groupes musculaires pour les solliciter en concentrique, contre résistance avec relâchement entre chaque contraction pour bien faire jouer au muscle son rôle de pompe afin d'augmenter la vascularisation.» (Cometti 2005) Voici les différents exercices proposés par rapport aux groupes musculaires à échauffer.

Pour le quadriceps :

- Départ jambes écartées : fléchir une jambe avec transport du poids du corps et se relever rapidement. A répéter 20 fois.
- 20 squats en se relevant sur une jambe.

Pour le psoas :

- En position debout, réaliser une flexion de hanche rapide d'un côté, genou fléchi, puis effectuer le même mouvement de l'autre côté. 20 répétitions au total.

Pour le triceps :

- Debout, la plante du pied sur une plateforme surélevée : se mettre sur la pointe des pieds. 20 répétitions.

Pour les ischio-jambiers :

- A plat ventre : fléchir une jambe, ramener le talon contre la fesse et exercer une résistance au dos du talon en s'aidant de l'autre jambe. Tenir une vingtaine de secondes de chaque côté.

Pour le grand fessier :

- Sur le dos : en position de pont, en appui sur un pied, réaliser une contraction rapide du grand fessier pour arriver en position alignée. 20 répétitions au total.

Etape analytique de vascularisation avec sollicitation musculaire spécifique :

Cette phase sert, «tout en continuant de faire « pomper » le muscle, [à le préparer] aux modes de contraction qui l'attendent dans la compétition qui suit.» (Cometti, 2005) Voici donc l'exercice qui a été choisi :

- Fentes avant : alterner jambe droite et gauche, réaliser une fente et se relever rapidement.

3.2.2. Protocole de saut :

Afin de garantir une certaine qualité dans l'exécution du mouvement, comme prérequis les sujets doivent avoir entraîné le saut avant d'effectuer le test et ne souffrir d'aucune blessure physique. Le protocole de CMJ en vigueur lors de la phase de test n'est autre que celui provenant directement de la société Myotest (Sion, Suisse), qui fournit le matériel nécessaire aux diverses mesures.

Selon Bubanj et al. (2010), l'appareil Myotest est un appareil de mesure sûr et facile à utiliser. Les différents protocoles existant peuvent être utiles pour les coaches, les athlètes, les médecins et les patients non seulement dans le but d'évaluer la force explosive, mais également dans la planification des entraînements et des programmes de récupération.

Woodrup (2012) va également dans ce sens et estime que l'appareil Myotest est un appareil d'entraînement polyvalent et précieux. Il est facile à utiliser, et, le plus important, fournit exactement le genre d'informations que les coaches et athlètes peuvent utiliser de manière à rendre leurs entraînements plus productifs. Etant donné que l'appareil est considéré comme fiable, il a été choisi comme appareil principal de mesures, qu'il s'agisse de mesures de hauteur, de force ou de vitesse.

Lorsqu'on souhaite effectuer des analyses de CMJ, il faut tout d'abord savoir quelle sorte de CMJ conviendra le mieux aux tests. En effet, il existe deux types de CMJ : le CMJ effectué avec mouvement des bras et celui réalisé sans mouvement des bras. Marcovic et al. (2004), cités par Richter et al. (2011), ont démontré une bonne fiabilité de résultats lorsqu'il s'agissait, pour des jeunes étudiants en sport, d'effectuer des drop jumps et des countermovement jumps sans mouvement des bras. Dès lors, ce sont les CMJ sans mouvement des bras qui ont été choisis pour réaliser ce test.

Pour en revenir au protocole de saut, la société Myotest® (Sion, Suisse) stipule que le CMJ doit être effectué de la manière suivante :

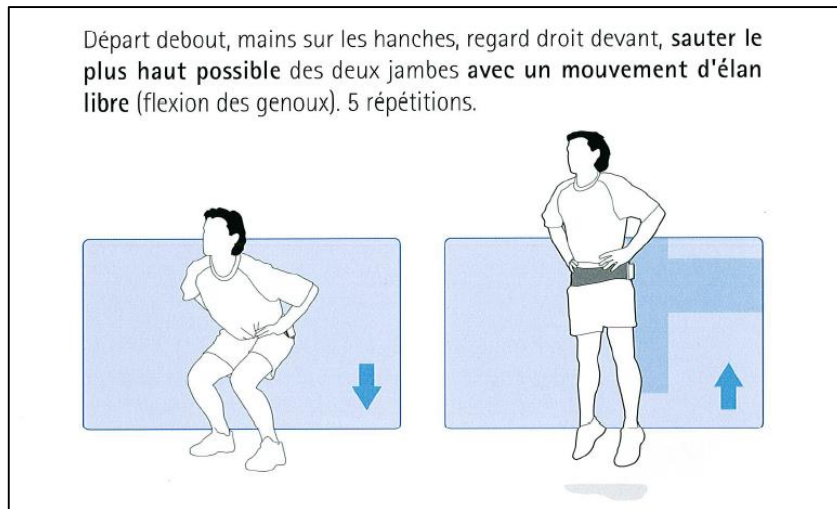


Fig. 7 : Description du mouvement à effectuer (Myotest SA)

Dans le cadre de notre expérience, le nombre de répétitions n'est pas de 5, mais de 8 répétitions. Plus précisément, voici, images à l'appui, les différentes phases détaillées du CMJ :

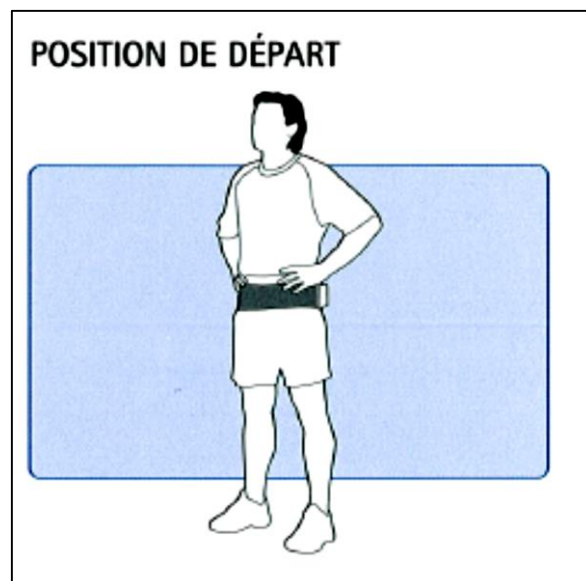


Fig. 8 : position de départ (Myotest SA)

L'athlète est debout, en position droite et neutre. Ses pieds sont écartés à la largeur des hanches. Il pose ses mains sur les hanches (plus précisément, sur les crêtes iliaques). L'athlète regarde droit devant lui. Il définit un point situé à hauteur des yeux à fixer du regard pendant le test. Garder le même point lors de chaque saut.

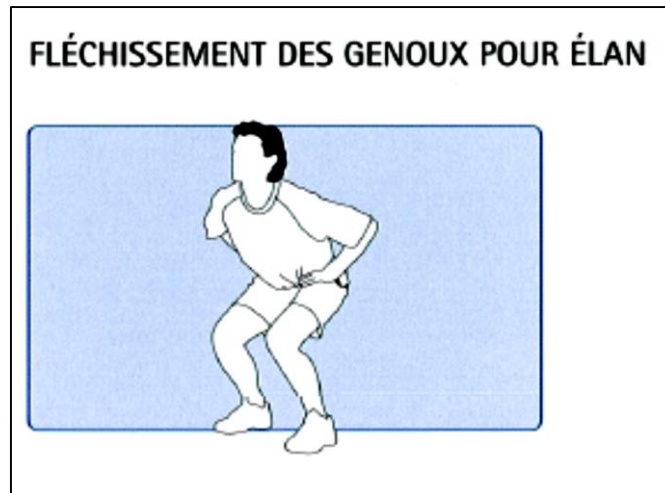


Fig. 9 : Prise d'élan (contre-mouvement) (Myotest SA)

En position de départ, fléchir les genoux pour prendre son élan et sauter le plus haut possible en se propulsant des deux jambes. Les mains doivent rester sur les hanches durant le saut et la réception.

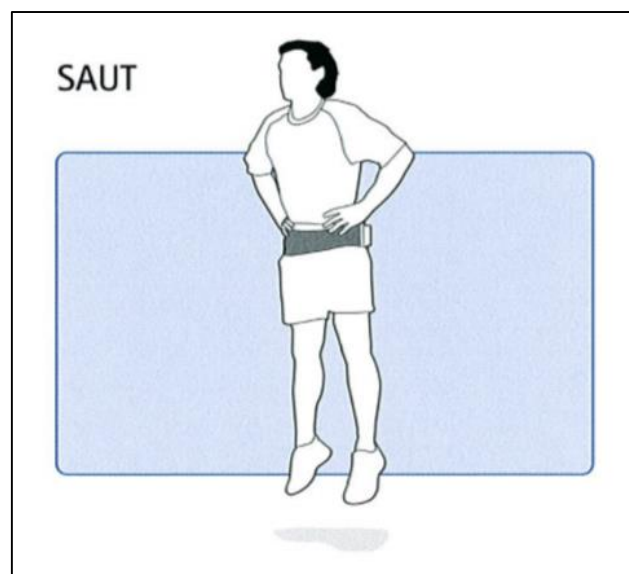


Fig. 10 : phase d'envol (Myotest SA)

Les jambes restent tendues durant le saut (ne pas plier les genoux ou remonter les jambes). Après réception, revenir à la position de départ. Le saut est répété 8 fois.

Finalement, le saut se termine par une réception pieds joints puis par un retour à la position de départ. Il est important que le directeur de test soit clair et précis dans les explications qu'il donne aux participants. Dès lors, il prendra la peine, au début de chaque série de sauts, de dire aux participants les phrases suivantes :

- « En position de départ, regard doit devant ». Une fois qu'il aura contrôlé que le participant est en position correcte, il poursuivra en disant « Prêt ? », et attendra la quittance du participant qui lui dira également « prêt ».
- Une fois que l'athlète est prêt, l'entraîneur lui dit « GO ». A ce moment-là, le sujet effectue le saut d'après les critères mentionnés ci-dessus. Une fois revenu à la position de départ, il attend le prochain « bip » de l'appareil pour effectuer le prochain saut. Cette procédure sera répétée en fonction du nombre de sauts à effectuer, dans le cas de cette expérience, huit fois.
- A la fin des huit répétitions, le responsable du test dit « immobile, droit debout » et attend que le sujet se soit immobilisé pendant deux secondes avant les deux « bips » plus graves provenant de l'appareil et indiquant la fin de la série de sauts.

Le test sera annulé ou répété si :

- Les mains perdent le contact avec les hanches
- Le sujet perd l'équilibre à la réception d'un saut
- L'exécution du mouvement n'a pas été correcte
- La puissance maximale subjective n'a pas été atteinte (le sujet sent qu'il n'a pas donné sa meilleure performance possible)

Pour chaque test, la hauteur de saut sera mesurée. Les informations liées à la vitesse ainsi qu'à la force déployée seront également utilisées.

3.2.3. Matériel divers :

Chaque participant devait être vêtu de manière foncée, de telle sorte que le contraste avec l'écran blanc placé derrière eux soit le plus parfait possible. De plus, des marqueurs ont été placés sur la malléole latérale du pied droit, sur l'axe transversal de l'articulation du genou droit ainsi que sur l'articulation de la hanche droite, ceci dans le but de pouvoir créer des segments sur le logiciel Dartfish® et en tirer des angles utiles lors de l'analyse des résultats. La figure 11 résume les différents points évoqués.

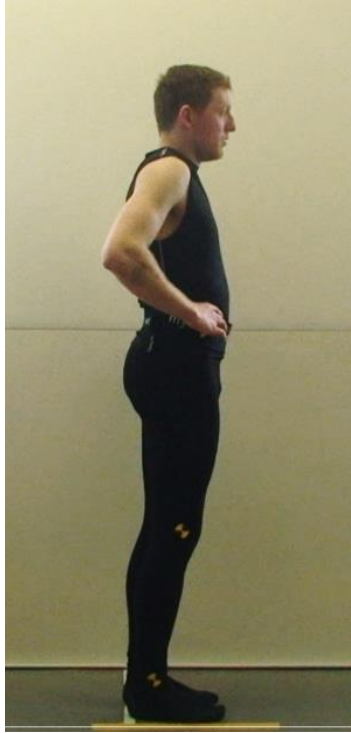


Fig. 11 : habillement des sujets lors de l'expérience, munis de marqueurs jaunes et noirs placés sur différentes articulations du corps (cheville, genou et hanche droits)

3.2.4. Description des séries de sauts :

La première série de sauts se déroule sans consigne particulière (SC). Le responsable de test donne seulement la consigne d'effectuer huit CMJ en suivant la procédure évoquée plus haut. Cette série fera office de base nécessaire aux diverses comparaisons présentées dans les résultats. Pour cette série et pour les cinq autres, l'objectif est à chaque fois de donner le meilleur de soi-même et de sauter le plus haut possible.

Pour la deuxième série, le sujet possède quelques instants pour se représenter mentalement le saut avant de l'effectuer. Ainsi, il tente de s'imaginer en train d'effectuer des CMJ. On utilisera l'abréviation RM lors de la présentation des résultats.

Pour la troisième série, le sujet doit s'imaginer comment les muscles de ses jambes travaillent lorsque lui-même se trouve sur l'appareil de fitness dénommé « legpress », qui vise à faire travailler la musculature des jambes. On appellera cette série RLP.

Pour la quatrième série de huit sauts, le sujet devra tenter de s'imaginer comment travaillent les muscles antagonistes à ceux principalement utilisés lors de l'exécution des sauts. RMA sera l'abréviation utilisée pour cette série.

Avant d'effectuer la cinquième série de sauts, abrégée 'EV+', le sujet visualise tout d'abord une vidéo dans laquelle une personne effectue un saut avec une technique proche de la perfection et qui possède un très bon résultat de hauteur. Avant de passer un extrait vidéo dans lequel le saut est effectué de manière quasiment parfaite, il fallait tout d'abord créer cet extrait. Ainsi, il fallait pouvoir identifier de manière certaine les caractéristiques correspondantes à un bon saut.

Il faut tout d'abord savoir qu'un saut pliométrique comprend trois phases bien distinctes ; la phase excentrique, la phase de transition (qui doit être inférieure à 200 ms pour être considérée comme pliométrique) et la phase concentrique. «La phase excentrique met en action le pré-chargement des unités agonistes. Pendant cette phase, les structures étirées emmagasinent de l'énergie élastique et les fuseaux neuromusculaires sont stimulés. La durée idéale de cette phase dépend de la raideur de la structure élastique série de l'athlète.

En général, plus la durée est courte, meilleure est la qualité du rebond. Les actions pliométriques pour lesquelles le temps de descente (étirement) est très rapide, « apprennent » au système nerveux central à générer des vitesses très élevées. L'activité réflexe, et par conséquent l'activation électrique concentrique, dépendent de la vitesse d'étirement. Une mise en tension très rapide génère une activité réflexe intense et un stockage maximum d'énergie élastique» (Dufour, 2009, p. 76-77).

La phase de transition est celle qui fait office de passage entre la production de force excentrique et concentrique. Cette phase nécessite du temps. Selon Dufour (2009), « plus ce temps est bref, meilleure est la performance ... La conversion du travail négatif (excentrique) en travail positif (concentrique) doit prendre place dans une fenêtre temporelle de quelques centièmes de secondes, en-dessous de 200 ms » (p. 77). La phase concentrique, enfin, « correspond à l'étape balistique de la performance ... Elle a la particularité de s'appuyer sur les deux phases précédentes » (Dufour, 2009, p. 81). Pour être considéré comme bien effectué, un saut se doit d'être effectué rapidement. Plus précisément, la durée du stretch-shortening-cycle doit être la plus courte possible. En d'autres termes, l'athlète doit pouvoir passer de la phase excentrique à la phase concentrique très rapidement afin que son mouvement soit le plus efficace possible. Dès le moment où son mouvement est efficace, encore faut-il savoir quelles sont les caractéristiques d'un contre-mouvement optimal.

Pour répondre à cette question, Kong, P. W. & Lim, C. X. E. (2012) ont démontré que lorsque les sujets effectuaient un squat plus poussé, et donc fléchissent davantage les genoux, les performances étaient meilleures. Domire et Challis (2007) ont également effectué une étude sur la profondeur des squats lors de CMJ ainsi que leur influence sur la hauteur de saut, mais ils ont obtenu des résultats différents. En effet, les participants à cette étude ont sauté à la même hauteur lorsqu'on leur demandait de sauter après une flexion de leur choix et après une flexion plus poussée. Dès lors, il convient d'établir et de définir l'angle idéal de flexion des genoux dans l'optique d'une performance de hauteur maximale. Dufour (2006) estime que l'angle idéal lorsqu'on effectue des CMJ est de 90 degrés. Ces résultats sont également repris par Linthorpe (2000), qui a établi que pour les sauts avec contre mouvement, le sujet possédait une portée de décollage idéale lorsque ses genoux étaient pliés à environ 90 degrés. Une autre étude de Schoenecker et al. (s.d.) contestent ces résultats et affirme que des améliorations de performance peuvent être constatées à partir du moment où l'angle du fléchissement des genoux se situe entre 50 et 110 degrés. Dès lors, il n'est pas évident de définir un angle idéal précis. Etiennette et al. (2012) pensent que pour obtenir des résultats optimaux, l'abaissement du centre de gravité doit être de 45cm et l'angle de fléchissement des genoux idéal est de $88.40 \pm 10.87^\circ$. Ainsi, dans le cadre de cette étude, nous allons garder ces faits en tête, en sachant pertinemment que l'angle idéal de fléchissement des genoux varie en fonction des individus.

Afin de procéder aux enregistrements vidéo, un élève en Sciences du Sport et de la Motricité de l'Université de Fribourg, qui avait obtenu de très bons résultats lors de l'exécution de CMJ, a accepté de servir de référence.

Description de l'extrait vidéo représentant un bon saut :

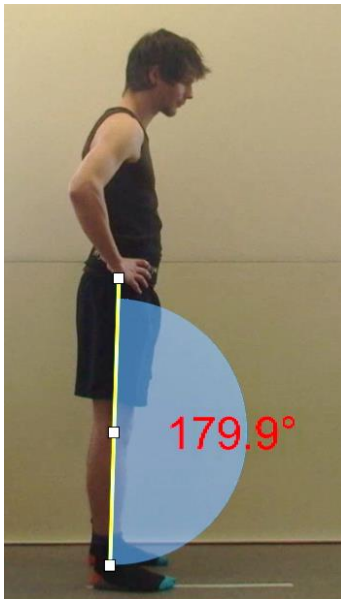


Fig. 12 : position de départ

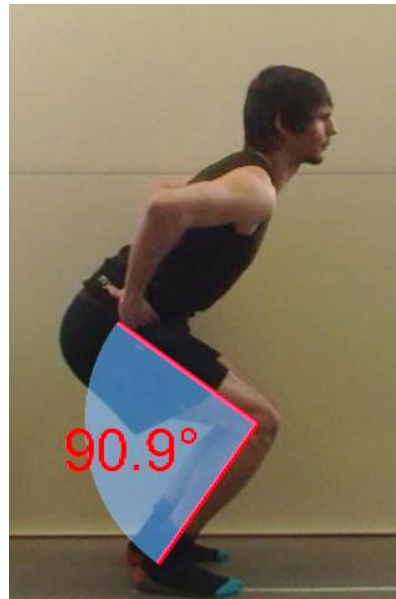


Fig. 13 : phase de flexion maximale

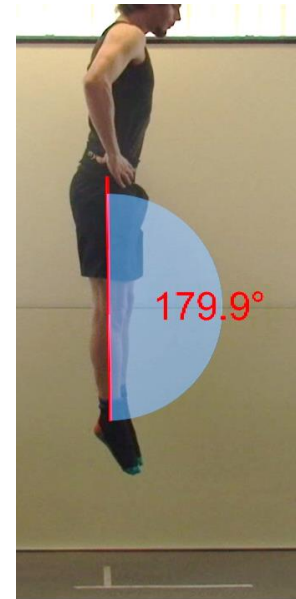


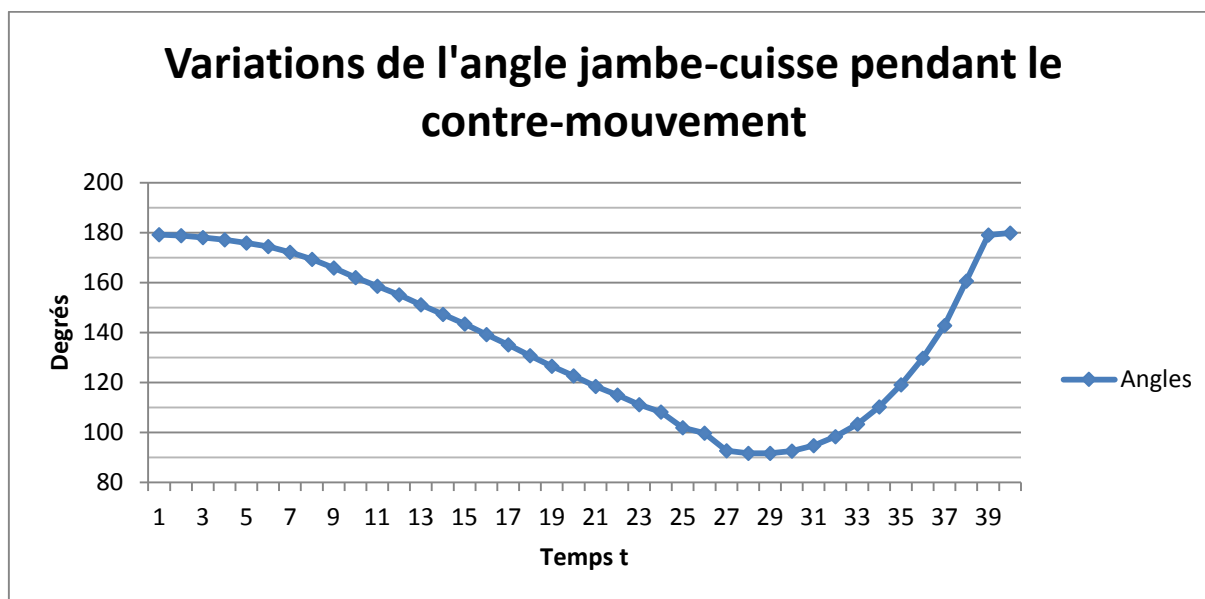
Fig. 14 : sommet du saut

La figure 12 présente la position de départ du saut. On constate que les segments du corps du sujet sont bien alignés. L'angle formé entre la hanche, le genou et la malléole est quasiment de 180 degrés et n'est donc pas loin de la perfection. Lors de la phase de flexion, représentée par la figure 13, on constate que l'angle mentionné précédemment diminue jusqu'à 90.9 degrés. Quand on sait que cet angle doit être idéalement aux alentours de 90, comme le précise Dufour (2009, p. 162) degrés dans le but d'obtenir une portée de décollage idéale, le sujet n'est à nouveau pas loin de la perfection. Le tableau 1 résume l'évolution de l'angle lors d'un CMJ.

Lors de la phase d'envol, et plus précisément lorsque le sujet atteint le pic de hauteur de saut, la tenue du corps est très importante.

La figure 14 présente cette phase, et le moins que l'on puisse dire est que la tenue du corps est très bonne. Les segments du corps sont tendus, les mains toujours fixées sur les hanches et le sujet forme un 'i' bien droit.

Tab. 2 : Variations de l'angle entre la jambe et la cuisse lors du contre-mouvement du très bon sujet



Sur le tableau 2, la durée précise entre t1 et t40 est de 78 centièmes de secondes. Une unité sur l'axe des x équivaut donc à 1.91 centième de secondes. La durée du contre-mouvement, donc la période utilisée par le sujet pour atteindre une flexion maximale de l'articulation du genou, est de seulement 55 centièmes de secondes, ce qui est assez rapide et donc bénéfique à un meilleur élan.

Description de l'extrait vidéo représentant un mauvais saut :

Après avoir défini les caractéristiques d'un saut effectué de manière correcte avec un résultat probant, il devenait dès lors plus aisé de définir les éléments qui font qu'un saut n'est pas correctement effectué et dont le résultat se fait ressentir. Ainsi, les différentes caractéristiques propres à un mauvais saut sont les suivantes :

- Contre-mouvement trop ou pas assez prononcé : l'angle idéal entre la jambe et la cuisse se situant aux alentours de 90 degrés, il va de soi qu'un angle beaucoup inférieur ou grandement supérieur à ce chiffre nuira à la portée de décollage du sujet et ainsi à la performance qu'il réalisera.
- Durée de l'enchaînement trop lente : dès le moment où le cycle phase excentrique – phase de transition – phase concentrique doit être effectué le plus rapidement possible, il est aisé de dire qu'un sujet qui prendra trop de temps dans la réalisation de la suite de mouvements composant ce cycle engrangera moins d'énergie élastique.

Le stockage de celle-ci étant moins bon, la performance qui en découlera le sera également étant donné que la quantité d'énergie disponible dans les muscles sera moindre.

A partir de là, un extrait vidéo correspondant aux différentes caractéristiques d'un mauvais saut, d'ailleurs mentionnées ci-dessus, a été créé dans l'optique de le présenter aux sujets juste avant que ces derniers ne débutent leur sixième et ultime série de huit sauts.

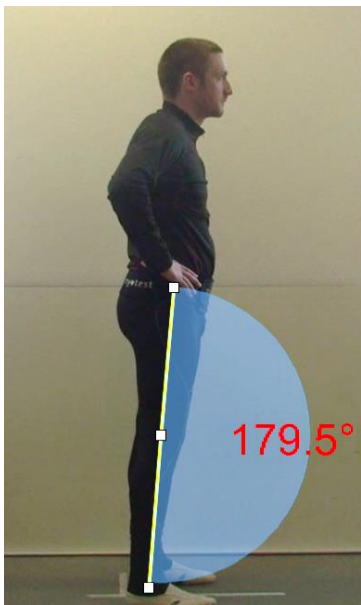


Fig. 15 : position de départ



Fig. 16 : phase de flexion maximale

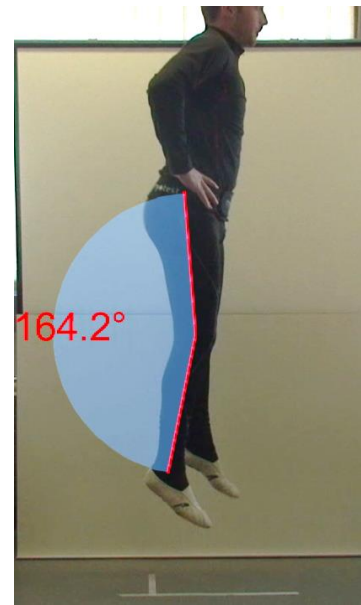
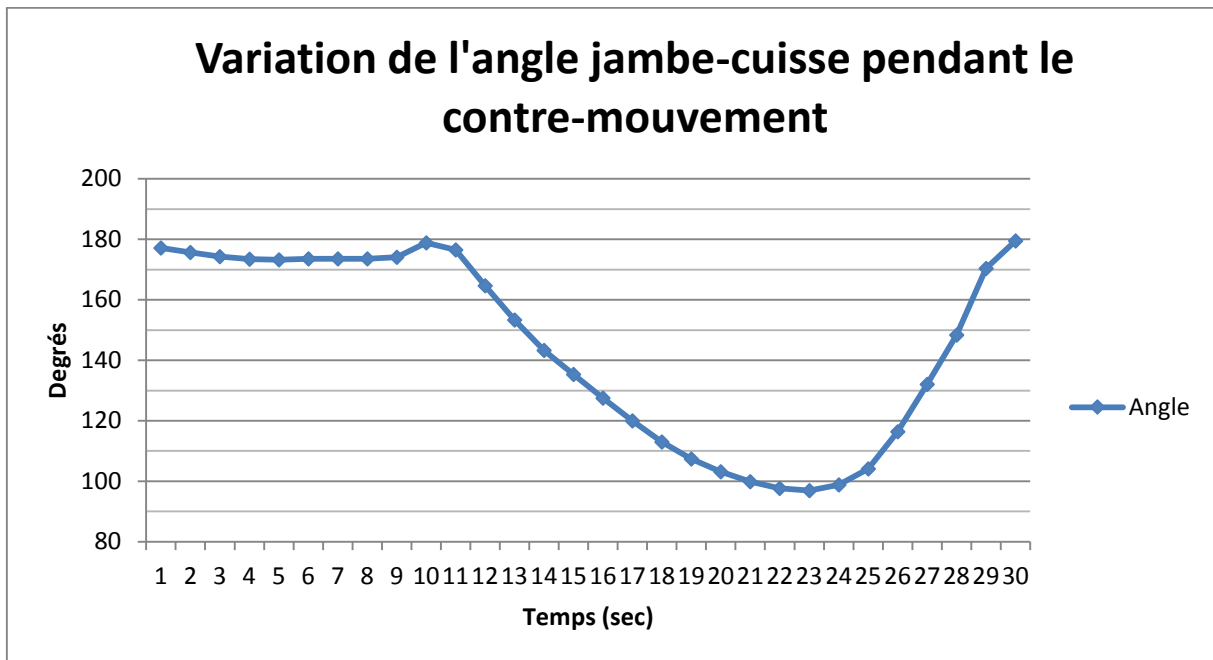


Fig. 17 : sommet du saut

Sur la figure 15, on constate que la position de départ est quasiment la même que le sujet précédent. Les modifications apparaissent lors du contre-mouvement. En effet, la flexion maximale de l'articulation des genoux est de 99.7 degrés, donc bien loin des 90 degrés optimaux avancés par Dufour (2005).

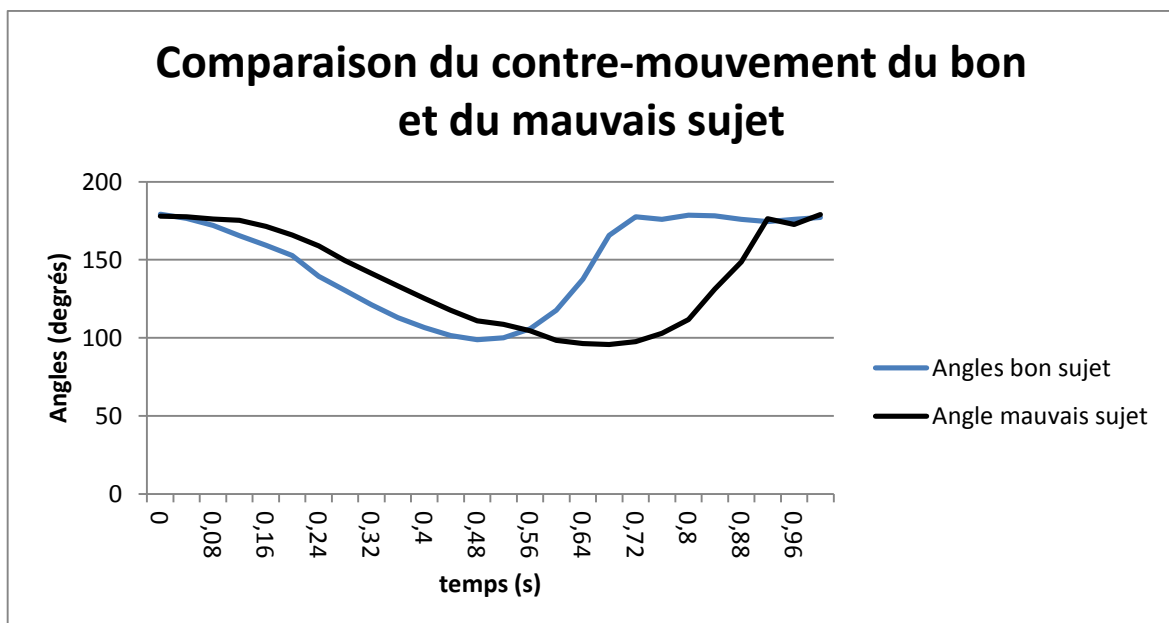
De plus, on s'aperçoit sur la figure 17 que lors de la phase d'envol, la posture du corps n'est pas du tout identique à celle qui a pu être observée dans le cadre de l'analyse du bon sujet. Ici, les pieds ne sont pas joints et les jambes ne sont pas totalement tendues. L'angle hanche-genou-cheville n'est que de 164.2 degrés et confirme le fait que les jambes ne sont pas assez tendues.

Tab. 3 : Variation de l'angle entre la jambe et la cuisse lors du contre-mouvement du sujet moyen



Sur le tableau 3, la durée entre t1 et t30 est de 1.16 secondes. Une unité équivaut donc à environ 4 centièmes de secondes. Le temps que met le sujet à effectuer le contre-mouvement est ici, d'après la vidéo, de 0.88 secondes, ce qui équivaut à une durée bien plus longue que celle qui a pu être observée auprès du bon sujet. En étant plus lent dans l'accomplissement du contre-mouvement, le sujet emmagasine (ou stocke) moins d'énergie élastique dans ses membres inférieurs et sautera de ce fait moins haut. Du moins, son saut sera moins efficace que le sujet étudié précédemment.

Tab. 4 : Comparaison du contre-mouvement (flexions maximales et vitesse d'exécution) du bon et du moins bon sujet



Le tableau 4 prend en compte deux sauts lors desquels et le bon sujet et le moins bon ont effectué un contre-mouvement assez semblable se situant aux alentours de 100 degrés. La différence réside dans le fait que le bon sujet effectue le contre-mouvement beaucoup plus rapidement (environ 0.48 secondes) que le moins bon sujet (environ 0.68), ce qui lui permet, comme expliqué plus haut, d'emmagasiner plus d'énergie qu'il pourra restituer au moment du saut.

3.3. Données cinématiques :

Les séquences vidéo ont été obtenues grâce à une caméra SONY® sur trépied, placée à 3 mètres des sujets effectuant les sauts et filmant ces derniers de profil afin de pouvoir analyser la flexion des genoux. Il s'agissait de filmer les sujets sur le plan sagittal et d'observer le mouvement de l'axe longitudinal.

Plus précisément, c'est l'angle qui se forme entre la jambe et la cuisse lors du contre-mouvement qui nous intéresse. Ainsi, le comportement de l'articulation des genoux était celui qui paraissait être le plus intéressant à analyser. A l'aide des marqueurs placés sur les participants et du logiciel Dartfish, le déplacement des segments a pu être suivi afin d'évaluer la modification de l'angle en question.

3.4. Données d'accélérométrie :

L'enregistrement des vitesses, des différentes forces déployées ainsi que les différentes mesures de hauteurs des sauts effectués par les dix-huit sujets ont été effectués avec l'appareil et le logiciel MyotestPRO®. Les résultats sont fournis sous forme de graphiques ou de courbes de couleurs qui seront présentées plus bas.

3.5. Analyse des données :

Lorsqu'il s'agit d'analyser la technique de saut utilisée, les enregistrements vidéo ont été utilisés dans le but de comparer les positions des sujets, mais aussi l'amplitude des flexions de leurs membres inférieurs ainsi que leur tenue du corps. Ces constatations ont été possibles grâce au logiciel Dartfish®.

Enfin, les différentes analyses quantitatives ont été réalisées grâce au logiciel Excel de Microsoft Office 2010.

3.6. Effets à court terme :

Afin de déterminer si les différentes consignes données avant chaque série de sauts ont une influence sur la série de sauts qui suit, les effets à court terme ont été analysés. Les différents effets à court terme pouvant résulter des focus donnés aux sujets sont les suivants :

Une modification de la performance :

Une différence notable de hauteur moyenne existe entre la série de sauts effectuée lors de la première série sans consigne et une quelconque autre série composant le test. Par différence de hauteur, nous entendons soit une augmentation de la hauteur moyenne réalisée lors de la série, soit une diminution de celle-ci.

Une modification de la technique utilisée :

Une modification de la technique de saut existe entre la première série de saut effectuée sans consigne et une quelconque autre série composant le test. Par modification de technique, nous entendons toutes les variations des séquences de mouvements réalisées par le sujet, à savoir :

- Modification de l'angle de flexion de la jambe (profondeur du contre-mouvement) ;
- Vitesse d'exécution du mouvement ;
- Comportement de l'articulation des hanches, des genoux et des chevilles lors des sauts ;
- Variations dans la coordination des membres inférieurs.

4. Résultats :

Tab. 5 : hauteurs moyennes (en centimètres) réalisées lors de chaque série pour chacun des 18 sujets

	8x CMJ normaux	8x CMJ (représentation mentale)	8x CMJ (représentation legpress)	8x CMJ (représentation antagonistes)	8x CMJ (vidéo +)	8x CMJ (vidéo -)
Sujet 1	34.4	35.4	35.5	37.5	36.8	36.7
Sujet 2	36.3	37	36.2	33	36.7	35.8
Sujet 3	44.1	44.4	46.4	47.2	44.1	44.5
Sujet 4	30.7	31.4	31	30	32.4	31.8
Sujet 5	37.4	37.2	37.5	38.2	39.8	39.7
Sujet 6	38.6	39.6	38.9	39.5	38.2	38.4
Sujet 7	37	38.5	39.6	38.6	40.4	39.4
Sujet 8	36.7	39.5	39.4	39.4	39	38.4
Sujet 9	35.6	35.9	36.2	36.7	36	35.5
Sujet 10	28.7	30.7	30.6	30.1	30.9	30.5
Sujet 11	41.6	41.3	42.8	42	43.4	44.1
Sujet 12	44.1	44	47.1	47.3	48.5	47.5
Sujet 13	34.9	35.7	35.7	34.6	33.1	33.2
Sujet 14	30.5	30.8	30.9	30.2	31.9	31.9
Sujet 15	36.5	37.1	37.7	35.9	35.8	35.3
Sujet 16	37.3	37.5	38.6	37.7	38	37.7
Sujet 17	39.8	39.3	39.9	40.3	38.8	41
Sujet 18	40.4	41.4	41.5	41.9	40.4	40.6
Moyenne	36.92	37.59	38.08	37.78	38.01	37.89

Le tableau 5 présente les hauteurs moyennes réalisées par les 18 sujets engagées dans l'étude lors de chaque série de sauts. On peut constater que sur les 18 sujets, 7 (38.9%) ont réalisé leur moins bonne performance lors de la série initiale lors de laquelle aucune consigne n'était donnée. Un peu plus de 33% des sujets (33.3%) ont réalisé leur meilleure série de sauts après visionnement de l'extrait vidéo dans lequel la performance et la technique étaient bonnes.

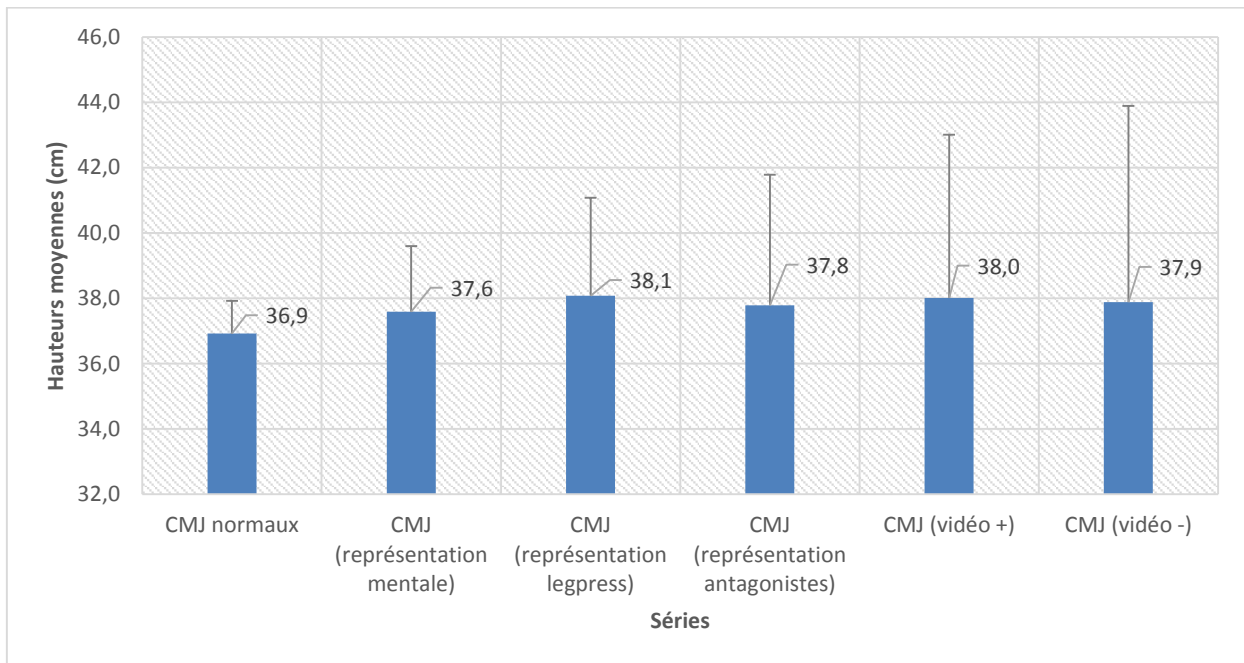
La série avec représentation mentale préalable a permis à 20% des sujets (4 sur 18) de réaliser leur meilleure performance, mais il est intéressant de constater que cette série a aussi été la pire pour 3 sujets.

La série avec représentation des muscles antagonistes possède exactement le même type de résultats ; 4 sujets ont réalisé leur meilleure série et 3 leur pire lorsqu'ils devaient se représenter le mouvement des muscles antagonistes à ceux utilisés dans le CMJ. Le visionnement de l'extrait du mauvais saut présente également le même type de résultat que les deux séries qui viennent d'être évoquées. Cependant, les sujets affectés sont moins nombreux. En effet, 2 sujets sur 18 ont réalisé leur meilleure moyenne de hauteur après ce visionnement tandis que 2 ont sauté moyennement moins haut que lors de toutes les autres séries. Le tableau 4 résume les moyennes, les écart-types, les valeurs maximales et minimales de chaque série.

Tab. 6 : Moyennes, écarts-types, maxima et minima en fonction des séries des sauts

	Âge	'SC'	'RM'	'RLP'	'RA'	'EV+'	'EV-'
Moyenne	24.38888889	36.92222222	37.59444444	38.08333333	37.78333333	38.01111111	37.88888889
Ecart-type de Pearson	2.111841979	4.14240343	3.880502863	4.536059229	4.953365859	4.397080962	4.506278199
Maximum	28	44.1	44.4	47.1	47.3	48.5	47.5
Minimum	20	28.7	30.7	30.6	30	30.9	30.5

Tab. 7 : Hauteurs moyennes des séries de sauts et barres d'erreur



Lorsqu'on compare les différences de moyennes de toutes les séries, on peut aisément constater sur le graphique n°7 que la moins bonne série était la première, lors de laquelle aucune consigne n'était donnée. Toutes les autres séries présentent des moyennes de hauteur supérieures et on peut donc déjà penser que l'imagerie mentale ainsi que les focus attentionnels donnés ont un rôle à jouer sur les performances de sauts. Pour confirmer cette affirmation de base, il est encore nécessaire d'effectuer des comparaisons de moyennes entre les séries sous forme de t-test, de telle sorte à pouvoir dire avec exactitude si les différences entre les moyennes des séries sont significatives ou non.

Tab. 8 : Valeurs t-test des séries par rapport à la série 'SC'

Comparaisons	CMJ RM / SC	CMJ RLP / SC	CMJ RMA / SC	CMJ EV+ / SC	CMJ EV- / SC
Valeur t-test	0,00308	0,00009	0,03894	0,01134	0,00913

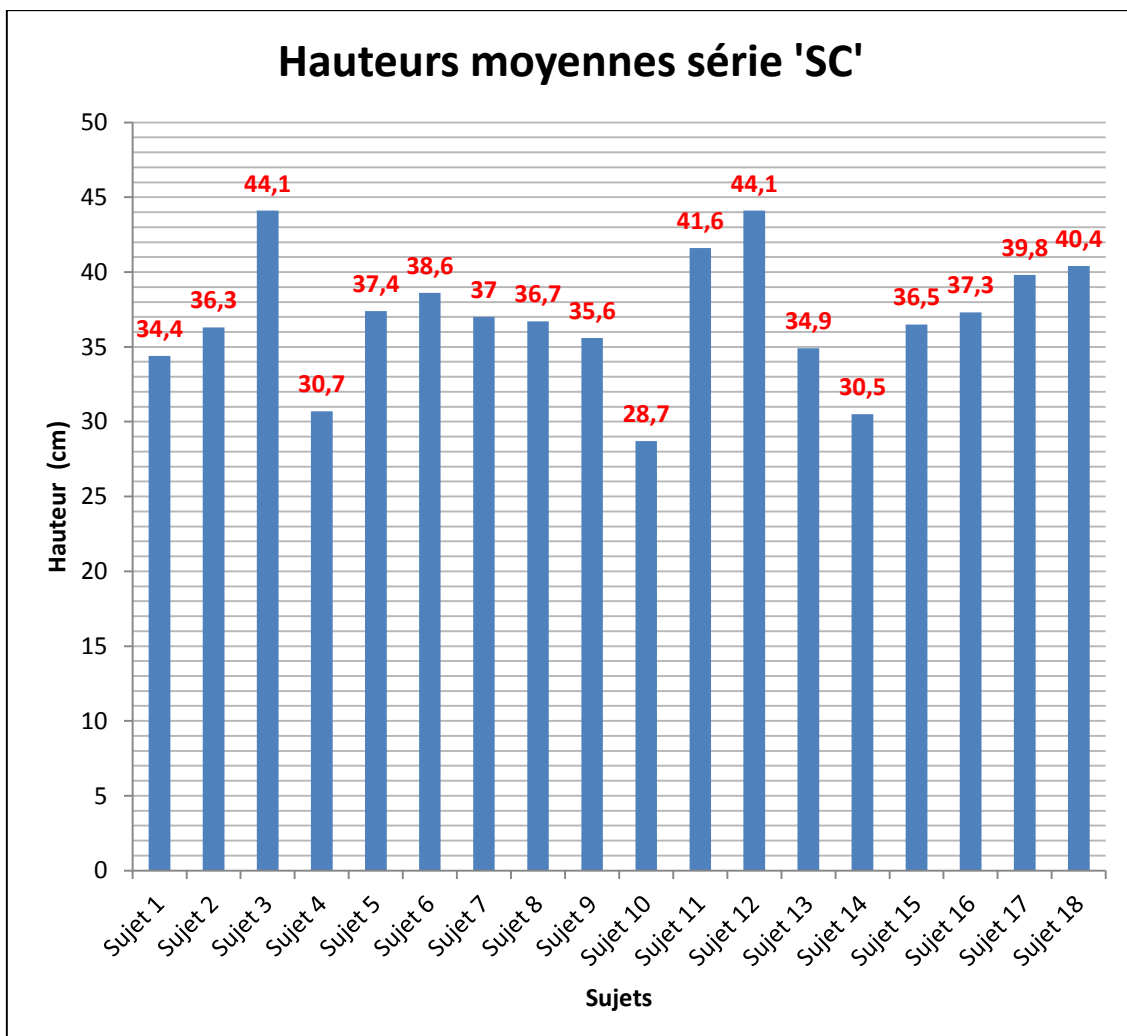
Le tableau n°8 présente les résultats obtenus. Ainsi, on peut constater que lorsqu'on a comparé les résultats des 5 séries par rapport à la série de base, on a à chaque fois obtenu une P-value inférieure à 5%. Dès lors, les résultats obtenus sont significatifs et on peut affirmer qu'il y a plus de 95% de chances que les résultats obtenus après chaque

série de sauts, à savoir des améliorations de performance par rapport à la série de base, puissent s'appliquer de manière générale à quiconque effectuera ces séries.

4.1. Sans consigne (SC) :

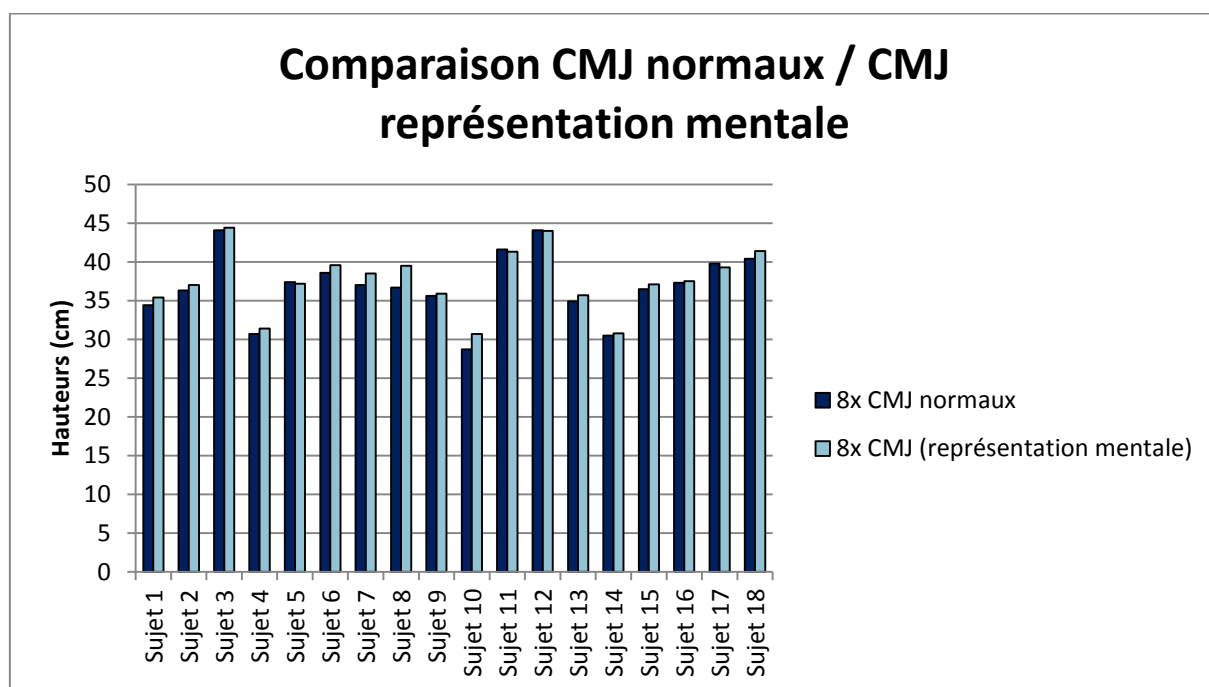
Lorsqu'on demandait aux sujets d'effectuer 8 sauts normaux, il s'est avéré que 7 sujets sur les 16 testés ont réalisé leur moins bonne série en ce qui concerne la hauteur moyenne des huit sauts. Ajouter et varier les focus attentionnels proposés aux sujets a donc grandement modifié leurs performances liées à la hauteur de CMJ. Car les performances de hauteur ont été meilleures dans près de 40% des cas, ce qui n'est pas négligeable. Le tableau 9 présente les résultats détaillés de chaque sujet. Ainsi on peut constater qu'il existe déjà passablement de différences entre les sujets. Ces différences peuvent être expliquées par une différence de poids et de taille qui, forcément, influencent également la performance.

Tab. 9 : Moyennes de hauteurs des sujets lors de la série sans consigne ('SC')



4.2. Représentation mentale du saut (RM):

Tab. 10 : Comparaison de performances de hauteurs (en centimètres) entre la série de CMJ sans consigne particulière et celle effectuée après représentation mentale

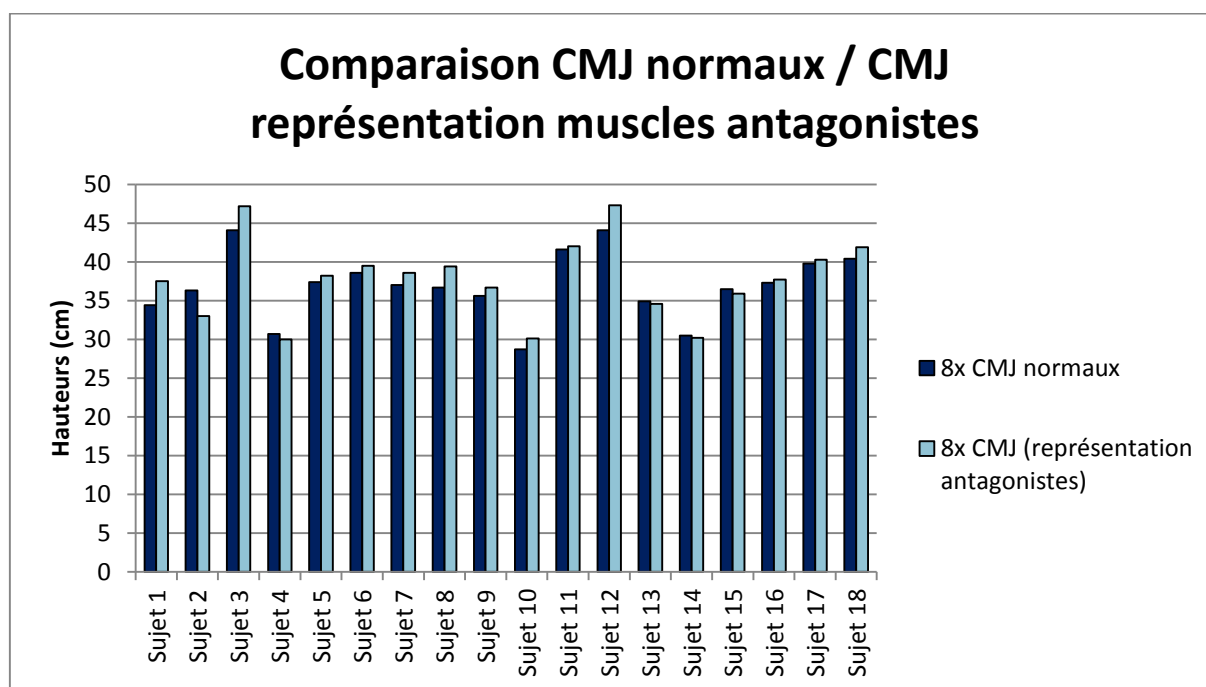


Lorsque les sujets se représentent mentalement le saut avant de l'effectuer, il s'est avéré qu'il y a eu une amélioration des performances dans 83.3% des cas. Cette amélioration était en moyenne de 0.94 ± 0.70 centimètres. Elle représente une progression allant de 0.54% pour la bonne à 7.6% pour la progression la plus nette. Ainsi, pour certains sujets, le gain de performance fut non négligeable.

Seuls trois des sujets ont produit une performance moins bonne lors de la série avec représentation mentale. Mais il faut avouer qu'à chaque fois, la différence était minime. En effet, le sujet n° 5 a sauté en moyenne 2 millimètres moins haut lors de la série avec représentation mentale. Cette différence était de 3 millimètres pour le sujet n° 11 et de 5 millimètres pour le sujet n° 17.

4.3. Représentation des muscles antagonistes (RMA):

Tab. 11 : Comparaison de performances entre la série de CMJ sans consigne et celle avec représentation préalable du travail des muscles antagonistes à ceux utilisés lors de l'exécution de CMJ.



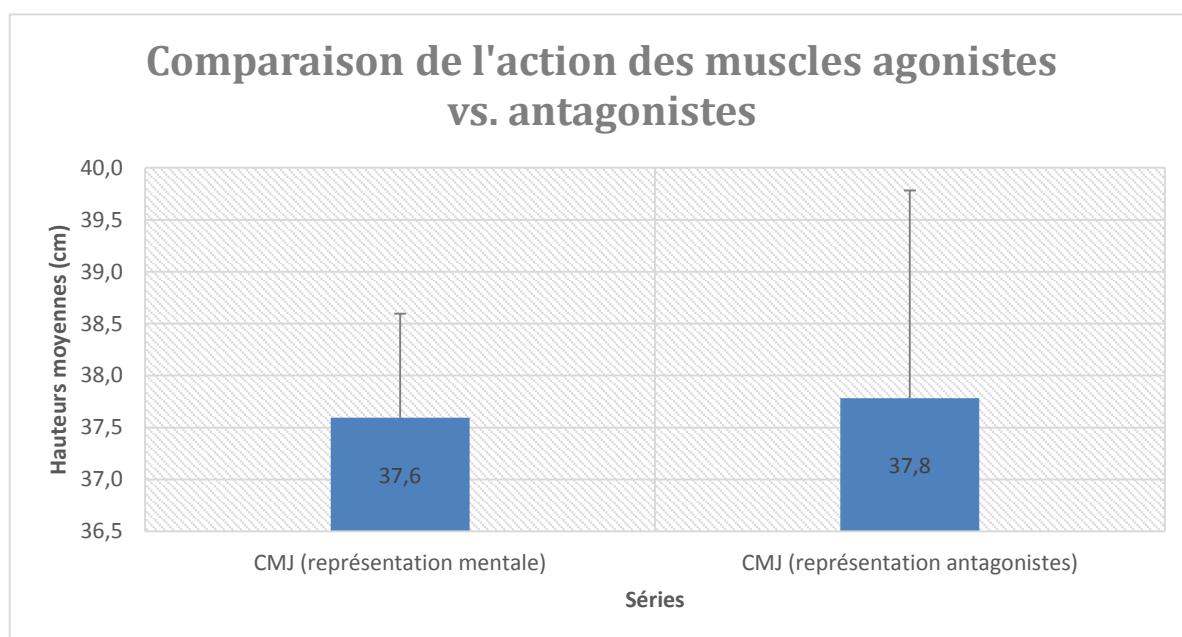
Le tableau n°11 atteste des résultats obtenus lors de la série en question. Par rapport à la série précédente, les résultats sont moins évidents. Certes, il s'est avéré que cette série fut la meilleure pour un petit quart des sujets (22.2%) et 72% des sujets ont présenté une amélioration de performance de hauteur de 1.59 ± 1.03 centimètres entre la série sans consigne particulière et celle-ci. Mais il a également été constaté que cette série fut la pire pour 3 sujets. Ce constat empêche d'affirmer que le focus donné aux sujets avant d'effectuer la série a eu une influence positive globale sur leur performance.

De toutes les séries, celle-ci est celle qui est la moins évidente à interpréter. En effet, les résultats fluctuants empêchent de tirer telle ou telle conclusion et ainsi de valider ou infirmer l'une ou l'autre hypothèse de base. Néanmoins, il est possible d'expliquer pourquoi de telles divergences de résultats ont été obtenues. Ces explications seront présentées sous la rubrique « discussion des résultats ».

4.4. Comparaisons des influences des représentations de l'action des muscles agonistes et antagonistes :

Après avoir comparé séparément les effets de la représentation mentale ainsi que ceux de la représentation de l'action des muscles antagonistes sur les CMJ, il convient de s'arrêter un instant pour comparer ces deux focus ensemble pour voir si l'influence qu'ils possèdent sur la performance de saut est significative.

Tab. 12 : Comparaison de l'influence sur les performances de la représentation de l'action des muscles agonistes vs. antagonistes



En comparant simplement les moyennes de hauteurs figurant sur le graphique 12, on s'aperçoit qu'il n'y pas une énorme différence d'influence sur les sauts entre le fait, pour les sujets, de se représenter l'action des muscles agonistes ou antagonistes avant d'effectuer leur série. Ainsi, il faut aller chercher plus loin et comparer les moyennes des résultats des 18 sujets au cours de ces deux séries à l'aide du t-test. Ainsi, on obtient une valeur de 0.637. Pour qu'une valeur soit significative, elle doit être inférieure à 5%.

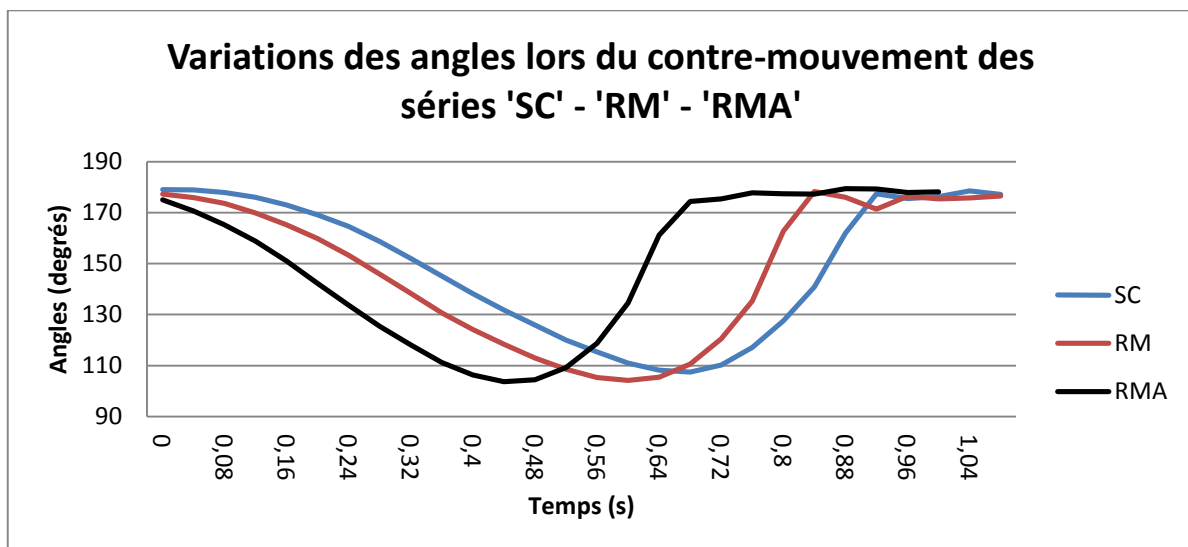
Tab. 13 : comparaison séries 'RM' et 'RMA' et valeur du T-Test

	T-Test
Agonistes vs. antagonistes	0.636962176

Or, dans ce cas-là, la valeur obtenue est grandement supérieure à cette valeur de référence et on peut donc en conclure que le résultat obtenu n'est pas significatif. En d'autres termes, Les sujets qui présentent des améliorations de performances lorsqu'ils se représentent l'action des muscles agonistes, donc lors de la série avec représentation mentale du saut, ne présenteront pas forcément également des améliorations de performances après la série avec représentation de 'action des muscles antagonistes.

De plus, on peut également affirmer que ces résultats ne peuvent pas s'appliquer à la population globale. En ce qui concerne le temps nécessaire au contre-mouvement lors de ces différentes séries, on remarque, dans l'exemple figurant sur le tableau 14 et représentant un sujet ayant obtenu des améliorations de performances à la fois après la série 'RM' et 'RMA', que le sujet en question mettra moins de temps pour effectuer les contre-mouvements lors des séries 'RMA' (0.4 s), que lors des séries 'RM' (0.6 s) et 'SC' (0.68). L'amélioration des résultats peut donc être liée à la vitesse d'exécution du mouvement.

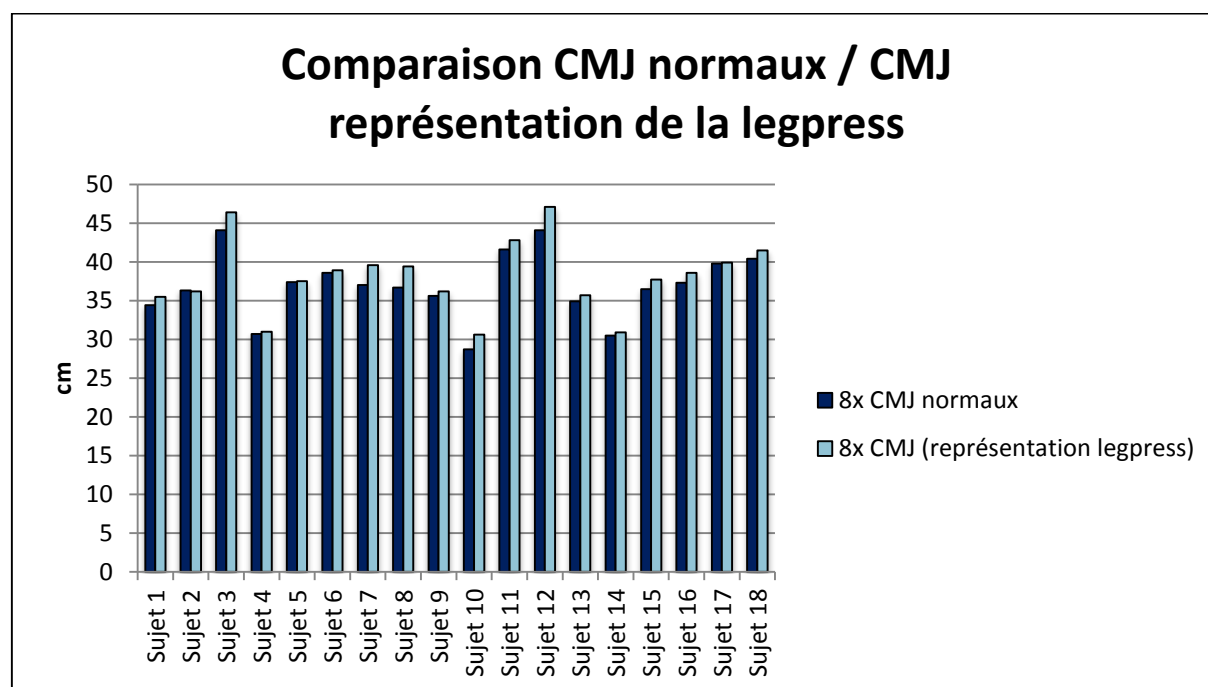
Tab. 14 : Variations des angles ainsi que de la vitesse d'exécution des sauts d'un sujet possédant des améliorations de performances après les séries 'RM' et 'RMA'



Pour résumer cette comparaison de l'influence de l'imagerie mentale du mouvement des muscles agonistes et antagonistes, voici ce qu'on peut affirmer. Tout d'abord, le fait de se représenter mentalement le saut avant de l'effectuer fournira généralement des améliorations de performance par rapport à la série de base sans consigne. Cette constatation est également valable pour la série avec représentation de l'action des muscles antagonistes. Par contre, il n'y a pas de différences d'influences de ces deux focus sur les performances liées à la hauteur de saut.

4.5. Représentation de la legpress (RLP) :

Tab. 15 : Comparaison de performances de hauteurs (en centimètres) entre la série de CMJ sans consignes et celle effectuée après représentation de l'appareil de musculation dénommé legpress



Le tableau n°15 présente les résultats obtenus par les dix-huit. On peut constater qu'après leur série lors de laquelle ils devaient se représenter la legpress, 17 sujets sur 18 ont présenté des améliorations de performances. Cela représente un taux d'amélioration de 94.4%. Pour ces 17 sujets, l'amélioration était en moyenne de 1.24 ± 0.70 centimètres. Ces sujets sautaient entre 0.25% et 7.3% plus haut que lors de la série 'SC'. Seul 1 sujet sur les 18 testés a fourni une performance moins élevée lors de la série évaluée.

Il est intéressant de se demander quelle est la cause d'une telle amélioration de performance globale. On peut se demander si les sujets, s'imaginant alors en train d'utiliser une legpress, pensent à la force qu'ils produisent lorsqu'ils s'entraînent sur cet engin. Si tel est le cas, peut-être que le fait de penser à une certaine production de force dans les jambes augmente leur réelle production de force lorsqu'ils effectuent la série de CMJ. Plus simplement, on peut se poser la question suivante : est-ce que leurs performances sont meilleures parce qu'ils produisent plus de force dans la série de représentation de la legpress ?

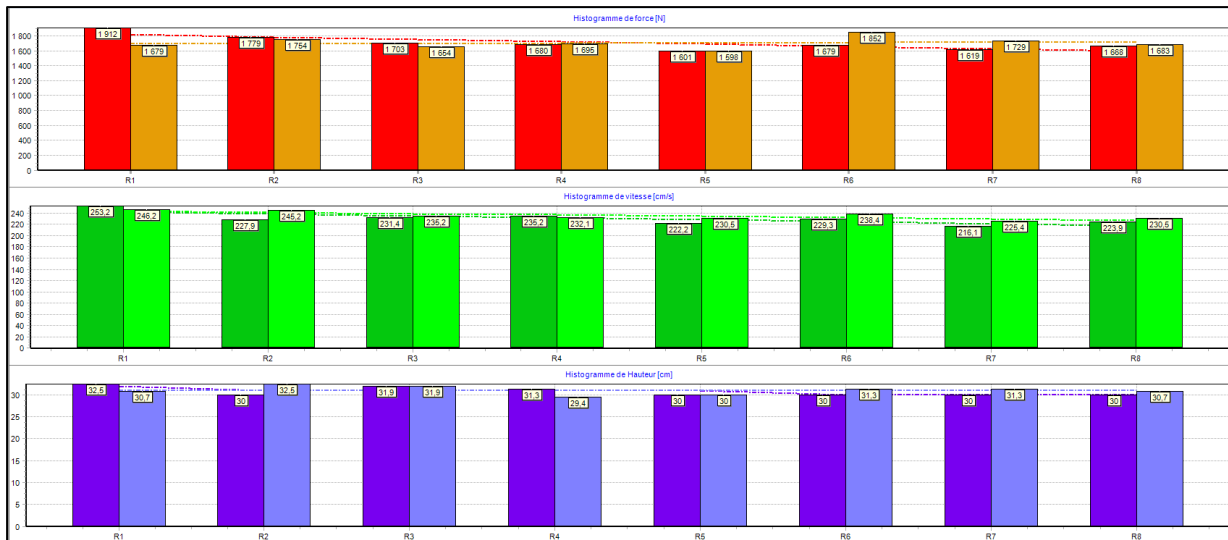
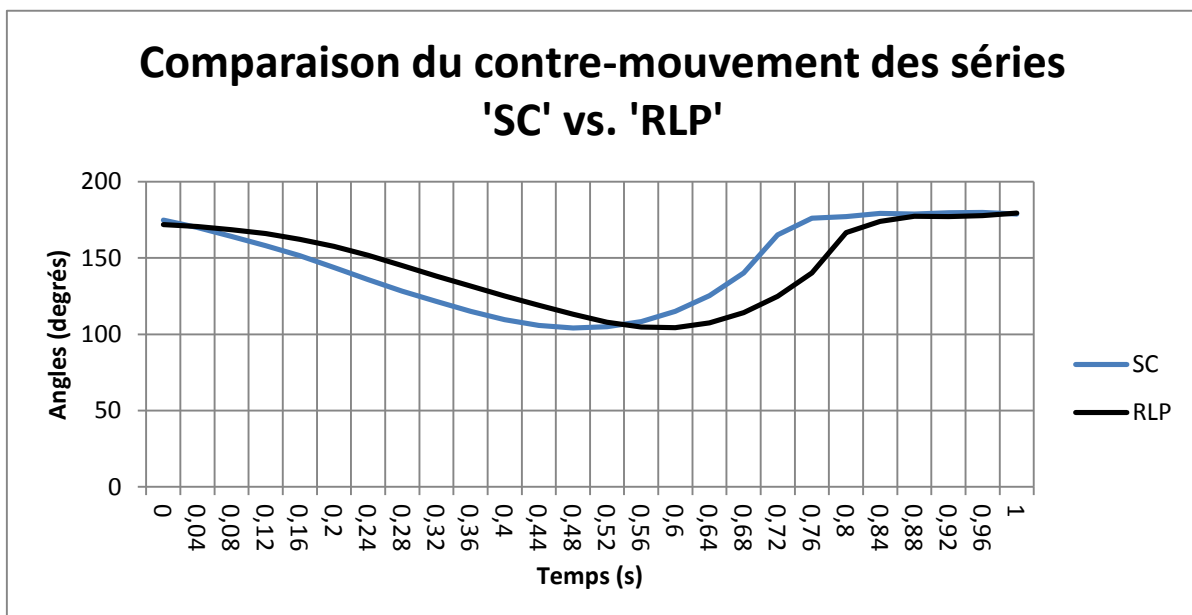


Fig. 18 : Relations entre la force (en rouge et orange), la vitesse (en vert foncé et vert clair) et la hauteur (en violet et bleu) lors des séries sans consigne (colonne de gauche) et avec représentation de la legpress (colonne de droite)

En général, voici les résultats qu'on obtient chez la plupart des sujets. La figure 18 atteste des résultats moyens obtenus. Ainsi, on peut constater que lorsque la force et la vitesse augmentent entre deux séries de sauts, la performance liée à la hauteur s'accroît également. Les 3 derniers sauts de la figure 18 prouvent ces dires ; en effet, à chaque fois que la force déployée est meilleure et la vitesse plus élevée, le sujet saute plus haut. Le tableau 16 démontre qu'il n'existe pas beaucoup de changement d'angle de flexion entre les deux séries. Pourtant, les résultats sont globalement meilleurs.

Tab. 16 : Comparaison du contre-mouvement d'un sujet représentant les résultats moyens obtenus après la série 'RLP'



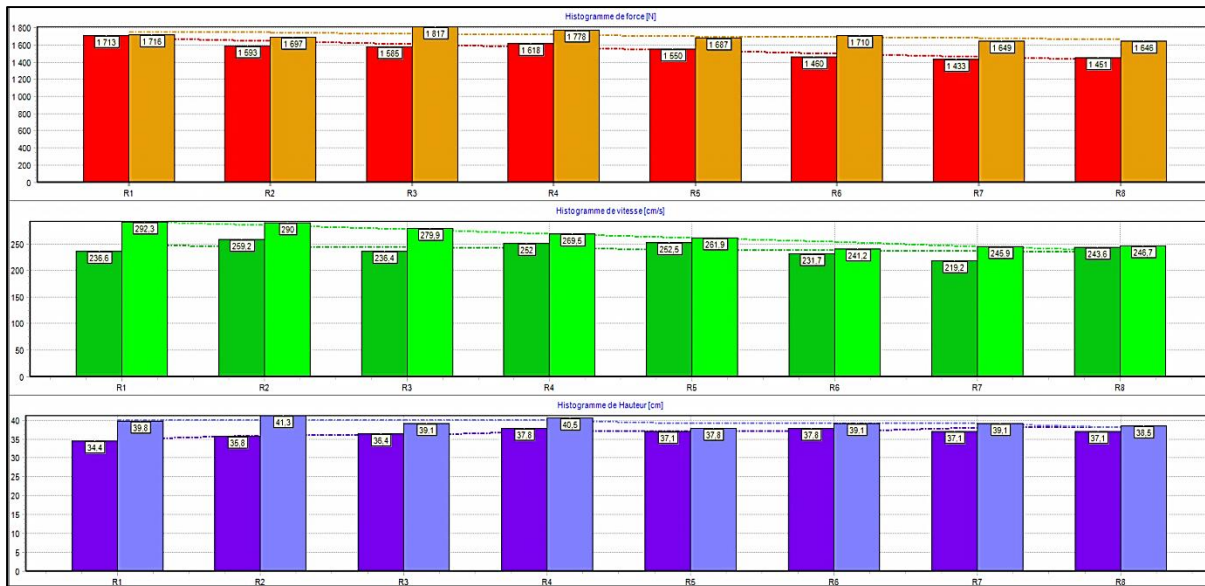


Fig. 19 : l'augmentation de la production de force (caractérisée par les colonnes orange) ainsi que de la vitesse (colonnes vert foncé) améliorent la performance de hauteur (colonnes bleu ciel).

Les diverses constatations émises plus haut sont confirmées par la figure 19 qui peut faire office d'exemple parfait ; en effet, le principe évoqué plus haut s'applique ici lors de chaque saut composant la série. A chaque fois que la force et la vitesse augmentent, la hauteur de saut est meilleure.

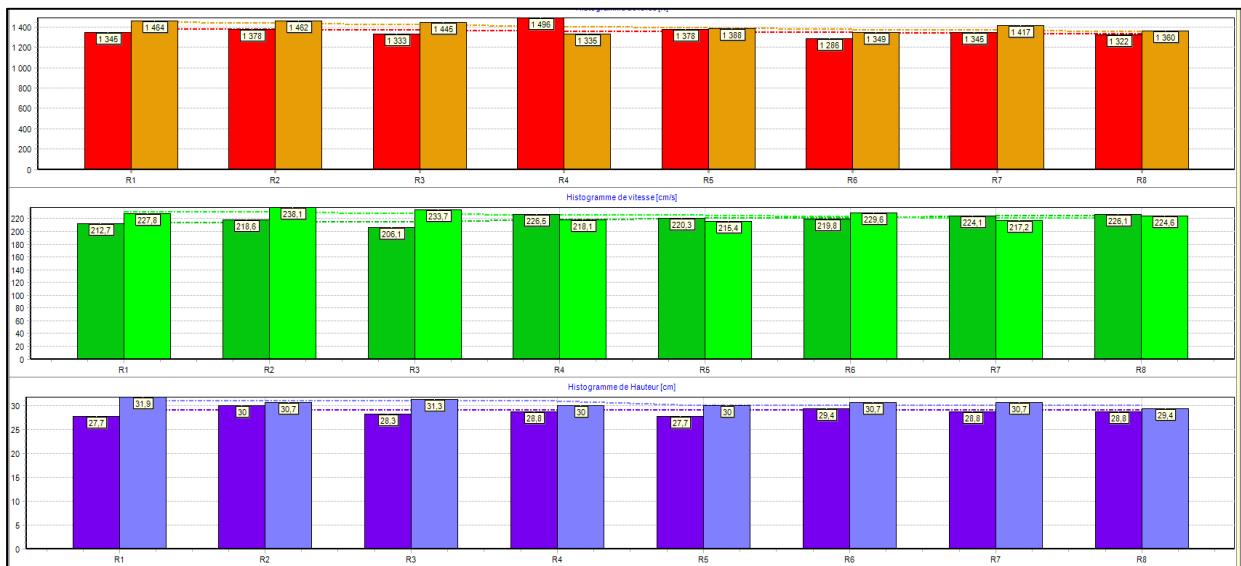


Fig. 20 : Relations entre la force (en rouge et orange), la vitesse (en vert foncé et vert clair) et la hauteur (en violet et bleu) lors des séries sans consigne (colonne de gauche) et avec représentation de la legpress (colonne de droite) ; une augmentation de force seule améliore la performance.

Mais, dans des cas isolés comme celui présenté sur la figure 20, on s'aperçoit qu'une augmentation de performance peut être due à une augmentation de force uniquement. En effet, lors des sauts n°5, 7 et 8 de cette série, on constate qu'il y a une augmentation de force et une diminution de la vitesse déployée. Pourtant, la performance qui en découle est meilleure.

Pour répondre à la question évoquée plus haut, on peut donc affirmer que la force a un rôle à jouer dans le cadre d'une éventuelle amélioration de performance, mais elle n'est pas, dans la plupart des cas recensés, à elle seule responsable d'une augmentation de performance. En effet, une augmentation de force déployée va en général de pair avec une augmentation de la vitesse d'exécution de la séquence de mouvement.

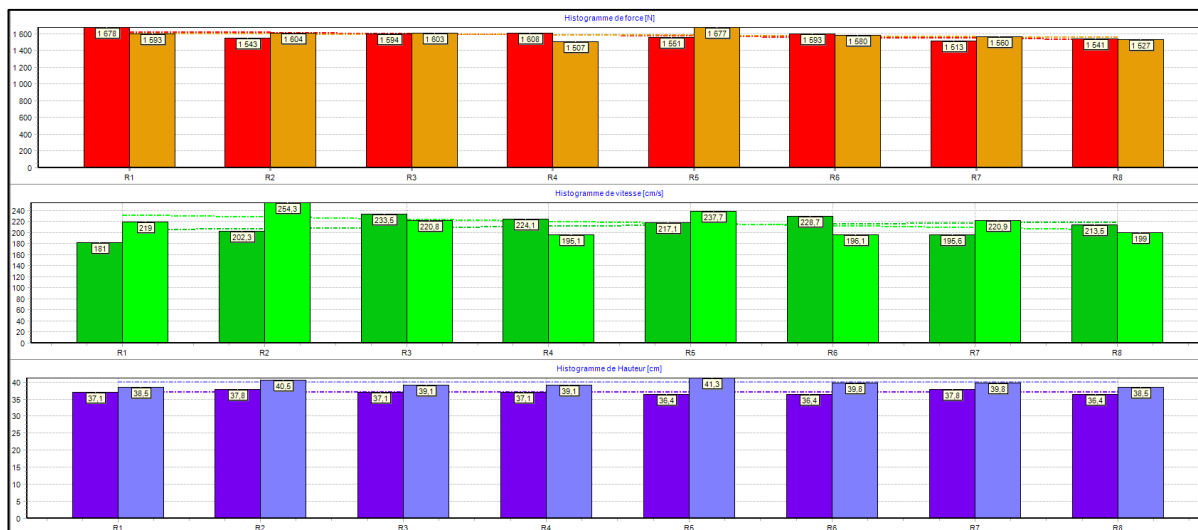


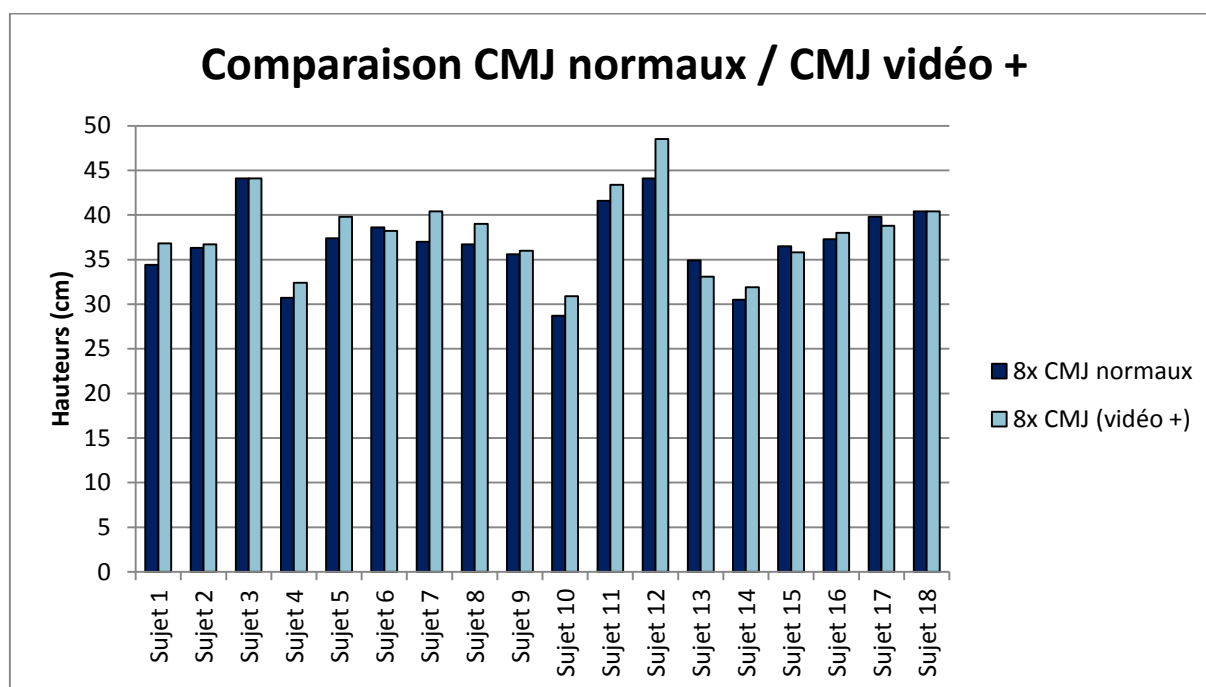
Fig. 21 : Relations entre la force (en rouge et orange), la vitesse (en vert foncé et vert clair) et la hauteur (en violet et bleu) lors des séries sans consigne (colonne de gauche) et avec représentation de la legpress (colonne de droite) ; Influence de la force et de la vitesse déployées sur la hauteur de saut.

D'autre part, comme l'atteste les 3^{ème}, 4^{ème}, 6^{ème} et 8^{ème} essais de la figure 21, il se peut que, même lorsque la force et la vitesse déployées sont moins importantes, la hauteur soit tout de même meilleure entre les deux séries comparées.

Bien entendu, il est important de comprendre pourquoi de tels phénomènes peuvent être observés. Ainsi, les différentes explications relatives à ces résultats figurent dans le chapitre suivant qui discute en détails les différents résultats obtenus. C'est dans cette section que figureront les commentaires et analyses détaillées des causes des phénomènes observés.

4.6. Visionnement clip vidéo avec bonne technique et performance (EV+):

Tab. 17 : Comparaison de performances entre la série de CMJ sans consigne et celle avec visionnement préalable d'un extrait vidéo dans lequel le saut est bien exécuté



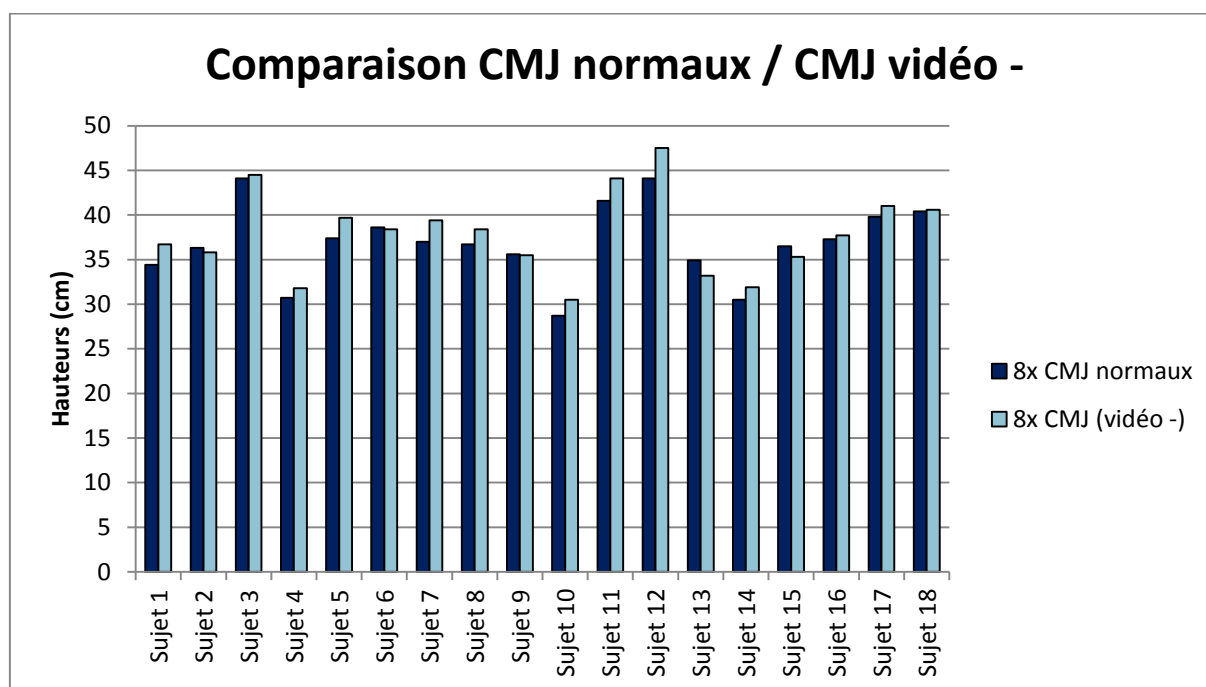
Après visionnement d'un extrait vidéo dans laquelle la technique et la performance étaient très bonnes, 77.8% des sujets ont présenté une amélioration de performance. C'est dire l'influence de la vidéo sur leurs sauts.

De plus, et pour venir appuyer cette constatation, cette série fut la meilleure pour un tiers des sujets engagés dans l'étude. En effet, il s'est avéré que 6 sujets sur 18 (33.3%) ont produit leur meilleure performance de hauteur moyenne après avoir visionné l'extrait vidéo. Parmi ces sujets, on peut noter une amélioration nette de hauteur allant de 1.4 centimètres pour le sujet n°4, à 4.4 cm pour le sujet n°12, en passant par 1.7 cm pour le n°4, 2.2 cm pour le n°10, 2.4 cm pour le n°5 et 3.4 cm pour le n°7. En moyenne, la progression de hauteur était de 1.68 ± 1.25 centimètres.

L'évolution de performance n'est donc pas négligeable dans la mesure où ces sujets ont amélioré de 5% à 10% les résultats obtenus lors de la première série de saut lors de laquelle aucune consigne spécifique n'a été donnée.

4.7. Visionnement clip vidéo avec mauvaises technique et performance (EV-):

Tab. 18 : Comparaison de performances moyennes entre la série de CMJ sans consigne et celle effectuée après visionnement d'un extrait vidéo dans lequel la performance et la technique ne sont pas bonnes

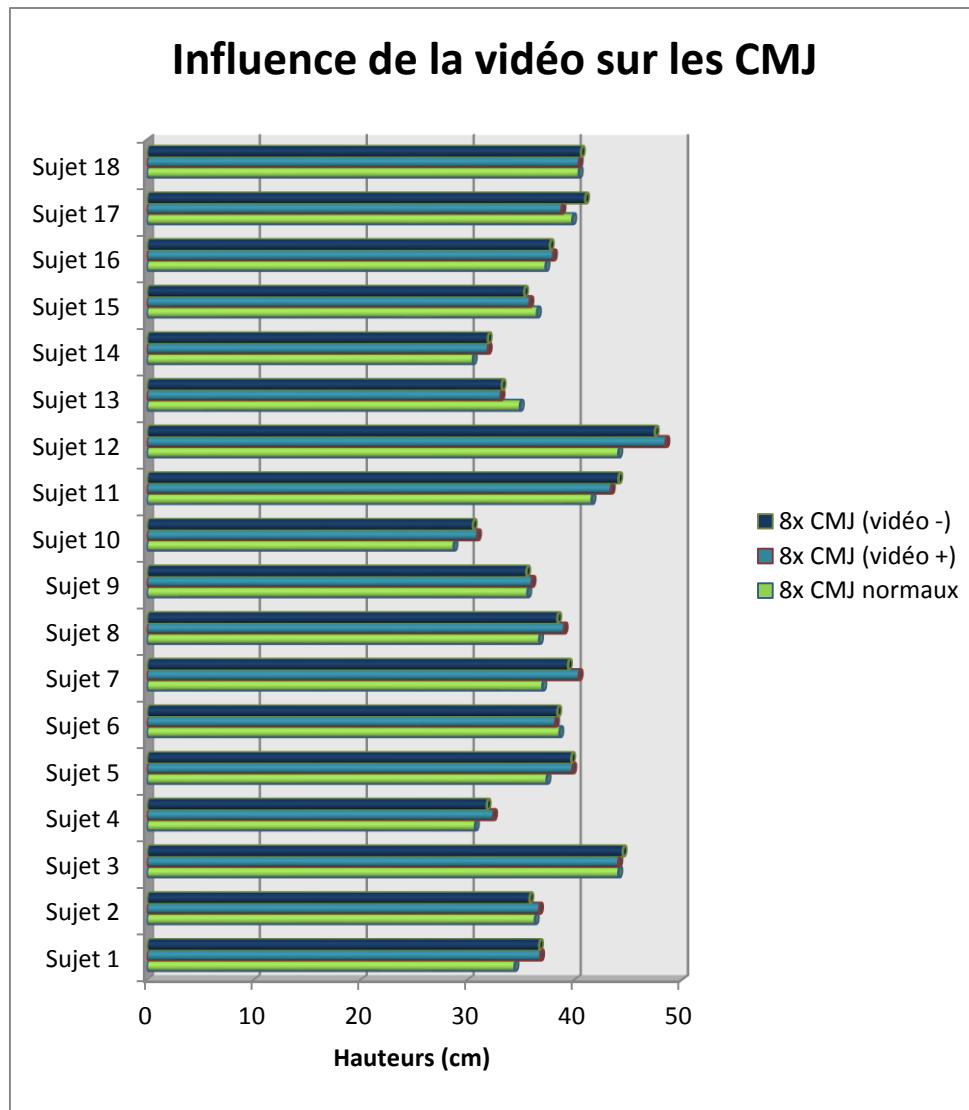


Comme après la série 'EV+', les résultats enregistrés après la série 'EV-' attestent que 14 sujets sur 18 ont eu des améliorations de performances, ce qui équivaut à 77.8%, soit le même que celui de la série précédente. On notera que ces améliorations étaient en moyenne de 1.62 ± 0.92 centimètres.

Pour chacun des sujets qui ont amélioré leur performance après avoir effectué cette série, la hauteur mesurée était en moyenne meilleure de 4.45% que lors de la série de base sans consigne effectuée en début de test. La progression allait en effet de 0.5% pour la moins bonne à 7.71% pour la plus grande progression.

Ainsi, on peut affirmer que le visionnement d'un extrait vidéo, dans lequel la tâche à effectuer est présentée sous la forme d'une performance et d'une technique médiocres et hésitantes, influence la reproduction directe de la tâche observée, surtout en ce qui concerne le résultat de hauteur obtenu. Mais, et on va pouvoir le constater dans le prochain chapitre, la performance n'est pas la seule valeur qui est modifiée après le visionnement de vidéos.

Tab. 19 : Comparaison entre les performances de la première série sans consigne et les séries effectuées après visionnement des extraits vidéo.



Le tableau 19 présente une vision globale résumée de l'influence de la vidéo sur les séries de sauts. On constate que celle-ci est bénéfique à la performance de presque tous les sujets. En effet, pour la plupart des sujets, le fait de visionner un extrait vidéo, qu'il soit représentatif d'une bonne ou d'une mauvaise technique, a passablement amélioré leurs performances.

Afin de se rendre compte des raisons qui font qu'un sujet améliore ses performances, nous avons choisi de s'arrêter quelque peu, image par image, sur deux sujets qui présentaient des améliorations de performance à la fois après la série EV+ qu'après la série EV-. Dans un premier temps, voici ce qui ressort après comparaison entre la série 'SC' et 'EV+' :

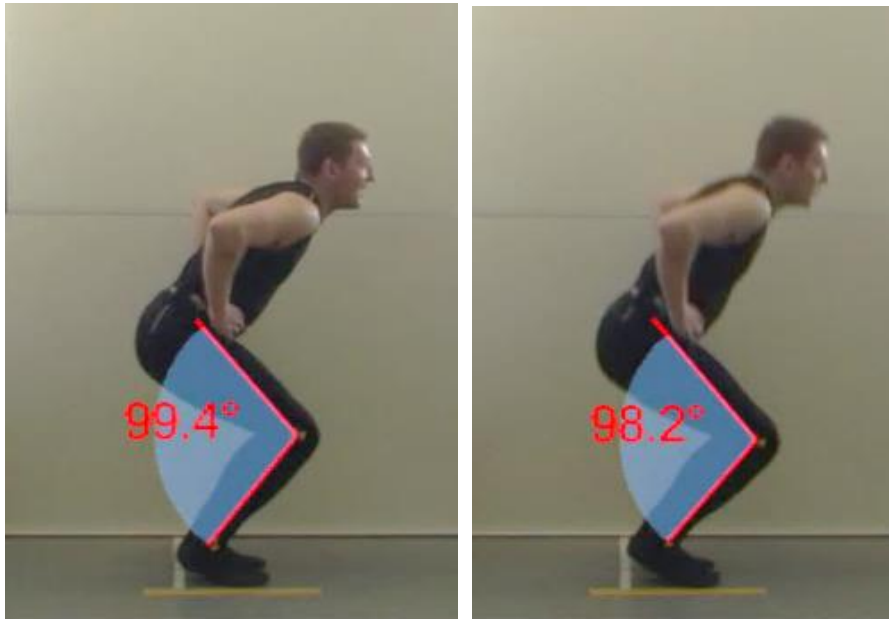


Fig. 22 : flexion maximale des genoux lors du contre-mouvement de la série 'SC' (à gauche) et position au même instant lors de la série 'EV+' (à droit)

On constate premièrement que la flexion maximale de l'articulation des genoux n'est que de 99.4 degrés lors de la série 'SC'. Et donc loin des 90 degrés idéaux. En plus de cela, au même instant, pendant la série 'EV+', non seulement l'angle est déjà plus aigu (98.2 degrés), mais le sujet n'a aussi pas terminé son contre-mouvement. A ce moment précis, son contre-mouvement est plus poussé et plus rapide. Il sera donc plus efficace à la propulsion qui va suivre.

Il le sera d'autant plus que la flexion maximale lors de la série 'EV+', présentée sur la figure 23, est de 89.1 degrés, donc pas loin des 90 degrés optimaux dans le cadre d'une propulsion idéale dans les airs. A ce stade-là, le contre-mouvement est donc effectué un tout petit peu plus lentement, mais de manière plus efficace. Car le sujet a pu emmagasiner une quantité plus importante d'énergie qu'il pourra utiliser lors de la phase de projection.

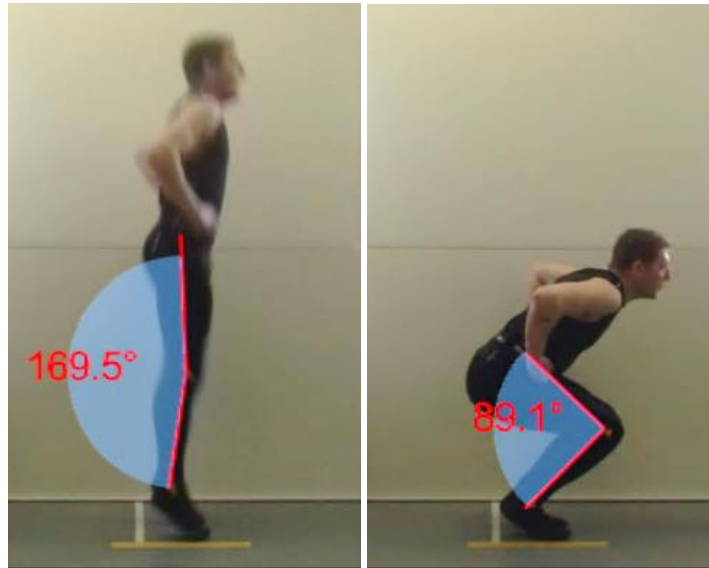


Fig. 23 : flexion maximale de l'articulation du genou lors de la série 'EV+' (à droite) et position au même instant lors de la série 'SC' (à gauche)

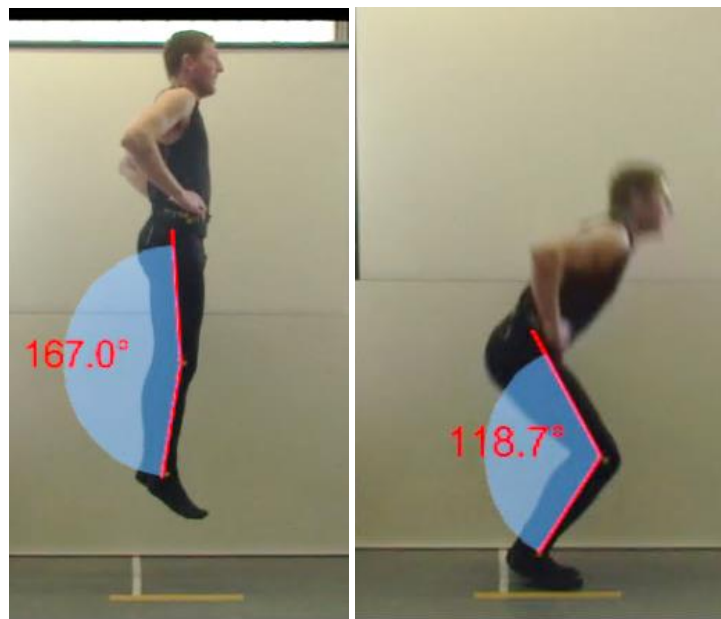


Fig. 24 : sommet du saut lors de la série 'SC' (à gauche) et position au même instant lors de la série 'EV+' (à droite)

Quand le sujet se trouve au sommet de son saut lors de la série 'SC', on constate qu'il est encore en train de se propulser au même moment dans la série 'EV+'. De plus, on s'aperçoit que ses jambes ne sont pas totalement tendues pendant le saut et que les pointes de ses pieds ne se dirigent pas vers le sol. Sa position est beaucoup plus adéquate sur la figure 25 ; l'angle formé est plus proche de l'angle idéal de 180 degrés, les jambes restent tendues pendant la phase aérienne et la flexion plantaire est plus prononcée que celle présentée sur la figure 24.

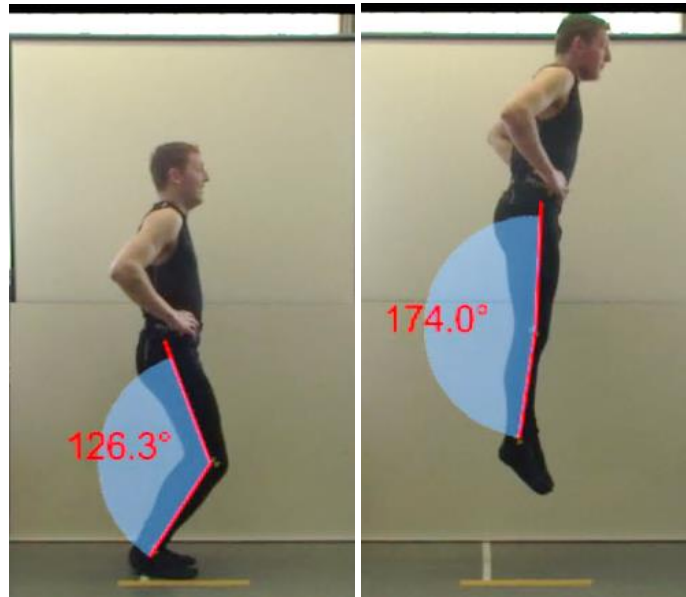


Fig. 25 : sommet du saut lors de la série 'EV+' (à droite) et position au même instant lors de la série 'SC' (à gauche)

Ces diverses différences qui existent entre les deux séries influencent la hauteur de saut que l'on peut apercevoir sur la figure 26. Sur cette image, on constate également que lors de la série 'SC', le sujet se trouve dans une position presque 'arrière'. On a l'impression qu'il se trouve en légère perte d'équilibre, qui peut provenir d'un manque de gainage au niveau de la ceinture abdominale ou d'un manque de stabilité dans les jambes qui ne sont pas assez tendues. Quoiqu'il en soit, en ayant respecté plus de critères définissant un bon saut, il est normal que le saut de la série 'EV+' soit meilleur que le saut de 'SC'.

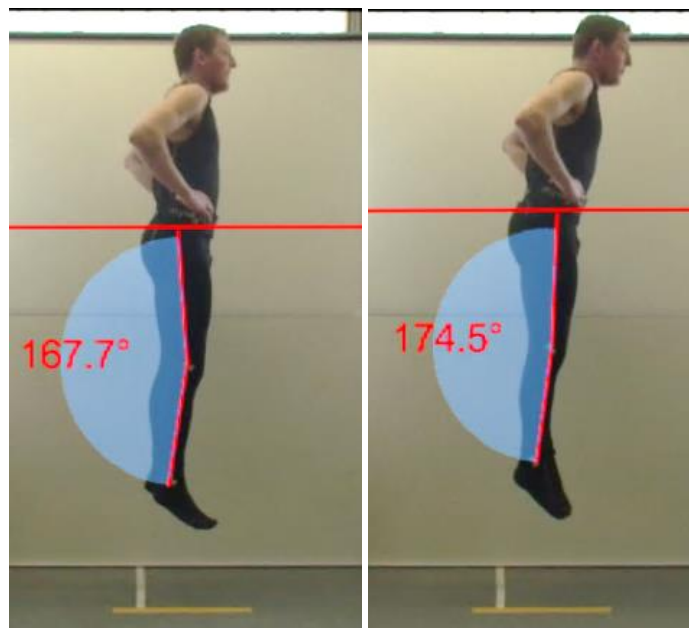


Fig. 26 : Comparaison des hauteurs maximales lors de la série 'SC' (à gauche) et 'EV+' (à droite)

Place maintenant à l'analyse détaillée du sujet qui a également eu des meilleurs résultats pour la série 'EV+' et 'EV-', ceci en s'attardant sur les modifications qu'il a apporté lors de la série de sauts 'EV-' :

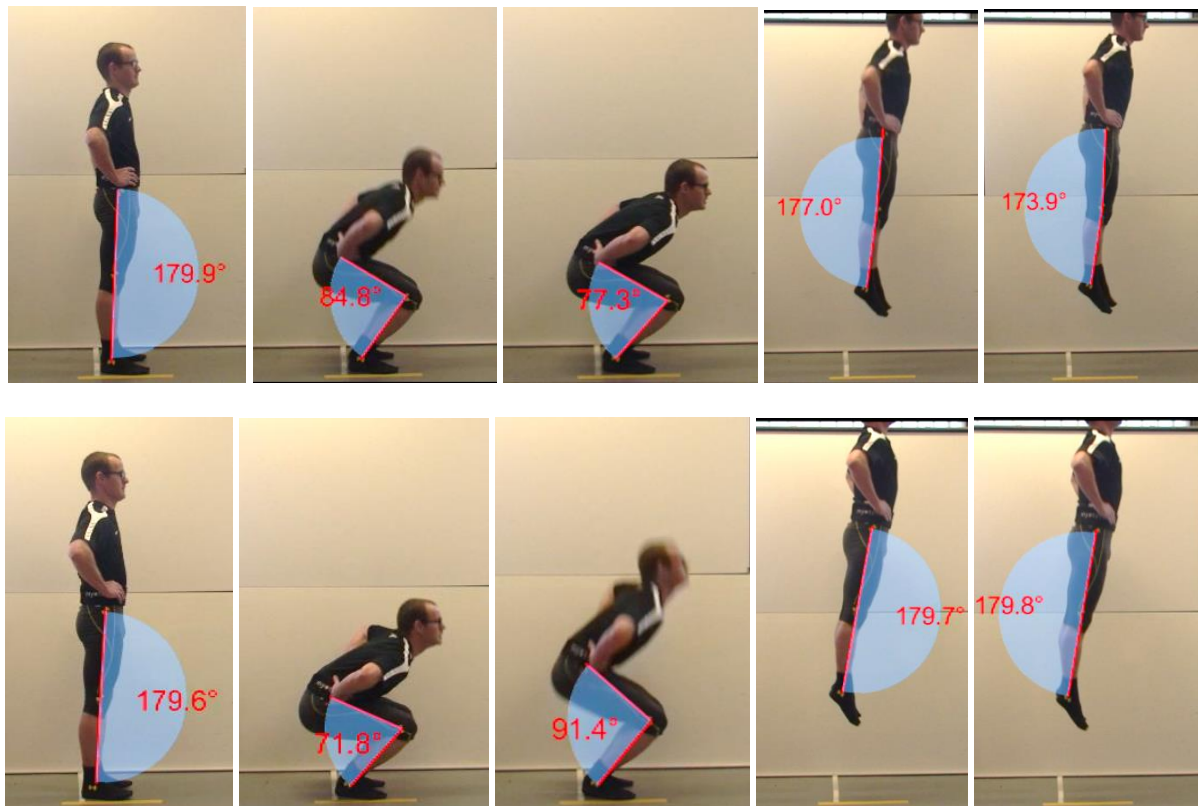
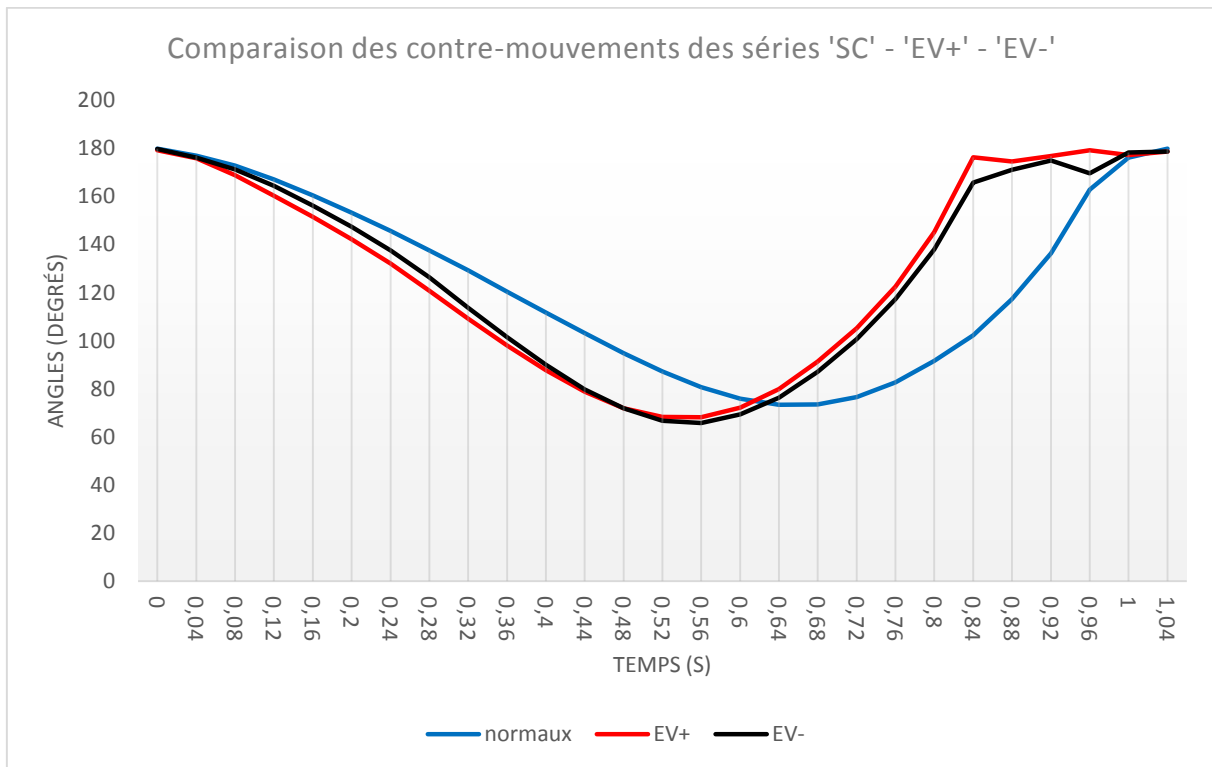


Fig. 27 : comparaison simultanée entre la série 'SC' (en haut) et la série 'EV-' (en bas)

Si on compare la série effectuée sans consigne et celle effectuée après visionnement de l'extrait vidéo dans lequel la performance et la technique sont mauvaises, on constate que le sujet parvient plus rapidement à la flexion maximale des genoux lors de la série 'EV-' que lors de la série 'SC'. Pourtant, en calculant la durée totale du contre-mouvement à l'aide de la vidéo, il s'avère que le sujet met exactement le même temps pour atteindre la flexion maximale dans les deux cas, à savoir 0.64 secondes. La différence réside dans le fait que le contre-mouvement est beaucoup plus poussé lors de la série 'EV-' que lors de la série 'SC'. Quand on sait que l'angle idéal doit être équivalent ou proche de 90 degrés pour avoir une portée de décollage optimale, on peut se demander comment cela se fait que le sujet examiné parvienne à améliorer ses résultats, sachant que la flexion des genoux est vraiment prononcée et que la durée du contre-mouvement est la même.

Tab. 20 : Comparaison des contre-mouvements des séries 'SC', 'EV+' et 'EV-'



Le tableau 20 donne un aperçu des résultats du sujet qui vient d'être analysé et on constate que dans les cas des séries avec visionnement d'extraits vidéo, le contre-mouvement est effectué plus rapidement avec un angle plus prononcé, ce qui pourrait expliquer les améliorations de performances enregistrées.

Pour rester dans l'analyse de l'influence du visionnement de vidéo sur les performances de saut, il est intéressant de se demander pourquoi la vidéo n'a eu aucune influence positive auprès de 4 sujets, à savoir les sujets n°6, 13, 15 et 17. Prenons le cas du sujet n°13 qui a réalisé de moins bonnes performances que lors de la série 'SC' à la fois après la série 'EV+' qu'après la série 'EV-'.

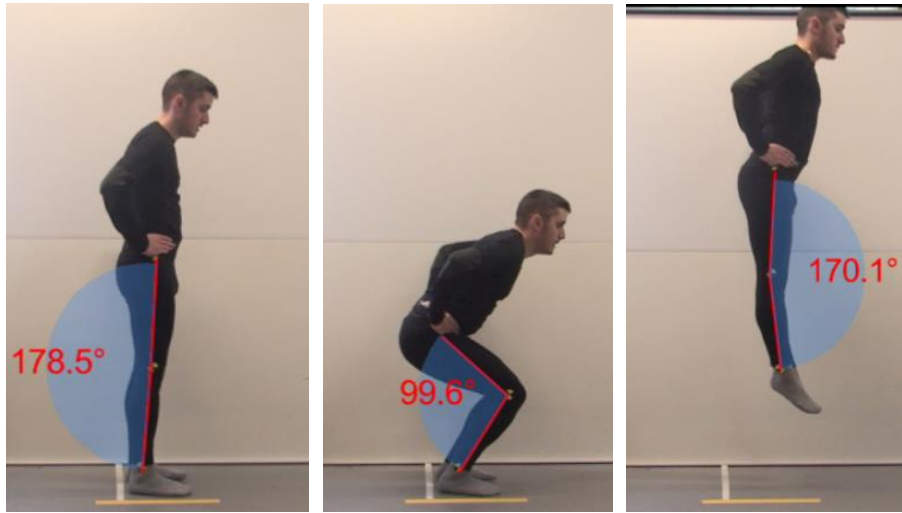


Fig. 28 : position de départ, flexion maximale des genoux et hauteur maximale du sujet n°13 lors de la série 'SC'

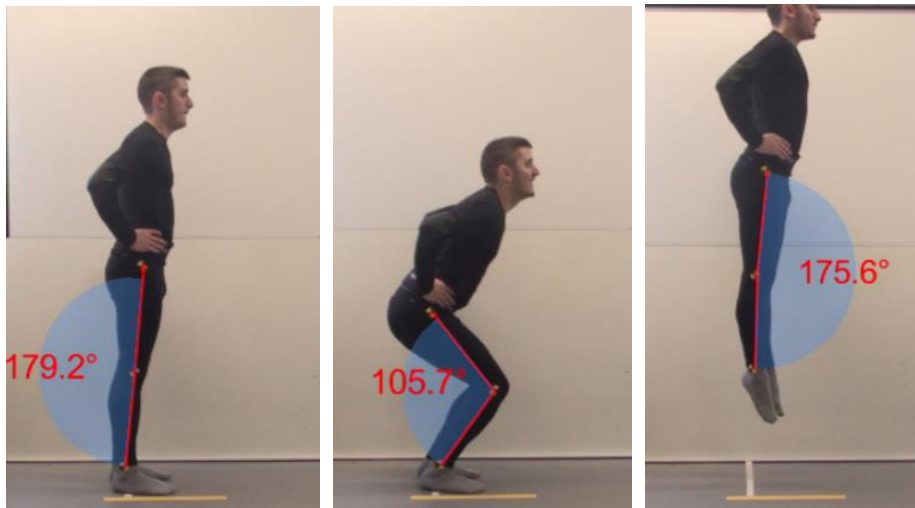


Fig. 29 : position de départ, flexion maximale des genoux et hauteur maximale du sujet n°13 lors de la série 'EV-'

Sur les figures 28 et 29, on constate une différence d'angles maximaux atteints lors de la flexion des genoux, donc lors du contre-mouvement. Lors de la série 'SC', cet angle est plus proche de l'angle optimal de 90 degrés. De plus, la durée du contre-mouvement observée est de 520 millièmes. Pour la série 'EV-', cette durée est de 440 millièmes de secondes. La différence de résultat de hauteur peut donc s'expliquer de la manière suivante : le sujet est probablement plus efficace lors de la série 'SC' car il effectue une flexion proche de la flexion idéale et dans un laps de temps correspondant aux critères de réussite d'un bon CMJ. Dans le cas de l'autre série, le contre-mouvement n'est pas assez poussé et effectué trop rapidement, ce qui empêche le sujet d'emmagasiner suffisamment d'énergie qu'il devrait restituer lors de la phase d'impulsion.

5. Discussion et conclusions :

5.1. Points forts et limites du travail :

5.1.1. Points forts liés aux hypothèses de base :

Les diverses hypothèses formulées au début de ce travail étaient les suivantes :

- *Lorsqu'un sujet se représente mentalement un saut avant de l'effectuer, sa performance sera meilleure. L'étude tentera de ce fait de confirmer les résultats obtenus par Bergmann et al. (2012).*

Les tests effectués permettent de confirmer les résultats obtenus par Bergmann et al. (2012). En effet, les résultats obtenus étaient tout d'abord significatifs (valeur de $t = 0.003$). De plus, il s'est avéré que dans 83.3% des cas, les performances étaient meilleures lorsque les sujets se représentaient mentalement le saut avant de l'effectuer. Il y a cependant une restriction à cette constatation ; dans des cas isolés, à savoir 3 sujets sur les 18 engagés dans l'étude, les résultats obtenus après la série avec représentation mentale préalable se trouvaient être les moins prolifiques des huit séries de sauts. Or, ces résultats doivent être nuancés, tant la différence était minime. En effet, cette différence par rapport à la série 'SC' était de 2mm pour le sujet n°5, de 3mm pour le sujet n°11 et seulement d'1mm pour le sujet n°12. De manière générale, se représenter mentalement une tâche motrice avant de l'effectuer permettrait donc d'affecter la technique de saut et donc d'améliorer la performance qui suit cette représentation, du moins en ce qui concerne les sauts avec contre-mouvements. Car cette imagerie mentale a modifié les aspects techniques du saut, à savoir la vitesse d'exécution du contre-mouvement, la variation de la flexion de l'articulation des genoux, ou encore la tenue du corps lors des sauts. Ces modifications techniques ont eu des effets bénéfiques sur la performance.

- *Lorsqu'un sujet se représente mentalement la legpress, sa performance sera moins bonne, du fait que son attention sera dirigée sur un mouvement totalement différent de celui qui devra réellement être effectué.*

Dans le cas de notre étude, il s'est avéré que les résultats obtenus infirment l'hypothèse de base. En effet, 94.4% des sujets ont obtenus des meilleurs résultats après la série de sauts avec représentation de la legpress que lors de la série initiale sans consignes

particulières. A la question de savoir si les performances sont meilleures parce que la force déployée augmente elle aussi, j'ai pu constater qu'une augmentation de force n'est pas à elle seule responsable d'une amélioration de performance.

Elle peut l'être dans certains cas isolés, comme démontré plus haut, mais pas assez pour pouvoir affirmer qu'une amélioration de performance dépend à elle seule de la force déployée lors du saut.

Il faut également savoir qu'une augmentation de performance de saut peut être constatée dans plusieurs situations : lorsque la force et la vitesse augmentent toutes les deux, lorsque la force diminue et que la vitesse augmente ou encore lorsque la force et la vitesse diminuent. Dès lors, comment expliquer qu'en utilisant moins de force moins rapidement le sujet puisse sauter plus haut ?

Je pense que la coordination des segments pendant la durée du saut peut grandement influencer la performance. D'ailleurs, comme l'ont bien présenté Vanezis & Lee (2005), une question liée à la différence qui existe entre les bons et les mauvais performeurs de CMJ est de savoir si les meilleurs utilisent une technique plus efficace. Une technique utilisée avec une bonne coordination des segments du corps peut amener les participants à mieux performer sans forcément utiliser une plus grande quantité de forces provenant des muscles. Il est dès lors évident que, même si un sujet utilise moins de force et effectue le contre-mouvement rapidement, il peut améliorer ses performances, dans la mesure où celui-ci possède une très bonne capacité de coordination. Posséder une bonne capacité de coordination nécessite d'être habile dans plusieurs domaines : orientation, rythme, différenciation, réaction et équilibre. Si, lors du saut, le sujet parvient à combiner ces divers éléments ensemble au moment opportun, il va de soi que son saut sera meilleur.

En revanche, un sujet qui ne se sent pas forcément à l'aise dans un ou l'autre de ces domaines ne sera probablement pas bien coordonné au moment d'effectuer son saut et perdra en efficacité, surtout si la force et la vitesse sont moins importantes.

Ainsi, en plus d'améliorer les résultats, cette série a également eu une influence non négligeable sur la technique utilisée par les sujets. Car oui, la coordination fait partie intégrante de la technique. Car c'est en coordonnant les segments du corps utilisés pour la réalisation de la tâche que l'on parvient à effectuer la séquence de mouvement demandée.

- *Lorsqu'un sujet focalise son esprit sur la fonction des muscles antagonistes à ceux engagés dans l'exécution du saut, sa performance sera moins bonne.*

Comme mentionné dans la rubrique des résultats liée à cette hypothèse, et pour tenter de répondre à la question de recherche émise au début de ce travail « Lorsque le sujet a pour tâche de se concentrer sur l'action des muscles antagonistes à ceux utilisés lors de CMJ, est-ce que ses performances en ressortent améliorées ? », il est difficile d'émettre une interprétation claire des résultats obtenus après cette série. Cette série fut la meilleure pour certains sujets et la plupart d'entre eux ont progressé par rapport à la série sans consigne. Néanmoins, elle fut également la pire pour quelques-uns des sujets.

Dès lors, il convient d'établir une certaine limite par rapport aux résultats. Je pense que ce qui a pu influencer les résultats ou les sujets est le fait que tout le monde ne connaît pas forcément les groupes musculaires des membres inférieurs. Dès lors, même si on s'attarde quelques instants pour expliquer aux sujets quels muscles sont impliqués, il leur sera moins évident de se concentrer sur l'action de ces muscles à partir du moment où ils n'en connaissent pas l'existence. Aussi, se représenter le travail des muscles qui ne sont pas principalement utilisés lors de l'exercice à effectuer est un exercice assez abstrait. Il ne serait donc pas étonnant que ces tâches aient pu poser problème aux sujets au moment de l'imagerie motrice qui était demandée.

A partir de là, si la tâche n'est pas correctement effectuée, il va de soi que la performance qui est censée en découler sera biaisée. Je souhaitais observer l'influence de la représentation du mouvement des muscles antagonistes sur la série de sauts qui suivait, mais je dois avouer que les résultats ne peuvent pas être retenus dans la mesure où la consigne n'a pas pu être respectée par tous les participants.

- *Le visionnement d'une vidéo devrait améliorer la performance après un visionnement d'un saut de qualité et diminuer la performance après visionnement d'un mauvais saut.*

Ce qu'on peut affirmer après la réalisation des tests sur les différents sujets, c'est que le visionnement d'extraits vidéo améliore généralement la performance de hauteur. En effet, il a été constaté que 14 sujets sur 18 présentaient une amélioration de performance après visionnement d'un extrait vidéo dans lequel le saut était exécuté de manière quasi parfaite, soit un pourcentage de 77.8%, ce qui n'est pas négligeable.

En outre, et c'est pour le moins surprenant, il s'est également avéré que le visionnement d'un extrait vidéo dans lequel le sujet saute mal a également eu des effets bénéfiques sur les sauts. Dans 77.8% des cas, les performances étaient meilleures. Pour 2 sujets, la série de sauts qui a suivi le visionnement de l'extrait « négatif » fut même la meilleure des huit séries réalisées ce jour-là. Comment cela se fait-il ? Pour le savoir, il a fallu analyser le mouvement réalisé à l'aide du vidéo tracking mis en place. Ainsi, on s'est aperçu que la technique a évolué favorablement non seulement après visionnement d'un extrait où la performance technique et de hauteur est bonne, mais également après visionnement d'un sujet adoptant une technique et un résultat moyens.

Ces résultats peuvent peut-être être éclaircis de la manière suivante : lorsque les sujets visionnent l'extrait dénommé « positif », ils se rendent compte que la technique utilisée est bonne. Dès lors, ils tentent, par la suite et en utilisant la technique d'observation puis d'imitation, de reproduire le mouvement pour tenter de perfectionner leur technique et le résultat issu du saut.

En ce qui concerne l'extrait dit « négatif », les sujets remarquent la différence par rapport à la vidéo dite « positive ». Ils se rendent compte que le sujet en question possède une moins bonne technique et dès lors saute moins haut. Pour expliquer le fait que les sujets obtiennent tout de même des meilleurs résultats après visionnement de l'extrait « négatif », il se peut qu'ils remarquent que certains éléments composant le mouvement soient mal effectués et dès lors ils tentent de ne pas adopter le même comportement que le sujet observé. Ceci expliquerait donc qu'ils ne font pas les mêmes erreurs et que cela se ressent sur leur performance de hauteur ainsi que sur leur technique. D'ailleurs, c'est ce qui est un peu ressorti des différents feedbacks enregistrés auprès des sujets après l'expérience.

En effet, après l'expérience, de nombreux sujets ont affirmé qu'après avoir visionné les extraits vidéos, ils se rendaient compte qu'ils ne sautaient pas très bien –donc que leur technique n'était pas assez efficace- et que lorsqu'ils devaient effectué la série de sauts suivante, ils tâchaient de reproduire la technique utilisée dans l'extrait vidéo positif. En revanche, à la suite du visionnement de l'extrait négatif, ils se rendaient compte que la technique était mauvaise et qu'il ne fallait surtout pas la reproduire dans l'optique d'obtenir de bons résultats de hauteur.

- *La technique de saut variera selon les focus utilisés.*

Comme mentionné précédemment, la technique a évolué en fonction des consignes données aux participants. J'ai pu observer une évolution considérable de la technique surtout après les séries 'RLP' et celles concernant les visionnements d'extraits vidéo ('EV+' et 'EV-'). Ces changements de la technique sont apparus à plusieurs niveaux :

- Modification de l'angle de flexion des genoux : après la série 'EV+' et 'EV-', j'ai pu constater que passablement de sujets avaient modifié leur contre-mouvement. Celui-ci était en effet plus ou moins prononcé selon l'extrait visionné.
- Modification de la vitesse du contre-mouvement. En modifiant le temps nécessaire à effectuer leur contre-mouvement, les sujets ont également gagné en efficacité au moment de l'impulsion et ils ont ainsi pu améliorer leurs performances.
- Modification de la posture du corps : là aussi, d'importantes évolutions sont apparues. J'ai pu constater que les sujets ont vraiment pris un soin particulier à améliorer la tenue de leur corps lorsque celui-ci se trouve dans les airs. En effet, après visionnement des extraits vidéo, la plupart des participants tendaient totalement leurs jambes et appuyaient la flexion plantaire de leurs pieds, en veillant à toujours garder les mains sur les hanches et fixer un point droit devant eux. Cette tenue du corps leur a permis de progresser.

Au commencement de ce travail, je me demandais s'il était possible d'établir un lien entre les différents focus utilisés afin d'établir une liste de critères permettant une réalisation de saut optimale. Au regard des différents résultats obtenus, je dirais que dans le but d'effectuer un saut le plus parfait possible, un sujet se doit tout d'abord de posséder de bonnes capacités d'imagerie mentale. S'il ne les possède pas ou qu'il en possède peu, il lui sera moins aisé d'améliorer sa performance.

Par la suite, le sujet peut et doit beaucoup apprendre de l'observation vidéo. En étant capable de détecter les différents points techniques caractérisant un très bon saut, il pourra par la suite tenter de les reproduire. De la même manière, si le sujet décèle les aspects techniques négatifs empêchant une réalisation de saut optimale, il veillera à ne pas les répéter.

Par ailleurs, la représentation mentale préalable de la tâche à effectuer a fait ses preuves et contribue grandement à une amélioration de performance. Ainsi, pour résumer le tout, je pense que si on veut obtenir le maximum de la part d'un sujet, il faut tout d'abord passer par une phase d'observation. Il faut que le sujet apprenne à détecter les éléments importants à reproduire ou non.

Une fois bien conscient du mouvement à réaliser, je pense qu'une phase de représentation mentale soit nécessaire. Le sujet, connaissant les éléments techniques caractéristiques d'un bon saut, doit pouvoir se visualiser en train d'effectuer ce saut avec une technique la plus précise possible.

Enfin, le sujet aborde la phase d'imitation lors de laquelle il reproduit un saut correctement effectué par une tierce personne puis le transpose dans son esprit afin qu'il « s'approprie » ce bon saut.

5.1.2. Limites du travail :

Après dépouillement des résultats, je dois quand même avouer qu'il est nécessaire de fixer certaines limites à mon travail. Tout d'abord, ce travail était principalement basé sur la capacité des participants à se représenter mentalement différentes sortes de mouvement, donc sur la qualité de leur imagerie motrice personnelle, dans l'optique d'observer ses effets sur les performances de sauts. Et comme l'ont démontré plusieurs études (Hall et al., 1985 ; McAvinue & Robertson 2008, cités par Bergman et al., 2012), l'efficacité de l'imagerie motrice pour une amélioration de performance semble dépendre partiellement des capacités d'imagerie.

Or, dans le cadre de mon étude, l'efficacité de l'imagerie motrice des participants m'était totalement inconnue. Je suis parti du principe que les jeunes hommes participants, tous des sportifs normalement constitués et ne souffrant d'aucun trouble psychique ou physique, étaient totalement capables de se représenter mentalement différentes sortes de mouvement. Peut-être était-ce une supposition trop osée de ma part. Ainsi, la sélection des sujets aurait pu être affinée. Mais, comme mon étude a débouché sur différents résultats pertinents, et que bon nombre de sujets ont amélioré leurs performances lors de telle ou telle série de sauts, le choix de base n'était peut-être pas si mauvais que cela après tout.

Il faut également savoir que l'efficacité de l'imagerie mentale sur la performance qui va suivre va dépendre du type d'imagerie que les sujets utilisent. Budney, Murphy et Woolfolk stipulent que l'imagerie interne (le fait de s'imaginer soi-même en train d'effectuer une tâche motrice) facilite mieux la réalisation de bonnes performances que l'utilisation de l'imagerie externe (le fait de se voir réaliser une tâche motrice en qualité d'observateur). Les résultats d'une autre étude menée par Olsson et al. (2008) indiquent que, dans le but d'utiliser une perspective interne pendant l'imagerie mentale d'une tâche complexe, on se doit d'avoir des représentations motrices précises de la tâche qui se traduisent ensuite par un modèle moteur ou interne de l'activité cérébrale. Si ce n'est pas le cas, c'est une perspective externe qui va être utilisée et l'activation du cerveau correspondante sera un modèle visuel ou externe. Ces deux constatations me forcent à admettre que dans le cadre de mon expérience, je ne savais pas quel type d'imagerie les sujets ont utilisés. J'aurais peut-être dû leur préciser d'utiliser tel ou tel type d'imagerie afin que tous soient sur un pied d'égalité et que les performances ne soient pas influencées par le type d'imagerie choisi.

Un autre point qui aurait pu être amélioré concerne l'ordre des séries de sauts durant la phase de test. En effet, il s'est avéré que chaque sujet a effectué les six séries de sauts à chaque fois dans le même ordre. Est-ce que j'aurais obtenu les mêmes résultats en testant les sujets de manière aléatoire en ce qui concerne les séries ? Il se peut que non, car il ne faut pas oublier que la fatigue a pu jouer un rôle lors de l'expérience.

En effet, les sujets ont dû effectuer 48 sauts, ce qui est assez conséquent. Comme l'affirme Dufour (2009), « la réalisation d'une cinquantaine de CMJ lors d'une séance est une charge qualitative conséquente si l'athlète exécute les sauts dans des conditions maximales » (p. 114). Dès lors, en testant les séries à chaque fois dans le même ordre, il se peut que les performances des deux dernières séries de sauts aient pu être influencées par ce phénomène de fatigue, et aient donc biaisé les résultats obtenus.

Pourtant, quand on regarde les résultats obtenus, il s'est avéré que parmi les dix-huit sujets engagés, huit ont réalisé leur meilleure moyenne de hauteur lors d'une des deux dernières séries de sauts. Cette fatigue a peut-être joué un rôle auprès de deux sujets qui ont réalisé leur moins bonne performance lors de la dernière série et qui m'ont confié juste après le test qu'ils sentaient qu'ils ne pouvaient plus fournir le maximum d'énergie.

Un autre point qu'il ne faut pas oublier concerne le fait que la performance réalisée lors de l'exécution d'un CMJ dépend notamment du profil élastique de l'athlète. Dufour (2009) stipule que « la force excentrique, la raideur tendino-musculaire, la qualité réflexe ainsi que les propriétés contractiles du muscle déterminent la performance en CMJ » (p. 113). A nouveau, je n'étais pas au courant de ces différents profils au moment de réaliser les tests. Ainsi, plusieurs points auraient pu être améliorés.

5.2. Perspectives de recherche :

Pour de futures recherches dans le domaine, je pense qu'il pourrait être intéressant de tester chaque imagerie mentale ou focus attentionnel utilisé dans cette étude, mais de manière séparée. Ainsi, une étude porterait sur une seule imagerie ou un seul focus et permettrait d'étudier encore plus en détails les influences que ces phénomènes peuvent avoir sur la performance. Je dirais que mon étude pourrait faire office de rampe de lancement à diverses études plus approfondies, ceci dans l'optique de comprendre réellement les enjeux de chaque focus sur la technique et la performance liées au saut vertical.

De plus, il serait intéressant de savoir si l'influence de chaque focus sur les résultats observés s'appliquent uniquement sur le court terme ou peuvent s'inscrire dans un plus long terme, de manière à se rendre compte si des entraînements liés aux focus attentionnels peuvent réellement améliorer les performances de détente.

On sait qu'il existe plusieurs moyens pour augmenter la détente verticale. « Certains préparateurs physiques utilisent des élastiques lors des sauts. L'objectif recherché est d'accélérer le contre-mouvement ou de faciliter la vitesse d'envol. Selon l'orientation et de la tension des élastiques, les effets sont soit une phase excentrique plus intense au moment de la réception du saut ou à l'inverse une phase excentrique déchargée et une vitesse d'envol facilitée » (Dufour, 2009, p. 115).

J'ai mentionné à plusieurs reprises dans ce travail que pour effectuer un bon saut, un sujet se doit de fléchir les genoux à environ 90 degrés s'il désire avoir une portée de décollage optimale. Ces affirmations, également présentées dans plusieurs études sur les CMJ (Dufour, 2006 ; Linthorpe, 2000), ont pourtant été contredites par plusieurs autres études ; en effet, en plus de celle de Domire et Challis (2007), une étude de Bobbert et al. (2008, cités par Jidovtseff et al., 2010), affirme qu'un abaissement insuffisant du centre

de gravité réduit le développement de la vélocité et par conséquent la performance liée au saut. Ils ont démontré qu'une stratégie de saut inhabituelle, [avec une flexion des genoux plus poussée], a produit la même hauteur de saut qu'une stratégie normale. L'utilisation d'une flexion plus importante n'a donc pas réduit la hauteur de saut par rapport à une utilisation d'une flexion personnellement sélectionnée. Leur étude démontra également que les paramètres mécaniques sont largement influencés par le style de saut. Dès lors, il convient que la modalité de saut se doit d'être pertinemment sélectionnée selon le contexte sportif et l'objectif d'entraînement.

Une chose est sûre : si un athlète désire améliorer sa détente verticale, il doit s'entraîner. Dans une de leurs expériences, Richter et al. (2012) ont démontré que la pratique d'une activité physique ainsi qu'une expérience dans le domaine sportif influencent la performance de saut. Leurs résultats ont indiqué que la performance de saut dépendait de la technique de saut ainsi que de l'activité sportive. Il convient dès lors, si on souhaite améliorer sa détente verticale, de s'entraîner régulièrement.

On sait qu'il existe de nombreuses façons de s'entraîner. Mais encore faut-il pouvoir choisir le type d'entraînement qui mènera aux meilleures améliorations. Est-ce celui de Dufour (2009) présenté plus haut ou celui de Baker (1996, cité par Carlson, Magnusen, & Walters, 2009), qui affirme que les plus grandes améliorations dans la performance liée à un saut vertical peuvent être atteintes en entraînant à la fois les composantes contractiles du muscle (utilisés principalement lors d'exercices de force générale) et le Stretch-Shortening-Cycle (utilisé principalement lors d'exercices de force spéciale et spécifique), plutôt qu'en utilisant seulement un type d'entraînement ou un autre. Une autre recherche (Adams et al., 1992) indique également qu'une méthode combinée d'entraînement est plus efficace dans l'optique d'améliorer la performance verticale de saut plutôt qu'un entraînement de force ou un entraînement pliométrique seul.

Mon étude a également démontré par le biais de l'utilisation de séquences vidéo que l'entraînement par observation puis imitation amenaient également les participants à améliorer leurs performances sur le court terme. Aussi ai-je mentionné plus haut qu'il serait intéressant de tester cette méthode sur du plus long terme afin de se rendre compte si celle-ci est fiable ou non et pourrait ou non être transposée à une préparation sur le long terme.

De même, se représenter mentalement le mouvement à effectuer ou un autre mouvement n'étant pas directement lié au saut a eu des influences positives sur les hauteurs de saut. Aussi je pense qu'en explorant cette technique par le biais d'une étude plus approfondie traitant uniquement de ce focus permettrait de pouvoir confirmer ou infirmer les résultats que j'ai obtenus. Il s'agirait donc de tester les deux sortes d'imageries (interne et externe) et de voir laquelle est la plus propice à une amélioration de la technique de saut et donc de la performance.

Mon étude a permis de constater que l'imagerie mentale possède une réelle influence non seulement sur la technique, mais également sur la performance liée au saut vertical. L'avenir des études sur la détente verticale se doivent d'examiner plus en détails le lien entre le domaine mental de l'athlète et son influence sur la tâche motrice. Car il s'agissait là d'une étude assez globale sur l'influence de l'imagerie mentale sur les sauts.

En tant que footballeur, je suis souvent amené à effectuer des sauts verticaux, notamment lorsque je dois intercepter le ballon de la tête. Je retiens plusieurs points importants dans les résultats que j'ai obtenus. Premièrement, je sais que je peux énormément progresser dans ce domaine, car il est très peu entraîné non seulement au sein du sport que je pratique, mais également dans mon entraînement quotidien. Etant conscient des améliorations possibles, je pourrais pourquoi pas prévoir une phase d'entraînement liée à cet aspect technique de mon sport favori dans l'optique d'élargir ma palette d'habiletés techniques.

Deuxièmement, les résultats me permettent d'être au courant des différentes méthodes que je peux utiliser dans l'optique d'une progression dans ma détente verticale, à savoir :

- Utiliser la vidéo pour perfectionner l'exécution de mon mouvement. En observant des exemples de bons sauts, je pourrais être plus concentré sur le mouvement à effectuer et non sur ce qui se passe autour de moi. Ainsi, toute ma concentration ne se ferait uniquement que sur la tâche motrice à reproduire, en faisant abstraction des éléments extérieurs.
- Utiliser la représentation mentale plus souvent. Qu'il s'agisse de détente verticale ou non, la représentation mentale a déjà fait ses preuves, dans l'étude de Bergmann et al. (2012), puis, dans une moindre mesure, dans la présente étude. Ainsi il pourrait être intéressant de tester les limites des effets d'une représentation mentale préalable à une action motrice.

De cette manière, il se peut que celle-ci intervienne plus fréquemment dans les programmes d'entraînement de différents sports.

Ainsi s'achève mon étude qui aura eu le mérite de faire ressortir certains éléments importants qui peuvent influencer un CMJ. De ces influences, et donc pour répondre à la question du titre du travail, on retiendra donc l'influence non-négligeable de la vidéo et de la représentation mentale qui, sans aucun doute, font déjà un peu partie de certains programmes d'entraînement, notamment au niveau professionnel.

En approfondissant un peu plus les recherches effectuées dans ce travail, et en se penchant sur l'influence des différents types d'imageries mentales, il se peut que des influences plus nettes puissent être observées pour chacun des focus attentionnels utilisés. Si tel devait être le cas, et si celles-ci sont notoires, l'idée serait de pouvoir un jour les appliquer dans le cadre d'un entraînement amateur. Car, si les sportifs amateurs formant le groupe de sujets ont déjà présenté des améliorations de performance après indications de quelques consignes et en leur faisant utiliser leur imagerie mentale, il n'est pas impossible que tout le monde puisse un jour bénéficier de ces trouvailles.

Ainsi, en transposant au niveau amateur les influences bénéfiques des différentes recherches sur l'influence de l'imagerie mentale, nul doute que cela ravirait non seulement les entraîneurs, mais également les sportifs, alors conscients de pouvoir utiliser diverses astuces afin d'améliorer des aspects techniques liés à la pratique de leur sport par le biais de l'imagerie mentale.

6. Bibliographie :

Basson, C. J. & Whitehead, K. (2003). Self and Consciousness : Possible Implications for Mental Imagery Use in Sport Psychology. *Perspectives on Cognitive Science II, Alternation* 10(2), 164-182

Baudoin, P. *L'échauffement sportif: se préparer efficacement*. Consulté le 15 janvier 2013. Disponible sur: <http://www.sport-passion.fr/conseils/echauffement.php>

Bergmann, J., Kumpulainen, S., Avela, J. & Gruber, M. (2012). Acute Effects of Motor Imagery on Performance and Neuromuscular Control in Maximal Drop Jumps. *Journal of Imagery Research in Sport and Physical Activity* 1073.

- Bobbert, M. F., Gerritsen, K. M. G., Litjens, M. C. A., Van Soest, A. J. (1996). Why is countermovement jump height greater than squat jump height? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28, 1402-1412.
- Bubanj, S., Stankovic', R., Bubanj, R. Bojic', I., Đindić', B. and Dimic', A. (2010). Reliability of Myotest tested by a Countermovement jump. *Acta Kinesiologica* 4, 2, 46-48.
- Budney, A. J., Murphy, S. M., and Woolfolk, R. L. (1994). "Imagery and Motor Performance: What Do We Really Know?" *Imagery in Sports and Physical Performance*. Ed. Anees A. Sheikh and Errol R. Korn. Amityville: Baywood. 98-100.
- Carlson, K., Magnusen, M. & Walters, P. (2009). Effects of Various Training Modalities on Vertical Jump. *Research in Sports Medicine*, 17, 84-94.
- Chapman E. A. (2008). *Biomechanical Analysis of Fundamental Human Movement*. Champaign: Human Kinetics Publishers, 145-156.
- Cometti, G. (2005) *L'échauffement*. Consulté le 12 décembre 2012. Disponible sur: http://www.canoekayak-lemans.net/images/stories/DocumentsDidier2011/l_echauffementversioncometti.pdf
- Cox, R. H. (2002). *Sciences et Pratiques du Sport. Psychologie du Sport*. Bruxelles: Editions De Boeck Université.
- Domire, Z.J. & Challis, J.H. (2007). The influence of squat depth on maximal vertical jump performance. *Journal of Sports Science*, 25(2), 193-200.
- Dufour M. (2009). *Les diamants neuromusculaires. Les qualités physiques. Tome 1: L'explosivité et la puissance musculaire*. Chavéri : Editions Volodalen.
- Etiennette, D., Williams, H., Rich, C. and Cole, Z. (2012). The effect of squat depths on peak forces during countermovement jumps. 20th Conference of Biomechanics in Sports. Melbourne
- Hoffman J. (2002). Physiological Aspects of Sport Training and Performance. *Human Kinetics Publishers*, 144-147.
- Gruber, M., Taube, W., Beck, S., Amtage, F., Gollhofer, A. & Schubert, M. (2007). Training specific adaptations of H- and Stretch reflexes in human soleus muscle. *Journal of Motor Behavior*, 39, 68-78.

- Gruber, M. & Gollhofer, A. (2004). Impact of sensorimotor training on the rate of force development and neural activation. *European Journal of Applied Physiology*, 92, 98-105.
- Gruber, M., Gruber, S., Taube, W., Schubert, M., Beck, S. & Gollhofer, A. (2007). Differential effects of ballistic versus sensorimotor training on rate of force development and neural activation in humans. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21, 274-282.
- Jidovtseff, B., Croninb, J., Harrisb, N. and Quievrec, J. (2010). Mechanical comparison of eight vertical jump exercises. *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering*, 13, 77-78.
- Keller, M., Lauber, B., Gehring, D., Leukel, C. & Taube, W. (2012). *Augment your jump performance with augmented feedback: immediate benefits and long-term effects after training*. Fribourg: University, Department of Medicine, Unit of Sports Science.
- Kong, P. W. & Lim, C. X. E. (2012). Effect of squat depth on vertical counter-movement jump height – A pilot investigation. *30th Annual Conference of Biomechanics in Sports, Melbourne 2012*.
- Linthorne, N. P. (2000). *Optimum Take-off Range in Vertical Jumping*. Sydney: University, School of Exercise and Sport Science.
- MacKay, D. G. (1981). The Problem of Rehearsal or Mental Practice. *Journal of Motor Behaviour*, 13, 274-285.
- Markovic, G., Dizdar, D., Jukic, I. & Cardinale, M. (2004). Reliability and Factorial Validity of Squat and Countermovement Jump Tests. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(3), 551-555.
- Marin, L. & Danion, F. (2005). *Neurosciences: Contrôle et apprentissage moteur*. Paris : Ellipses Editions S.A.
- Myotest SA, *Myotest Performance Mesuring System, Quick Start Guide (s. d.)*. Consulté le 23 juin 2013. Disponible sur: http://downloads.myotest.com/documents/Quick_Start_Guide_FR.pdf
- Olsson, C.-J., Jonsson, B., Larsson, A. & Nyberg, L. (2008). Motor Representations and Practice Affect Brain Systems Underlying Imagery: An fMRI Study of Internal Imagery in Novices and Active High Jumpers. *The Open Neuroimaging Journal*, 2, 5-13.

Richter, A., Räßle, S., Kurz, G. & Schwameder, H. (2012). Countermovement jump in performance diagnostics: Use of the correct jumping technique. *European Journal of Sport Science*, 12(3), 231-237.

Roure, R., et al. (1998). Autonomic Nervous System Responses Correlate with Mental Rehearsal in Volleyball Training. *Journal of Applied Physiology*, 78(2), 99-108.

Schoenecker, J., Cicchese, J., Engholm, J. & Bauer, K. (s.d.). *Optimal Angle of Knee Flexion for Maximal Vertical Jump in Division III Collegiate Athletes*. Consulté le 19 septembre 2013 depuis le site Internet du département des sciences de l'exercice et des études en sport de l'Université de Saint John. Disponible sur : <http://www.csbsju.edu/documents/sports%20medicine/final%20poster.pdf>

Taube, W., Gruber, M., Beck, S., Faist, M., Gollhofer, A. & Schubert, M. (2007). Cortical and spinal adaptations induced by balance training: correlation between stance stability and corticospinal activation. *Acta Physiologica*, 189, 347-358.

Vanezis, A. & Lees, A. (2005). A biomechanical analysis of good and poor performers of the vertical jump. *Ergonomics*, 48(11-14), 1594-1603.

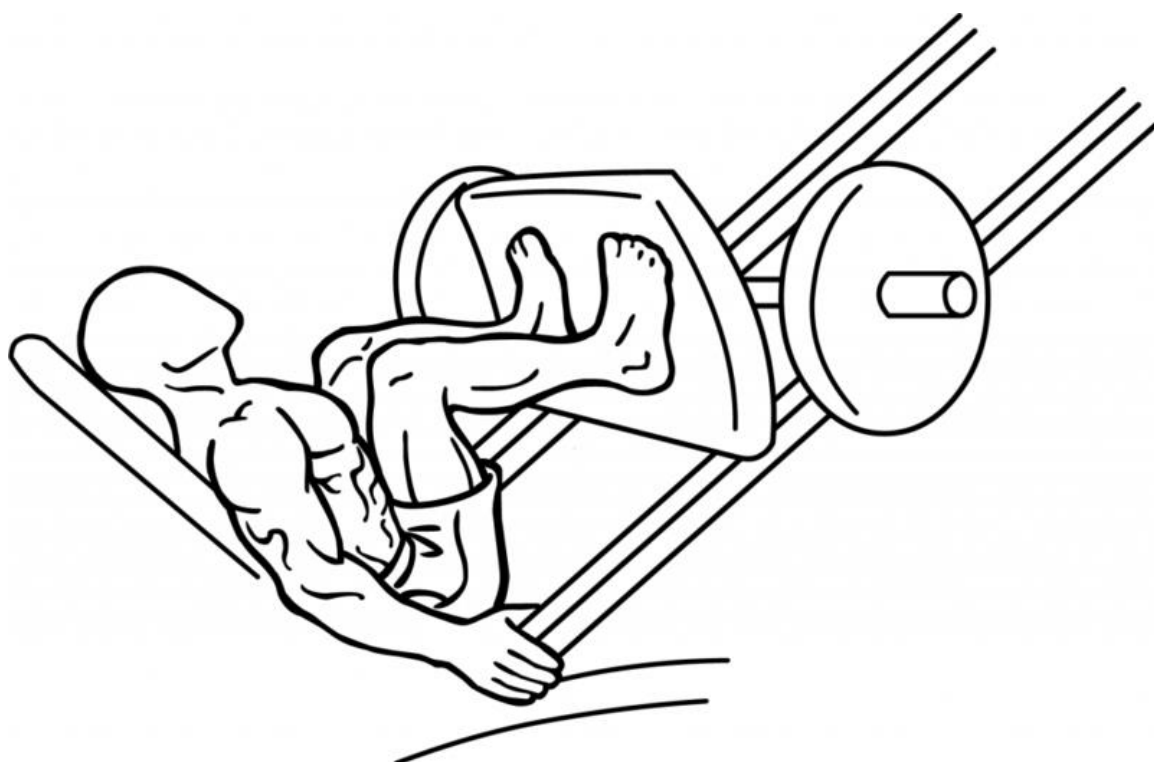
Weineck, J. (1997). *Manuel d'entraînement*. (4ème éd.) Paris: Editions Vigot.

Woodrup, J. (2008). *Myotest review*. Consulté le : 10 décembre 2012. Disponible sur : http://www.verticaljumping.com/myotest_review.html

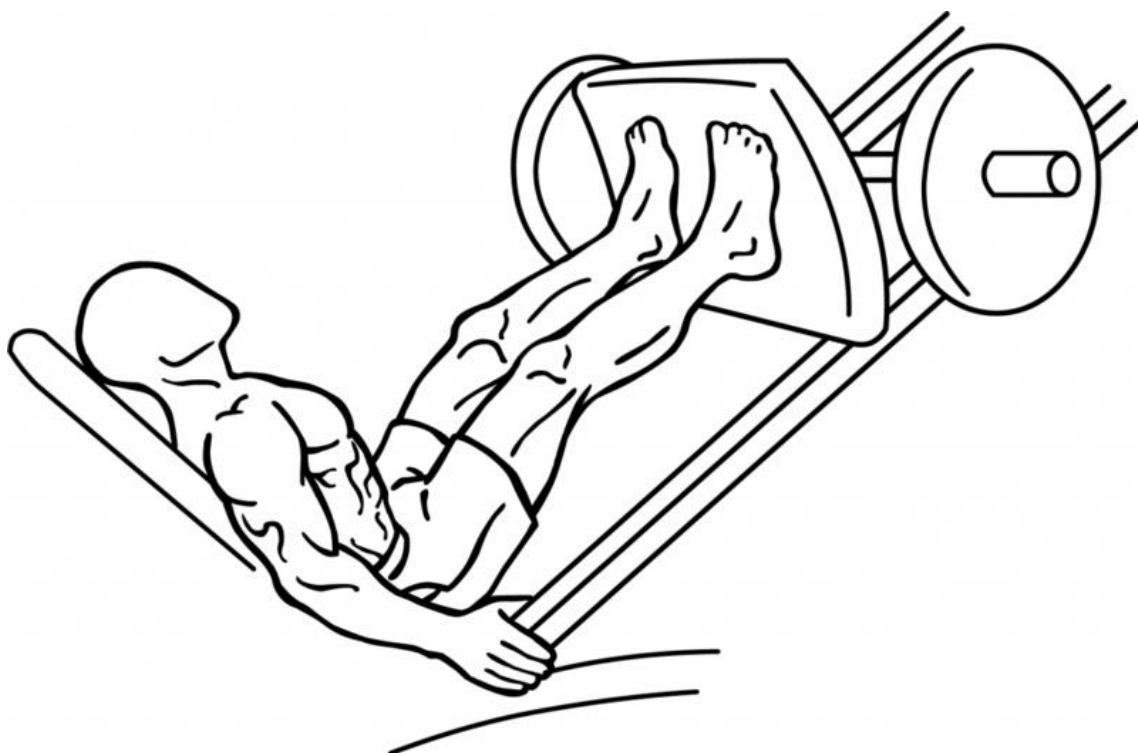
7. Annexes :

- Exemple d'une fiche de consentement que chacun des 18 sujets ainsi que les deux volontaires pour la création des vidéos ont dû remplir
- Images utilisées lors du test, à savoir :
 - Images explicatives de la legpress
 - Images nécessaires à l'explication des exercices d'échauffement

7.2. Images explicatives de la legpress :








Disponible sur : <http://commons.wikimedia.org/wiki/File%3ANarrow-stance-leg-press-2-1024x671.png>



Disponible sur : <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Narrow-stance-leg-press-1-1024x671.png>

7.3. Protocole d'échauffement basé sur l'échauffement russe :

Exemples d'exercice pour les membres inférieurs :

<p>Quadriceps (muscle antérieur de la cuisse, extenseur du genou)</p>	<p>- Départ jambes écartées : fléchir une jambe avec transport du poids du corps et se relever rapidement.</p> <p>- Squat en se relevant sur une jambe.</p>	
<p>Psoas (muscle fléchisseur de hanche)</p>	<p>- Debout : réaliser une flexion de hanche rapide d'un côté, genou fléchi.</p>	
<p>Triceps (muscle du mollet)</p>	<p>- Debout, la plante du pied sur un trottoir : se mettre sur la pointe des pieds.</p>	
<p>Ischio-jambiers (muscles situés derrière la cuisse)</p>	<p>- A plat ventre : fléchir une jambe, ramener le talon contre la fesse et exercer une résistance au dos du talon en s'aidant de l'autre jambe.</p>	
<p>Grand fessier</p>	<p>- Sur le dos : en position de pont, en appui sur un pied, réaliser une contraction rapide du grand fessier pour arriver en position alignée.</p>	

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."

Lieu, date : Signature :

Déclaration de cession des 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."

Lieu, date : Signature :

Remerciements :

Merci à l'Unité des Sciences du Mouvement et du Sport du Département de Médecine de l'Université de Fribourg pour la mise à disposition des locaux et du matériel nécessaires à la bonne réalisation de cette étude.

Un merci tout particulier à Alain Rouvenaz et Martin Keller pour leur étroite collaboration tout au long de la mise en place et la réalisation de cette étude.