

Etude perceptive du jugement en gymnastique aux agrès

Travail de fin d'études en vue de l'obtention du titre de
Master of Science en sciences du sport
Option enseignement

déposé par

Yannick Progin

à

l'Université de Fribourg, Suisse
Faculté des sciences
Département de médecine

en collaboration avec la
Haute école fédérale de sport de Macolin

Référent

Prof. Jean-Pierre Bresciani

Conseiller

Thibaut LeNaour

Fribourg, le 27 août 2018

Table des matières

Résumé.....	4
1 Introduction.....	5
1.1 Contexte scientifique	5
1.2 Objectif du travail	12
2 Méthode – Expérience 1	14
2.1 Participants.....	14
2.2 Vidéo du test	14
2.3 Appareillage.....	15
2.4 Procédure	16
3 Résultats – Expérience 1	18
3.1 Moyenne du nombre de fixations des gymnastes et des juges (B1 et B2).....	18
3.2 Moyenne du nombre de fixations sur les hanches des gymnastes et des juges (B1 et B2)	18
3.3 Moyenne du nombre de fixation en dehors des hanches des gymnastes et des juges (B1 et B2).....	18
3.4 Moyenne du temps de fixation des gymnastes et des juges (B1 et B2).....	19
3.5 Moyenne du temps de fixation sur les hanches des gymnastes et des juges (B1 et B2).....	19
3.6 Moyenne du temps de fixation en dehors des hanches des gymnastes et des juges (B1 et B2).....	20
4 Expérience 2.....	21
4.1 Contexte scientifique	21
4.2 Différents biais dans le monde du sport.....	21
4.3 Les biais dans la gymnastique.....	22
4.4 La dynamique des mouvements, un biais en gymnastique ?	23
4.5 Test sur 3 juges	23
4.5 Hypothèse	24
5 Méthode – Expérience 2	25
5.1 Participants.....	25
5.2 Vidéos du test.....	25
5.3 Appareillage.....	26
5.4 Procédure	26
6 Résultats – Expérience 2.....	28

6.1 Comparaison mouvement contre mouvement	28
6.2 Corrélation entre les scores et la dynamique	28
6.2 Corrélation entre les scores et le spatial.....	29
7 Discussion	31
7.1 Expérience 1 - Comparaison nombre de fixations entre gymnastes et juges.....	32
7.2 Expérience 1 - Comparaison de la durée de fixation entre juges et gymnastes	33
7.3 Expérience 2 – Corrélation entre dynamique et choix du mouvement.....	34
7.4 Expérience 2 – Corrélation entre spatial et choix du mouvement	35
7.5 Idées pour de futures recherches.....	35
8 Conclusion	37
9. Bibliographie.....	38
10. Annexe	44
10.1 Feuille de critères de la passation à la barre fixe	44

Résumé

Ce travail comporte deux expériences. La première a utilisé un Eye Tracker pour l'analyse du jugement en gymnastique aux agrès. Plusieurs études ont déjà été réalisées en gymnastiques artistique ou gymnastique rythmique mais jamais encore en gymnastique aux agrès. Cette dernière ressemble aux autres disciplines de la gymnastique en plusieurs points : rapidité et complexité des mouvements effectués. Aussi, dans ces différents sports les juges sont au cœur de ces disciplines car ce sont eux qui vont établir un classement et désigner un vainqueur. C'est en observant l'importance de ceux-ci que nous avons décidé de réaliser ce travail de master sur l'analyse du jugement en gymnastique aux agrès. Il est important de savoir où regardent les juges afin de, peut-être, orienter le regard des futurs juges.

Pour se faire, nous avons analysé les mouvements oculaires de gymnastes n'ayant jamais suivi de formation de juge afin de les comparer avec des juges B1 ou B2 (différents niveaux de juges). Les sujets devaient regarder des vidéos de gymnastes réalisant une passation à la barre fixe pendant qu'un système d'Eye Tracking enregistrerait leurs mouvements oculaires.

Les résultats ont montré que les gymnastes non-juges avaient un nombre plus élevé de fixations, spécialement en dehors du bassin, que les juges. Aussi, les juges ont un temps de fixation plus élevé que les juges. Ces derniers passent donc plus de temps à observer la zone centrale du gymnaste (le bassin).

Pour la deuxième expérience, nous nous sommes intéressés à différents biais qui peuvent influencer un jugement. Nous avons confronté deux types d'information porteuse de sens dans le jugement telles que l'information spatiale vis-à-vis de l'information temporelle

Pour réaliser cette deuxième expérience nous avons demandé à des juges de regarder des séries de vidéos sur un écran d'ordinateur. A chaque fois deux rondades étaient proposées et ils devaient choisir laquelle des deux ils jugeaient être la meilleure.

Les résultats n'ont pas montré de corrélation entre la dynamique et le choix du mouvement. Ce qui est intéressant néanmoins c'est qu'il n'y a pas non plus de corrélation entre l'information spatiale et le choix du mouvement. C'est bien une combinaison des deux facteurs ou d'autres facteurs inconnus qui vont influencer le choix des juges de choisir tel ou tel mouvement plutôt qu'un autre.

1 Introduction

La gymnastique aux agrès est un sport plutôt individuel dont les classements vont beaucoup dépendre des juges. En effet, ce sont ceux-ci qui vont attribuer une note suite au passage d'un. Même si les juges sont censés être objectifs et impartiaux, il leur est difficile de rester sur une même ligne de conduite tout au long d'une compétition et de juger de manière identique les gymnastes entre eux. Le résultat ne dépend donc pas exclusivement de mesures objectives, mais aussi d'indices plus subjectifs. En effet, beaucoup de facteurs entrent en compte comme la durée du jugement (les juges qui commencent à fatiguer après avoir dû noter de nombreux gymnastes), la corpulence des compétiteurs ou encore la difficulté des éléments (certains juges vont peut-être se laisser impressionner par un enchaînement difficile et en oublier les fautes commises). Les juges ont besoin de grandes capacités attentionnelles pour analyser l'information visuelle en restant concentré et en évitant la fatigue. Ce manque d'objectivité est, en même temps que la technologie s'améliore, de plus en plus remis en question. Récemment encore, l'introduction lors de la dernière coupe du monde de football de l'analyse vidéo démontre que l'on utilise de plus en plus des moyens technologiques dans le sport. Une récente étude a démontré que les arbitres sifflaient plus sévèrement lorsqu'ils observent les actions au ralenti à l'aide de la vidéo que lorsqu'ils sifflent en temps réel (Spitz, Moors, Wagemans, & Helsen, 2018). N'y aurait-il pas là une ouverture afin d'amener l'analyse vidéo dans la gymnastique aux agrès afin d'y rendre le jugement aussi objectif que possible ?

1.1 Contexte scientifique

Plusieurs études vont nous permettre de mieux comprendre le sujet de ce travail. Premièrement, une étude de l'art sur l'Eye Tracking, d'abord généralement en énumérant plusieurs études dédiées à ce sujet, puis, se rapprochant du thème de cette étude pour arriver pleinement dans la gymnastique. Ensuite, le jugement dans le sport sera mis en avant à travers différents articles et plusieurs sports pour arriver là-aussi vers la gymnastique. Finalement, des articles sur l'Eye Tracking dans le jugement seront décrits afin d'arriver au plus proche du sujet de ce travail : l'utilisation de l'Eye Tracker afin d'observer le regard qu'on les gymnastes par rapport aux juges dans la gymnastique aux agrès.

1.1.1 Eye Tracking. L'Eye Tracking est utilisé depuis des décennies (Mohamed, Perreira, Silva, & Courboulay, 2008) et à des fins nombreuses. Difficile d'utilisation au début, il est devenu un outil que les étudiants des Universités peuvent utiliser et maîtriser de manière

autonome. Ceci est dû à la modernisation et la simplification de cet outil et grâce à des guides d'utilisation spécialement conçu pour une utilisation par des étudiants (Discombe & Cotterill, 2017). Comme le montre l'article de Duchowski (Duchowski, 2002), les Eyes Trackers ont traditionnellement servi comme outil de diagnostic de la lecture et d'autres tâches de traitement de l'information. Au début, l'appareil était difficile à utiliser et fastidieux. La lumière ambiante pouvait facilement perturber l'expérience et les facteurs comme la fermeture ou l'occlusions des yeux (Zhu & Ji, 2005) devaient être très limités si l'on voulait obtenir des résultats probants. Depuis, de nombreux progrès technologiques ont été réalisés et l'emploi de l'Eye Tracking s'est simplifié et s'est répandue. L'Université de Fribourg bénéficie de ces avancées technologiques grâce à son équipement EyeLink 1000 qui lui permet d'observer les mouvements oculaires de l'œil dans des conditions d'éclairages optimales. Ceci est possible grâce à sa technologie Infrarouge. Dès lors, utilisations se firent nombreuses et variées. Comme le montre l'article de Yang et Chih-Chien (Yang & Wang, 2015), l'Eye Tracking fut beaucoup utilisé dans la recherche sur interactions hommes-machines pour tenter de simplifier la vie des utilisateurs. On peut notamment citer sa contribution à l'amélioration du contenu affiché sur ordinateur. Avec un nombre croissant de tels appareils et le temps que nous passons à les utiliser, nous sommes fortement intéressés par de nouvelles méthodes d'interactions avec ces outils. De nombreux articles sont dédiés à ce sujet (Gegenfurtner, Lehtinen, & Säljö, 2011) (Dix, Finley, Abowd, & Beale, 1998; Drewes, 2007; Drewes & Schmidt, 2009). L'Eye Tracking fut également utilisé par les développeurs de site web afin de rendre le contenu des pages internet plus clair et faire ressortir les informations dont l'utilisateur a vraiment besoin (Pan et al., 2004). Les journaux en ligne, de plus en plus courants et nombreux de nos jours, ont fait l'objet d'une analyse afin de connaître le comportement des lecteurs face à des articles en ligne (Zambarbieri, Carniglia, & Robino, 2008). D'autres utilisations sont à mentionner : également utilisé en médecine, le comportement oculaire de patients souffrant de schizophrénie a fait l'objet de tests opérés par Holzman, Proctor et Hughes en 1973 (Holzman, Proctor, & Hughes, 1973). L'Eye Tracker fut aussi utilisé pour détecter la fatigue au volant durant la nuit chez les conducteurs. Même si cela n'a, pour l'instant, rien donné de concret et de commercialisable, l'idée de développer une alarme lorsque le conducteur commence à somnoler est intéressante (Hornig & Chen, 2008). Depuis peu, l'Eye Tracking est devenu accessible pour l'utilisation sur mammifère non-humain. Au début, il était fastidieux de l'utiliser sur des animaux car les scientifiques devaient, s'ils désiraient obtenir des résultats probants, se servir de techniques invasives telles que des implantations chirurgicales afin de stabiliser la tête des sujets. Grâce aux avancées technologiques citées

plus haut, il est devenu plus aisé de tester des animaux et les scientifiques essaient de bien faire comprendre qu'il n'y a plus besoin de se servir de méthodes invasives pour utiliser l'Eye Tracking sur les animaux (Machado & Nelson, 2011).

C'est dans les années 1970 que furent réalisées les premières études liées au sport dans le domaine du suivi oculaire. Il y a dix ans, des psychologues et neuroscientifiques ont identifié le sport comme un domaine dans lequel les compétences liées à l'attention peuvent faire l'objet de recherches enrichissantes, que l'on parle de novices ou d'experts (Aglioti, Cesari, Romani, & Urgesi, 2008; Yarrow, Brown, & Krakauer, 2009). La difficulté d'utiliser un outil comme l'Eye Tracking est que le sport est pratiqué dans un environnement dynamique et est en constante évolution (Starkes & Ericsson, 2003). Mais depuis peu, les recherches se firent nombreuses et la technologie ne cessa d'évoluer (D. Panchuk, Vine, & Vickers, 2015) ce qui permit de réaliser des expériences qu'il était impossible de faire par le passé. Par exemple, cette technologie permet désormais d'observer le regard de sportif dans des actions de jeu rapide, ce qui n'était pas possible de réaliser au début de l'ère Eye Tracking (Derek Panchuk & Vickers, 2009).

Dans le sport, être capable de localiser et d'identifier des informations visuelles est déterminant pour la performance (Williams, Janelle, & Davids, 2004). Les habiletés perceptives oculaires sont donc primordiales et l'Eye Tracking nous permet d'en savoir d'avantage. Le football fut l'objet de nombreuses expériences liées à l'outil d'Eye Tracking. Diaz, Fajen et Phillips se sont intéressés à la composante de l'anticipation chez les gardiens de foot en analysant ce que ceux-ci utilisaient comme repères pour prévoir un tir de pénalty (Diaz, Fajen, & Phillips, 2012). Les gardiens développent alors différentes stratégies d'anticipation qui sont propres à chacun et qui découlent sur des performances diverses (Curran, Hill, Hall, & Jowett, 2014). Plusieurs autres études furent réalisées sur le même sujet mais avec des approches différentes (Dicks, Davids, & Button, 2010; Lopes, Jacobs, Travieso, & Araujo, 2014). Il ressort de différentes études que les niveaux des sujets dans le sport en question vont beaucoup influencer leur capacité à prévoir et anticiper certaines actions ou alors certaines trajectoires de balle par exemple. Une constatation appuyée par cet article sur le cricket qui observe que les joueurs experts vont être capables de déceler des informations visuelles que les novices ne pourront pas utiliser (Muller, Abernethy, & Farrow, 2006). La prise de décision est aussi un sujet très étudié dans l'analyse oculaire. Les sportifs avancés seraient capables d'extraire des informations utiles beaucoup plus tôt que des sportifs novices (Singer, Hausenblas, & Janelle, 2001; Williams, Ford, Eccles, & Ward, 2011). Dans les sports de combats, par exemple, il est important de prendre rapidement les bonnes décisions afin de prendre le dessus sur son adver-

saire. Différentes stratégies sont développées par les sportifs et le regard joue un rôle fondamental. Un autre article montre que le regard influence directement la performance sportive. Ici, concernant le sport le plus rapide, le patinage de vitesse, Vickers démontra que certains comportements du regard amenaient à des vitesses de patinage plus élevée (Vickers, 2006).

Récemment, l'Association suisse de hockey sur glace a fait une étude sur le suivi oculaire pour analyser le comportement du regard des joueurs pendant le tir. Ceci dans le but de généré de nouvelles connaissances et de, pourquoi pas, développer des techniques et méthodes d'entraînement pour améliorer les compétences des hockeyeurs au tir. Dans le but de protéger cette étude contre d'autres nations du hockey, le papier n'a malheureusement pas été rendu public mais cette étude nous montre qu'il y a un intérêt pour ce genre d'expérience aussi en Suisse dans des sports populaires.

Toujours sur la glace, le patinage artistique se rapproche de la gymnastique aux agrès en plusieurs points. Il s'agit également de figures acrobatiques difficiles à réaliser ou de nombreuses rotations sont effectuées et ce sont également des juges qui mettent des notes afin de définir un classement. Dans cette étude, des débutants et des experts ont été analysé afin d'observer où ils regardaient lorsqu'ils effectuaient des figures acrobatiques (Menshikova, Kovalev, Klimova, Chernorizov, & Leonov, 2014). Les perturbations vestibulaires, difficiles à gérer lors de figures acrobatiques incluant de nombreux tours sur soi-même, étaient mises en relation avec les mouvements oculaires enregistrer par l'Eye Tracker. Ils ont émis l'hypothèse que plus les sujets avaient de clignements des yeux et plus ils faisaient des fixations de courtes durées, moins ils avaient de sensations d'inconfort liés aux perturbations vestibulaires. Il s'est avéré que les personnes pratiquant le patinage artistique depuis des années développent une habitude au stress vestibulaire et qu'ils ressentent beaucoup moins de symptômes liés à celui-ci (tel que nausée, étourdissement, perte d'équilibre). La recherche d'information visuelle dépend de la nature de la tâche, de l'environnement et des caractéristiques du sportif (Williams et al., 2004).

Proche du patinage artistique, la gymnastique a également fait l'objet de recherches avec Eye Tracking. Comme la gymnastique aux agrès (sujet de mon travail) est un sport typiquement suisse et peu connu à travers le monde, il n'existe aucune étude utilisant l'Eye Tracking la concernant. En revanche, plusieurs études intéressantes ont été faite sur la gymnastique artistique ou la gymnastique rythmique qui se rapprochent énormément de la gymnastique aux agrès (acrobaties, engins, sport individuel, système de notation par des juges).

Les points de fixations et le temps de fixations utilisés par des gymnastes lors d'une acrobatie furent au cœur de l'expérience réalisée par Heinen (Heinen, 2011). Il fit faire à des gymnastes

de différents niveaux (expert et apprenti) des sauts périlleux arrière sans saut préparatoire. Puis, grâce à un système de suivi du mouvement oculaire, analysa les clignements des yeux et les taux de fixations. Il s'avéra que les experts avaient des temps de fixations plus élevés et qu'ils ne clignaient jamais des yeux par rapport aux apprentis. Les gymnastes de bon niveau peuvent donc utiliser des repères visuels même lors de figures très courtes. Ces connaissances sur les relations entre le regard et le mouvement pourraient être utilisées dans de nouveaux programmes d'apprentissage de figures acrobatiques (ici le saut périlleux arrière). Une autre étude va dans le même sens (Heinen, Velentzas, & Vinken, 2012) et suggère que, à la barre fixe haute chez les garçons, peu importe la difficulté de l'exercice (grand tour, salto, double saltos), la mesure du comportement du regard montrait que les gymnastes utilisaient des repères visuels dans les trois tâches. Aussi, ils ont observé qu'il y a des différents types de fixations par rapport à différents types de mouvements.

Une étude qui m'a inspiré pour mon travail est celle réalisée par Moreno et al. (Moreno, Reina, Luis, & Sabido, 2002). Ils cherchèrent à étudier le regard qu'avaient des moniteurs de gymnastique de différents niveaux afin de déceler s'il existait des différences entre eux. Pour se faire, ils prirent 3 coachs débutant (moins d'une année d'expérience) et 3 coachs de haut niveau (cadres nationaux). Chacun devait observer des vidéos de gymnastes effectuant 3 passations différentes (ils regardaient chaque passation 3 fois). Un système d'Eye Tracking capturait leurs mouvements oculaires. Les résultats ont révélé que les experts avaient un nombre moins élevé de fixation que les novices. Par conséquent, leurs fixations présentaient une durée plus longue que celles des débutants. Les experts ont donc une stratégie d'observation et de recherche visuelle différente que les novices. Ils arrivent à chercher les informations utiles plus efficacement.

En lien avec cette étude, je m'intéresse aux différences qu'il pourrait y avoir entre les stratégies d'observation des juges officiels et des gymnastes n'ayant aucune formation de juge. Peut-être alors y aurait-il un moyen de rendre le jugement plus objectif en inculquant la bonne manière de regarder aux gymnastes désireux de devenir juge en gymnastique aux agrès.

1.1.2 Le jugement. Comme le montre différents manuels et articles, le jugement est au cœur du sport et des polémiques (Bar-Eli, Plessner, & Raab, 2011) et ce, qu'il concerne le hors-jeu au football (Catteeuw, Helsen, Gilis, Van Roie, & Wagemans, 2009) ou les tirs de pénaltys accordés en hockey sur glace. De nombreux sports comme le plongeon, le skateboard, la danse ou le patinage artistique utilisent des juges pour déterminer le gagnant d'une compétition (Looney, 2004). Le sport sujet de ce travail en fait également partie. En comparaison, le

regard des sportifs a souvent fait l'objet d'étude utilisant l'Eye Tracker comparé au regard des juges beaucoup moins étudié. Cependant il existe plusieurs études intéressantes qui ont mis les juges au centre de l'article.

Capturé ce que voient les arbitres pour l'étudier fut le but d'une étude sur le hockey sur glace (Hancock & Ste-Marie, 2013). Les arbitres devaient juger des actions de jeu et dire s'ils estimaient qu'il y avait matière à siffler 2 minutes de pénalité ou non. Il en est ressorti que les juges des différents niveaux regardaient de la même manière. Cependant, les juges de hauts niveaux obtenaient de meilleurs résultats que ceux de niveau inférieur. Hancock et Ste-Marie en ont donc déduit que les arbitres de ligue supérieure prenaient des décisions plus pertinentes que leurs collègues. Il se peut donc qu'ils arrivent à mieux traiter l'information, peut-être grâce à leur plus grande expérience. Le résultat de cet article est en accord avec celui proposé par Catteeuw et ses collègues en 2009 (Catteeuw et al., 2009). Ces études sont à mettre en lien avec le sujet de ce travail de master car les juges de gymnastiques ont une plus grande expérience dans l'analyse des passations de gymnastes et dans la mise de note que les simples gymnastes n'ayant aucune formation de juge.

Dans la gymnastique, comme expliqué plus haut, le jugement est essentiel aux compétitions et il dépend aussi beaucoup de facteurs subjectifs. Une étude essaie de mesurer cette subjectivité en analysant des juges de différents niveaux (van Bokhorst et al., 2016). Ils cherchent à connaître comment les aspects émotionnels et attentionnels affectent l'évaluation de la performance sportive. Pour se faire, ils ont demandé à plusieurs juges de différents niveaux de regarder des vidéos de gymnastes effectuer des passations lors d'une compétition et de les noter. Ils ont ensuite comparé les notes attribuées par les sujets aux notes réellement établies lors de cette compétition. Un test était fait par chaque sujet afin de tester son attention au moment de regarder les vidéos. Un test GERT-S fut réalisé sur chaque juge pour déterminer leur niveau d'impact des émotions. Ce test est efficace et réalisé en dix minutes (Schlegel & Scherer, 2016). Les résultats de cette étude ont montré une relation directe entre le niveau d'expertise des juges, l'attention et les émotions lorsqu'ils jugeaient. Aussi, l'attention et les émotions influencent le taux d'erreurs commises par ceux-ci lors d'une compétition. De plus, les émotions et le niveau d'attention sont liés au niveau d'expériences des juges. Un facteur qui pourrait également avoir son importance est le chronotype des juges. Certains auront tendance à être plus attentif le matin alors que d'autres seront plus attentifs l'après-midi (Correa, Molina, & Sanabria, 2014). Quoiqu'il en soit, comme le montre ces études, les juges de haut niveau seront moins affectés par tous ces facteurs. Un autre article apporte une autre raison de la meilleure expertise des juges experts par rapport aux juges novices (Ste-Marie, 1999). Ils

sont capables de mieux anticiper les mouvements que vont faire les gymnastes dans leur enchaînement lors de leur passation à un engin. Ils sont alors prêts à observer les choses essentielles au moment opportun et vont être capable de mieux déceler les différentes fautes commises par le sportif.

1.1.3 L'utilisation de l' Eye Tracking dans le jugement à la gymnastique. Suites aux différentes études sur l'Eye Tracking et le jugement, la mise en lien des deux va nous conduire sur le thème de ce travail. L'utilisation d'un tel appareil dans le jugement n'a pas été réalisée de nombreuses fois mais certains articles intéressants existent tout de même. Comme la gymnastique est un sport rapide se déroulant dans un court laps de temps et qu'elle est difficile à juger, il paraît important d'étudier le comportement oculaire des juges lorsqu'ils regardent un gymnaste. Des articles très inspirants pour ce travail sont parus durant ces dernières années. "Analysis of Gymnastics Judges' Visual Search" (Bard, Fleury, Carriere, & Halle, 1980) est une étude qui nous a orienté car elle se rapproche beaucoup de mon expérience. Trois variables indépendantes furent mesurées: le nombre de fixations, l'emplacement de ces fixations et le nombre d'erreurs commises par juge. Pour se faire, un enregistreur de mouvement oculaire NAC fut utilisé. Deux groupes ont été formés. Un groupe de 4 juges nationaux (expérimentés) et un groupe de 3 juges locaux (débutants). Des différences ont été observées dans le nombre de fixation entre les deux groupes. En effet, les juges experts avaient 27% de fixation en moins par rapport aux juges novices. Aussi, les juges nationaux avaient des fixations principalement sur les parties hautes du corps des gymnastes alors que les juges locaux avaient plutôt tendance à observer les jambes et les parties basses du corps. Autre chose intéressante, même s'il n'y a pas eu de différence statistique entre le nombre d'erreurs trouvés par les juges expérimentés et celui des juges amateurs, il fut observé que les juges novices détectaient seulement la moitié des fautes commises par les gymnastes détectées par les juges expérimentés. Une autre étude qui s'est intéressée à la gymnastique rythmique, qui a beaucoup de similitude avec la gymnastique aux agrès (difficulté des mouvements, rapidité des enchaînements) (Flessas et al., 2014) est à mettre en lien avec cette dernière. C'est la première étude réalisée sur ce thème en gymnastique rythmique. 30 juges femmes ont été testés. 10 juges de niveau international, 10 de niveau national et 10 juges novices. Ils devaient regarder des vidéos pendant qu'un appareil analysait leurs mouvements oculaires. Les juges étaient mis en condition neutre pour le visionnage. Pièce silencieuse sans bruit de foule, pièce sombre et patriotisme réduit à zéro car ils ne savaient pas à quel pays appartenaient les gymnastes. Le but était de déterminer le temps passé par chaque juge à observer les séquences. Aussi, l'étude tente

d'établir si les juges internationaux, qui ont de meilleurs résultats de détection d'erreurs que les juges novices, ont de meilleures stratégies de fixations visuelles. Les résultats ont affirmé que la plus grande efficacité des juges experts à trouver les erreurs n'était pas liée à leur façon de regarder. Les juges internationaux doivent donc s'appuyer sur des stratégies cognitives complexes basées sur une grande expérience et un niveau de connaissances plus vaste que celui des juges novices.

Témoignage : J'aimerais expliquer, en plus de ces articles, ce qui a conforté mon choix de choisir ce thème pour mon travail. Dans le monde de la gymnastique aux agrès, qui reste un sport amateur (il n'existe en effet aucun professionnel de la gymnastique aux agrès), les juges suivent souvent le même parcours. Ils débutent la gymnastique aux agrès étant petit, persévèrent dans ce sport et décident de se former. Ils suivent alors des formations de juges, de moniteurs ou même des deux en même temps. Bien des moniteurs suivent des cours de juges afin de pouvoir mieux former leurs propres gymnastes (ils arrivent ainsi à mieux distinguer les erreurs commises par leurs protégés et peuvent alors les corriger pour que leurs gymnastes fassent de meilleurs résultats aux différentes compétitions). En tant que moniteur d'un groupe de jeunes gymnastes je suis souvent confronté aux juges lors des compétitions et aux notes qu'ils décident d'attribuer lors de concours. Ces notes me semblent parfois injustes mais c'est un sentiment commun à chaque moniteur et à chaque gymnaste. Pourquoi la gymnaste d'avant a eu une note plus élevée alors que ma gymnaste a, selon moi, mieux effectué le même enchaînement. J'ai donc choisi ce sujet de master pour, peut-être, avoir un sentiment d'injustice atténué pour le reste de ma carrière de gymnaste et d'entraîneur.

1.2 Objectif du travail

L'objectif de ce travail est de déterminer s'il y a une différence dans la façon de regarder un gymnaste effectuant une passation dans une tâche de jugement entre un juge et un gymnaste n'ayant suivi aucune formation de juge.

Afin d'examiner scientifiquement ces questions, nous avons formulé l'hypothèse suivante :

H1 : Les juges (B1 et B2 vont utiliser d'autres stratégies de recherche visuelle que les gymnastes n'ayant suivi aucune formation de juge.

H2 : Les juges vont concentrer leur regard principalement vers le bassin et voir le reste en vision périphérique alors que les gymnastes non-juges vont avoir plus de fixations que les juges en dehors de la zone du bassin.

H3 : En lien avec l'hypothèse 1, les gymnastes auront une moyenne du nombre de fixation plus élevée et une moyenne de durée de fixation plus faible que les juges.

2 Méthode – Expérience 1

2.1 Participants

18 juges B1 et B2 ainsi que 12 sportifs pratiquant la gymnastique aux agrès ont été volontaires pour cette étude. Les pratiquants sont âgés de 18 à 37 ans (moyenne d'âge est de $M = 23,5$) et pratiquent la gymnastique aux agrès depuis 13 ans en moyenne. Il est important de préciser que chaque sujet n'a jamais suivi de formation de juge en gymnastique aux agrès car ils vont justement être comparé à des juges officiels formés. L'ensemble des participants s'entraînent encore régulièrement (au moins 2x par semaine, ce qui représente un minimum de 4h d'entraînement par semaine). Dans cette étude, nous avons considéré que les participants sont de niveau amateur car, comme relevé dans l'introduction, il n'existe pas de professionnel dans ce sport. De plus, 4h d'entraînement par semaine ne représente pas un volume d'entraînement suffisant pour être considéré comme professionnel. Cependant, la moyenne d'année d'expérience (13 ans en moyenne) nous montre que chaque participant a une excellente connaissance dans ce sport. En effet, chaque participant connaissait l'enchaînement qu'il leur était proposé de juger sur la vidéo. Ils avaient également tous la capacité de réaliser cet enchaînement à la barre fixe. Leur niveau varie de C5 à C6 (aux agrès il existe des catégories allant de C1 à C7 afin de différencier les gymnastes dans des niveaux de difficulté). A l'exception de 2 participants, chaque sujet participe encore régulièrement à des compétitions individuelles ou en société.

2.2 Vidéo du test

Les vidéos qui ont été utilisé étaient un enchaînement gymnique réalisé à la barre fixe. Les passations ont été réalisées par 3 gymnastes filles de catégories C5 à C7. Chaque gymnaste a réalisé trois fois le même enchaînement. En tout, il y avait 9 vidéos différentes (3 gymnaste x 3 passages différents). Pour chaque vidéo, l'enchaînement était le suivant : Montée ventrale, passage de la jambe pour se retrouver à l'appui jambes écartées, soleil, passage de la deuxième jambe en effectuant un demi-tour pour se retrouver à l'appui jambes serrées dans l'autre sens qu'au départ, prise d'élan et tour d'appui, sortie filée pour terminer. Au début et à la fin de chaque passation, la gymnaste a effectué une salutation vers la caméra comme cela doit se faire en compétition. Les vidéos ont été présentées aux participants de l'étude dans un ordre aléatoire et chaque vidéo était déclenché par le responsable de l'expérience (les vidéos ne s'enchaînaient pas toute seule). Les conditions d'éclairages étaient les suivantes : faible

luminosité venant de derrière le sujet afin qu'il puisse remplir sa feuille de notation, obscurité complète devant le sujet (exception faite de l'écran qui dégage de la luminosité).

2.3 Appareillage

Pour le suivi oculaire, un Eye Tracker modèle *Eye-Link 1000+* (SR Research) fut utilisé pour chaque participant. L'Eye Tracker était disposé sur une table de bureau et le sujet était assis sur une chaise. Un repose front et menton permettait de lui fixer la tête afin d'optimiser la précision de la capture. Les sujets réglèrent eux-mêmes la mentonnière afin d'être le plus à l'aise possible pour effectuer l'expérience. Comme le démontre le schéma ci-dessous, un grand écran fut utilisé pour projeter les vidéos à partir d'un beamer. Une distance de 5m40 séparait les participants de l'écran où étaient projetés les vidéos. L'Eye Tracker était relié à un ordinateur portable qui était lui-même relié à un ordinateur fixe. L'ordinateur portable comportait un programme qui permettait d'enregistrer les mouvements oculaires et l'ordinateur fixe permettait de lancer les vidéos qui étaient diffusées sur l'écran géant et de mettre les informations oculaires en lien avec ces vidéos grâce au programme Coplab Eye Tracking Video Manager. Dans le but de ne pas distraire les participants mais également de contrôler le bon déroulement, un expérimentateur spécialisé dans la gymnastique et initié à l'eye tracking se trouvait toujours derrière eux au moment du test, ainsi il ne les voyait pas.

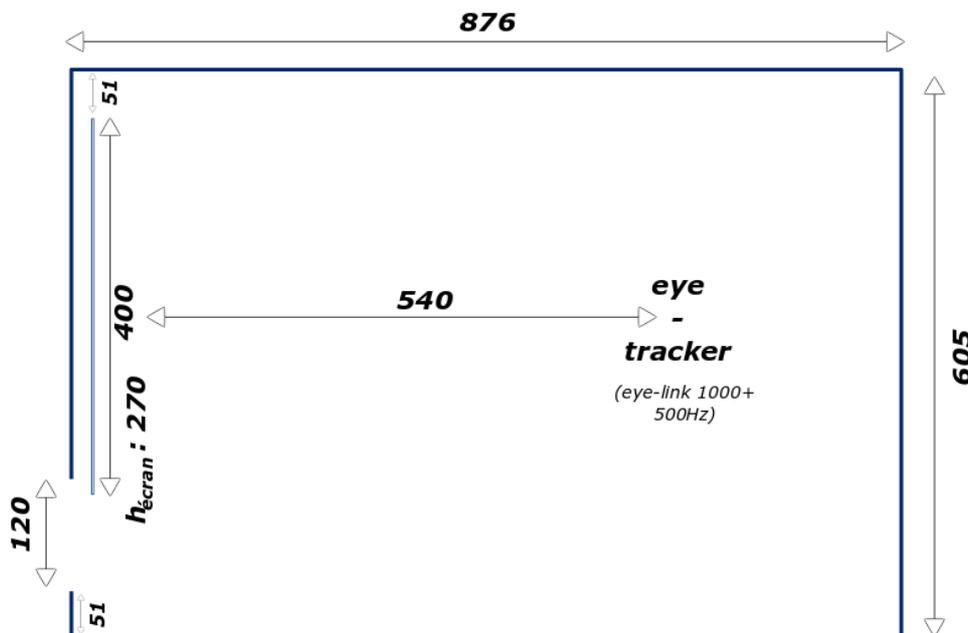


Figure 1 : Schéma de disposition de l'Eye Tracker et de l'écran pour le beamer. (Thibaut Le Naour 2015, p. 4).

2.4 Procédure

Les participants sont venus un par un effectuer l'expérience. Lors de leur arrivée, ils devaient lire une feuille qui récapitulait les points importants des éléments compris dans les enchaînements présentés dans les vidéos. Cela leur permettait d'être au clair avec les postures clés des différents mouvements dans le but de déceler le mieux possible les fautes commises par les gymnastes. Vous pouvez trouver cette feuille dans les annexes (annexe 1).

Une fois la feuille lue, ils devaient ajuster la mentonnière afin d'être le plus à l'aise possible durant l'expérience. Il était en effet important qu'ils gardent la tête fixe afin que le suivi oculaire soit constant et efficace. Il était impératif de bien ajuster la chaise sur laquelle ils allaient s'asseoir durant l'expérience et de se tenir avec le dos bien droit pour ne pas avoir de relâchement qui pourrait perturber le suivi oculaire.

Ensuite, ils effectuaient un test simple afin de connaître leur œil directeur. Pour se faire, ils fixaient le curseur de la souris sur le grand écran puis le cachait avec le pouce levé devant eux avec le bras tendu. Puis ils fermaient un des deux yeux, puis l'autre. Celui avec lequel le curseur restait caché derrière le pouce et n'apparaissait pas était l'œil directeur. Sauf pour un candidat, chaque sujet avait son œil directeur à droite.

Lorsque le sujet connaissait son œil directeur, l'Eye Tracker pouvait être placé et ajusté devant lui de manière à ce qu'il n'obstruait pas sa vue, comme le montre le schéma ci-dessous.

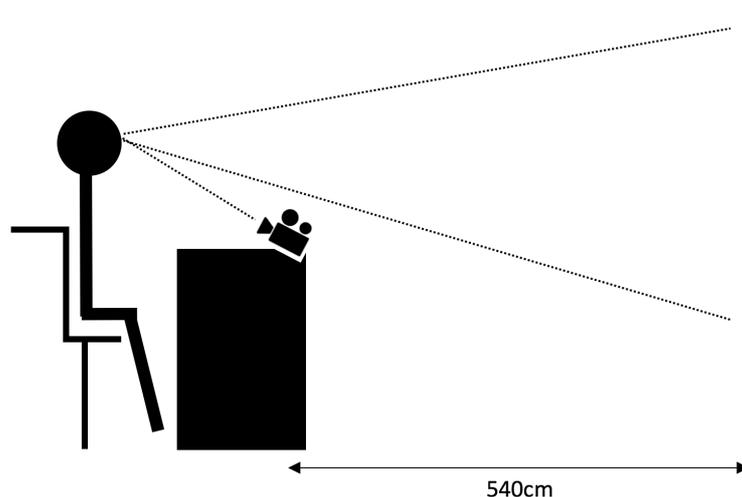


Figure 2 : Schéma de la disposition du Eye Tracker par rapport au sujet et à l'écran du beamer

Une phase de calibration devait être faite pour chaque sujet. Celle-ci était divisée en plusieurs parties : une phase de test, une phase de contrôle du shift et une phase pour la validation. Dif-

férents points apparaissent à l'écran et le sujet devait les suivre des yeux sans les perdre de vue et sans regarder ailleurs. Il y avait un point au centre, un point dans chaque angle et un point au milieu de ces angles, ce qui faisait 9 points au total. Lors de la première phase, les points défilaient les uns après les autres dans un ordre aléatoire. Il y avait à chaque fois un seul point à fixer pour le sujet. Lors de la 2^{ème} phase, le sujet devait uniquement fixer le rond central. Si cette étape n'était pas validée il fallait déplacer un peu la caméra, mieux la placer, puis recommencer à la première étape. Lorsque la deuxième étape était validée, alors la phase de validation pouvait commencer, lors de laquelle les différents points apparaissaient une deuxième fois à tour de rôle. Le regard était alors standardisé et l'expérience vidéo pouvait commencer.

Les vidéos défilaient dans un ordre établi à l'avance mais différent pour chaque sujet. Ils avaient devant eux une feuille comprenant des cases afin qu'ils puissent juger les passations. Comme ils n'avaient aucune formation de juge, nous avons utilisé un système basique pour la notation. Lorsqu'ils décelaient une grosse faute ils devaient faire une grande coche et une petite coche lorsqu'ils observaient une petite erreur. En bref, la grandeur de la coche était en rapport avec la gravité de la faute commise par la gymnaste.

Régulièrement, il leur était demandé de fixer les quatre coins de l'écran l'un après l'autre pour être sûr que leur œil était toujours correctement calibré. Si ce n'était pas le cas, alors on leur faisait passer une nouvelle calibration. Quoiqu'il en soit, une nouvelle calibration leur était imposée après la moitié du test, soit après la 9^{ème} vidéo. Il y avait juste une courte pause entre les vidéos, le temps de sortir de la vidéo et de sélectionner la prochaine séquence (sauf si une nouvelle calibration était nécessaire).

3 Résultats – Expérience 1

3.1 Moyenne du nombre de fixations des gymnastes et des juges (B1 et B2)

Nous avons posé l'hypothèse suivante : la moyenne du nombre de fixations des juges B1 et B2) et la moyenne du nombre de fixations des gymnastes sont différentes.

Nous avons soumis les résultats obtenus à un test de normalité (Shapiro) pour chaque groupe puis de condition d'homoscédasticité avant d'utilisé un test de student dans le cas paramétrique, test de XX dans le cas non paramétrique...

Nous constatons que les moyennes du nombre de fixations sont différentes entre les juges et les gymnastes, ce qui vient confirmer notre hypothèse. La moyenne est plus élevée chez les gymnastes. ($M_s = 83.10$ et 76.22 pour les gymnastes et les juges respectivement). Cet effet est significatif, $p < .05$. Voir figure 3, bloxplot A ci-dessous.

3.2 Moyenne du nombre de fixations sur les hanches des gymnastes et des juges (B1 et B2)

Nous avons posé l'hypothèse suivante : la moyenne du nombre de fixations sur les hanches des juges (B1 et B2) et la moyenne du nombre de fixations sur les hanches des gymnastes sont différentes.

Nous avons soumis les résultats obtenus à un test de normalité (t-test).

Nous constatons que les moyennes du nombre de fixations sur les hanches sont différentes entre les juges et les gymnastes, ce qui vient confirmer notre hypothèse. La moyenne est plus élevée chez les gymnastes. ($M_s = 24.71$ et 26.34 pour les gymnastes et les juges respectivement). Cet effet est significatif, $p < .05$. Voir figure 3, bloxplot B ci-dessous.

3.3 Moyenne du nombre de fixation en dehors des hanches des gymnastes et des juges (B1 et B2)

Nous avons posé l'hypothèse suivante : la moyenne du nombre de fixations en dehors des hanches des juges (B1 et B2) et la moyenne du nombre de fixations en dehors des hanches des gymnastes sont différentes.

Nous avons soumis les résultats obtenus à un test de normalité (t-test).

Nous constatons que les moyennes du nombre de fixations en dehors des hanches sont différentes entre les juges et les gymnastes, ce qui vient confirmer notre hypothèse. La moyenne est plus élevée chez les gymnastes. ($M_s = 28.48$ et 21.00 pour les gymnastes et les juges respectivement). Cet effet est significatif, $p < .05$. Voir figure 3, bloxplot C ci-dessous.

3.4 Moyenne du temps de fixation des gymnastes et des juges (B1 et B2)

Nous avons posé l'hypothèse suivante : la moyenne du temps de fixation des juges (B1 et B2) et la moyenne du temps de fixation des gymnastes sont différentes.

Nous avons soumis les résultats obtenus à un test de normalité (t-test).

Nous constatons que les moyennes du temps de fixation sont différentes entre les juges et les gymnastes, ce qui vient confirmer notre hypothèse. La moyenne est plus élevée chez les gymnastes. ($M_s = 272.04$ et 306.48 pour les gymnastes et les juges respectivement). Cet effet est significatif, $p < .05$. Voir figure 3, bloxplot E ci-dessous.

3.5 Moyenne du temps de fixation sur les hanches des gymnastes et des juges (B1 et B2)

Nous avons posé l'hypothèse suivante : la moyenne du temps de fixation sur les hanches des juges (B1 et B2) et la moyenne du temps de fixation sur les hanches des gymnastes sont différentes.

Nous avons soumis les résultats obtenus à un test de normalité (t-test).

Nous constatons que les moyennes du temps de fixation sur les hanches sont différentes entre les juges et les gymnastes, ce qui vient confirmer notre hypothèse. La moyenne est plus élevée chez les gymnastes. ($M_s = 282.45$ et 329.32 pour les gymnastes et les juges respectivement). Cet effet est significatif, $p < .05$. Voir figure 3, bloxplot D ci-dessous.

3.6 Moyenne du temps de fixation en dehors des hanches des gymnastes et des juges (B1 et B2)

Nous avons posé l'hypothèse suivante : la moyenne du temps de fixation en dehors des hanches des juges (B1 et B2) et la moyenne du temps de fixation en dehors des hanches des gymnastes sont différentes.

Nous avons soumis les résultats obtenus à un test de normalité (t-test).

Nous constatons que les moyennes du temps de fixation en dehors des hanches sont différentes entre les juges et les gymnastes, ce qui vient confirmer notre hypothèse. La moyenne est plus élevée chez les juges. ($M_s = 269.59$ et 291.06 pour les gymnastes et les juges respectivement). Cet effet est significatif, $p < .05$. Voir figure 3, bloxplot F ci-dessous.

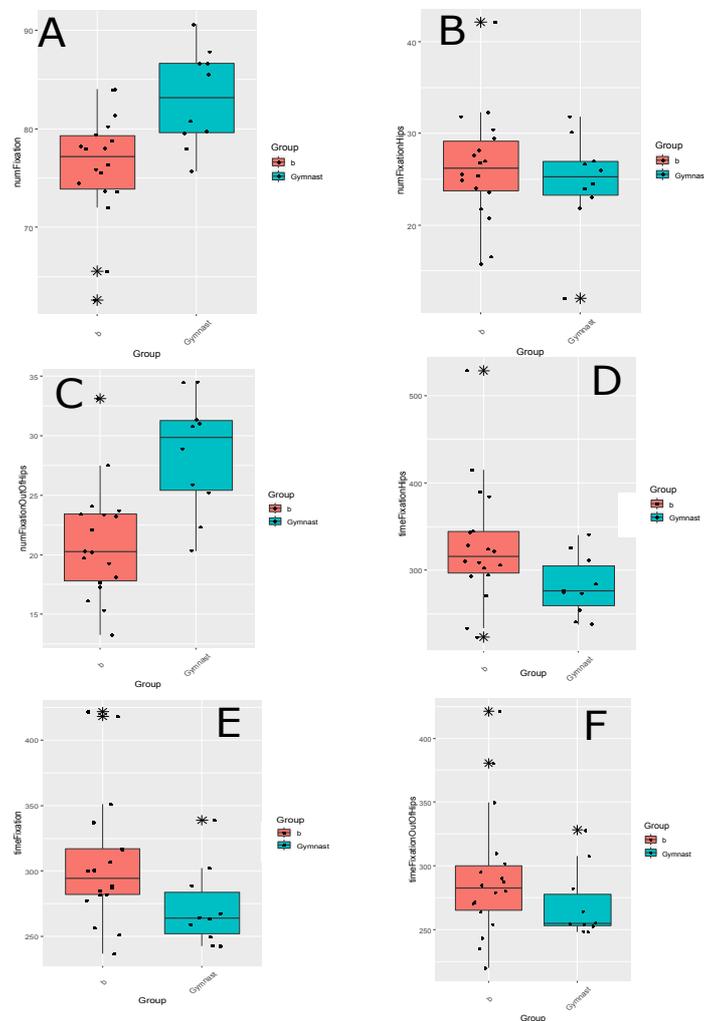


Figure 3 : Bloxplots des différents résultats. Comparaison entre le groupe b (juges B1 et B2 confondus) et le groupe gymnast (gymnastes ayant participé à l'expérience).

4 Expérience 2

4.1 Contexte scientifique

Il est connu de tous que plusieurs facteurs peuvent influencer positivement ou négativement un sportif lors d'une compétition ou d'un match. Ce à quoi l'on pense un peu moins c'est que ces mêmes facteurs qui influencent les sportifs peuvent également influencer les juges ou les arbitres. Ces facteurs qui peuvent jouer un rôle sur les décisions arbitrales ou sur les notes attribuées par des juges sont de toutes sortes : des juges plus cléments avec des sportifs de leur propre pays (patriotisme), manque de concentration au moment de prendre une décision (un arbitre de touche qui est inattentif et qui ne voit pas un hors-jeu par exemple ou encore le bruit de la foule. De nombreuses études se sont penchées sur le sujet. Il est en effet intéressant de savoir ce qui peut influencer l'issue d'une rencontre ou d'une compétition.

4.2 Différents biais dans le monde du sport

Comme le montre l'étude de Nevill et al. publiée en 2002 (Nevill, Balmer, & Mark Williams, 2002), tout ce qui est extérieur aux sportifs et aux arbitres peut avoir une influence directe sur le résultats d'un match ou d'une compétition. Dans cette étude ils ont voulu déterminer si le bruit de la foule pouvait influencer ou non des arbitres qualifiés. Il en est ressorti que les arbitres soumis au bruit de la foule étaient bien moins sûrs de leurs décisions arbitrales que ceux non-soumis au bruit. De nombreuses autres études sur ce même sujet ont été réalisées depuis les années 90 (Agnew & Carron, 1994). Ces études veulent démontrer que l'avantage de jouer à domicile est important et a un réel impact sur les résultats des sports (Balmer, Nevill, & Williams, 2001; O'Donnell, 2012). Un autre biais qui a un impact évident sur l'issue des rencontres sportives est l'effet patriotisme auprès des arbitres. Comme au rugby par exemple où des études ont clairement montré un impact lorsque des arbitres devaient siffler un match joué par leur équipe nationale. Une étude a comparé des matchs arbitrés par des arbitres de même nationalité que les joueurs d'une équipe présents sur le terrain et des matchs où les arbitres n'avaient pas la même nationalité que les équipes qui s'affrontaient. Les résultats ont dévoilé que les arbitres avaient tendances à être plus cléments avec l'équipe de même nationalité qu'eux (Page & Page, 2010). Cette tendance est aussi démontrée au football (Dohmen, 2008) . Même dans les sports artistiques tel que le patin sur glace, sport qui se rapproche en de nombreux points de la gymnastique aux agrès, l'effet patriotique existe chez les juges (Fenwick & Chatterjee, 1981; Whissell, Lyons, Wilkinson, & Whissell, 1993). En 1948 à St-Moritz, par

exemple, un patineur américain a réalisé le premier double axel dans son programme de compétition. Tous les juges l'ont classé à la première place. Tous sauf un juge suisse qui a placé au premier rang un patineur suisse (Campbell & Galbraith, 1996). Toujours concernant le patinage sur glace, une tendance a été démontrée dans une étude parue en 2004 (Findlay & Ste-marie, 2004). Cet article montre que certains athlètes sont avantagés car ils sont connus des juges qui s'attendent à ce qu'ils réalisent de bonnes performances. Selon cette étude, le nom du patineur aurait donc un réel impact auprès des juges qui, inconsciemment, auraient tendances à mieux le noter qu'un patineur inconnu par exemple. Afin de prouver cette hypothèse, des juges ont dû observer puis noter les passages vidéo de 14 patineuses qui leur étaient connues ou inconnues. Les résultats ont montré que les notes des sportives connues étaient plus élevées que celles des sportives inconnues. Ces résultats suggèrent qu'il existe un biais de réputation pour juger le patinage artistique et qu'il est présent durant la phase d'évaluation de la performance sportive. Ce biais découvert en 2004 est intéressant car ils pourraient aussi s'appliquer à la gymnastique aux agrès. Si l'on regarde les résultats des championnats cantonaux fribourgeois de gymnastique aux agrès de ces trois dernières années (2016, 2017 et 2018), on constate que c'est à chaque fois la même gymnaste qui arrive en première position du classement. C'est tout de même assez surprenant quand on sait à quel point le niveau des gymnastes jouant le haut du classement est proche. En voyant cette gymnaste effectuer ses passations, les juges peuvent la reconnaître car ils l'ont peut-être jugé lors d'autres manifestations et se rappellent peut-être de ses premières places des dernières années. Si tel est le cas, alors ils s'attendent forcément à ce qu'elle soit très performante.

4.3 Les biais dans la gymnastique

Comme on l'a vu, de nombreux biais peuvent s'appliquer à la gymnastique aux agrès. Comme c'est un sport typiquement suisse, il n'existe aucun article qui en fait l'objet principal de recherche. En revanche, la gymnastique artistique ou la gymnastique rythmique (qui se rapprochent beaucoup de la gymnastique aux agrès) apparaît dans plusieurs études intéressantes et inspirantes pour ce travail de master.

Un biais intéressant en gymnastique est l'influence de l'attente qu'on les juges par rapport à l'ordre de passages de gymnastes dans une compétition (Ansorge, Scheer, Laub, & Howard, 1978). En effet, dans les sports tels que le patinage artistique, la gymnastique rythmique ou la gymnastique artistique les coachs font passer leurs meilleurs athlètes en dernier. C'est une pratique qui est connue de chaque entraîneur et surtout de chaque juge. Cette étude a donc été faite dans le but de déterminer si les gymnastes qui apparaissent en premier dans l'ordre de

compétition sont désavantagés par rapport à leurs collègues qui passent en dernier. Dix juges de niveau national ou régional ont dû noter des passations en regardant des vidéos. Deux sessions de 20 vidéos séparées par 48h ont été menées. Pour la première session, 20 gymnastes mises en première position pour leur équipe et 20 gymnastes mises en 5^{ème} position par leurs équipes. Pour la deuxième session, ils ont inversé l'ordre de passage sur les bandes vidéo, ce qui fait que les premières passèrent en cinquième position dans la deuxième session et celles en cinquième position passent en première position dans la deuxième session. Les résultats ont révélé que les gymnastes qui apparaissaient en cinquième position obtenaient un résultat significativement plus élevé que les gymnastes qui passaient en première position. L'étude de Plessner réalisée en 1999 va dans le même sens que le précédent article (Plessner, 1999).

Le patriotisme, abordé dans la première partie de cette introduction, est également présent dans les sports individuels comme la gymnastique. Là aussi, les résultats de différentes études sont sans appel : les juges ont tendance à mieux noter les gymnastes de même nationalité qu'eux comme le prouvent plusieurs études (Popovic, 2000; Ste-Marie, 1996).

4.4 La dynamique des mouvements, un biais en gymnastique ?

Les personnes utilisent constamment la dynamique du mouvement pour reconnaître ce qui les entoure. Pour reconnaître quelqu'un qui marche dans la rue par exemple (Barclay, Cutting, & Kozlowski, 1978; Simhi & Yovel, 2017). Pour noter les gymnastes correctement, les juges doivent reconnaître les mouvements qu'ils effectuent grâce à différentes informations qu'ils vont utiliser afin de repérer des fautes dans les passations des gymnastes. Il y a les informations spatiales (alignement des segments) et les informations temporelles (dynamique d'un mouvement). Une étude a utilisé une technique d'exagération d'un mouvement afin de lui changer ses propriétés temporelles en gardant ses propriétés spatiales (Hill & Pollick, 2000). Des sujets devaient ensuite reconnaître les mouvements exagérés et les mouvements non transformés. Les résultats ont montré que les mouvements exagérés étaient systématiquement mieux perçus que les mouvements normaux. La dimension temporelle (dynamique d'un mouvement) aurait donc un impact sur la façon qu'on les humains de saisir un mouvement. Cet article est inspirant pour le présent travail.

4.5 Test sur 3 juges

En lien avec cette deuxième expérience, nous avons testé trois juges afin d'observer si les résultats peuvent être parlants et pour voir si la suite de l'expérience est prometteuse. Des sujets ont effectué une rondade pre-test suivi d'un entraînement. Pour finir ils devaient faire une

rondade post-test. Ce sont ces rondades pre-test et post-test qui ont été enregistré et montré aux juges. Les juges devaient donc choisir entre des rondades réalisées en pre-test et en post-test. Les résultats sur les 3 juges B1 ou B2 sont significatif et ont montré qu'ils choisissaient systématiquement les rondades post-test comme étant les meilleures.

Nous supposons que les sujets ont largement amélioré les aspects temporels de leur rondade plutôt que les aspects spatiaux. Nous pensons que les juges ont été influencés par les informations temporelles et c'est ce qui nous a amené à poser l'hypothèse ci-dessous.

4.5 Hypothèse

H0 : la dynamique d'un mouvement est un biais qui a une influence sur le jugement. Un mouvement spatialement mal exécuté mais avec une bonne dynamique sera systématiquement mieux noté qu'un mouvement spatialement juste mais avec une mauvaise dynamique.

5 Méthode – Expérience 2

Nous appelons dans la suite de ce document « dynamique » les caractéristiques qui font référence à des informations temporelles et « spatiale » les caractéristiques qui font référence à des informations spatiales.

5.1 Participants

Dix juges en gymnastique aux agrès. La moyenne d'âge des juges est de 26,5 ans. Chaque juge possède soit une formation juge B1 soit une formation juge B2. Ceux qui ont la formation B2 ont dû faire en premier la formation B1. Six juges ont la formation B1 et quatre juges ont la formation B2. Chaque juge a déjà officié durant plusieurs compétitions (minimum de 10 sur l'ensemble des juges). En effet, pour garder le papier de juge il faut juger au minimum 2 compétitions par année. Ils devaient tous posséder un pc avec Windows s'ils voulaient réaliser l'expérience chez eux.

5.2 Vidéos du test

Des vidéos d'exosquelettes ont été créées par rapport à des personnes effectuant des rondades. Pour chaque sujet, il y a une vidéo pre-test et une vidéo post-test. Pendant le test, les sujets effectuaient des tâches différentes mais ce n'est pas ici le sujet de ce travail (pour plus d'informations, consulter le travail de Master de Chiara Rè). Chaque vidéo était classée ensuite dans l'une de ces deux catégories :

1. Différence entre pre-test et post-test : vidéos avec une amélioration de la dynamique mais une régression des caractéristiques spatiales.

Exemple :

preChris : dynamique = 6236.26 spatial = 255.723

postChris : dynamique = 5439.47 spatial = 274.507

2. Différence entre pre-test et post-test : vidéos avec une amélioration de la des caractéristiques spatiales mais une régression de la dynamique.

Exemple :

preBen : dynamique = 6488.23 spatial = 349.74

postBen : dynamique = 7139.87 spatial = 324.976

Puis, nous avons appliqué la dynamique de l'une sur la dynamique de l'autre et vice-versa afin de créer de nouvelles vidéos. Finalement, la dynamique du sujet de référence fut appliquée sur la dynamique des vidéos. Ce qui fait que pour chaque série de vidéo post- et pre-test, nous obtenions six vidéos, deux qui sont tirées de la réalité et quatre « artificielles » qui ont été créées par le programme Caplab (programme had-oc réalisé par le laboratoire de recherche Coplab/UNIFR).

Une liste de vidéo dite Cliplist a ensuite été créée afin d'être lue par le programme Caplab. Le fichier était écrit sous cette forme :

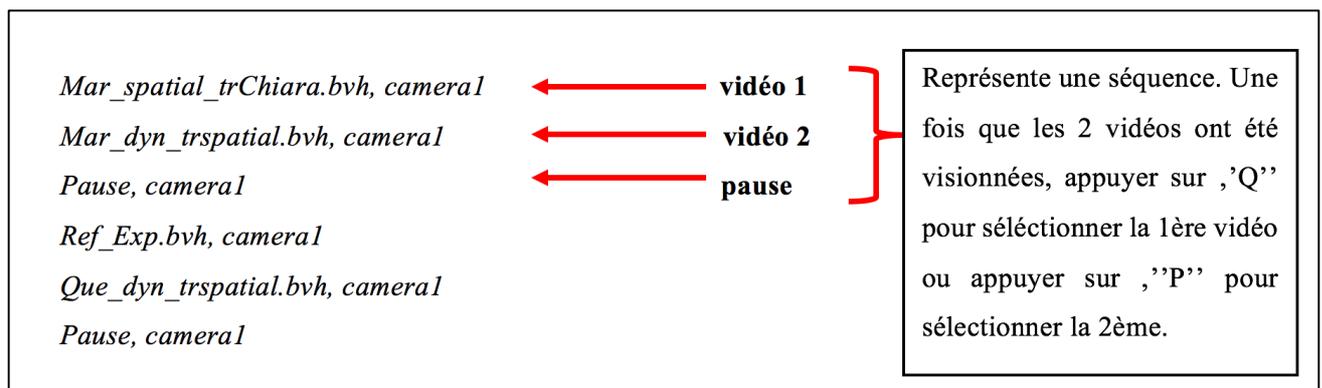


Figure 4 : Exemple d'une séquence contenue dans la Cliplist distribuée aux juges.

En tout, les juges devaient visionner 273 séquences comme ci-dessus. Cela durait entre 1h et 1h15 selon le temps de réflexion dont ils avaient besoin entre chaque séquence pour choisir laquelle des deux rondades ils jugeaient être la mieux exécutée.

5.3 Appareillage

Chaque juge faisait l'expérience sur un ordinateur fonctionnant sur Windows. L'application pour lire les vidéos et sélectionner la meilleure des deux dans chaque séquence est Caplab.

5.4 Procédure

Sur un PC avec Windows, les juges devaient visionner les 273 séquences contenant chacune 2 vidéos. Ils devaient ensuite appuyer sur "P" s'ils estimaient que la première rondade était la mieux exécutée et sur "P'" s'ils estimaient que la deuxième rondade était la mieux exécutée. Ils devaient avoir aucune distraction en faisant le test (pas de natel, télévision ou autres) et rester concentré durant l'intégralité de l'expérience. Cela durait environ 1h. Ce temps pour

réaliser le test variait d'un sujet à l'autre en fonction du temps de réflexion nécessaire à chaque sujet entre chaque séquence pour choisir la meilleure des deux rondades.

6 Résultats – Expérience 2

6.1 Comparaison mouvement contre mouvement

Combien de fois le mouvement qui a la dynamique la plus proche du mouvement de référence est sélectionné : Score moyen : 0.51 score médian : 0.533

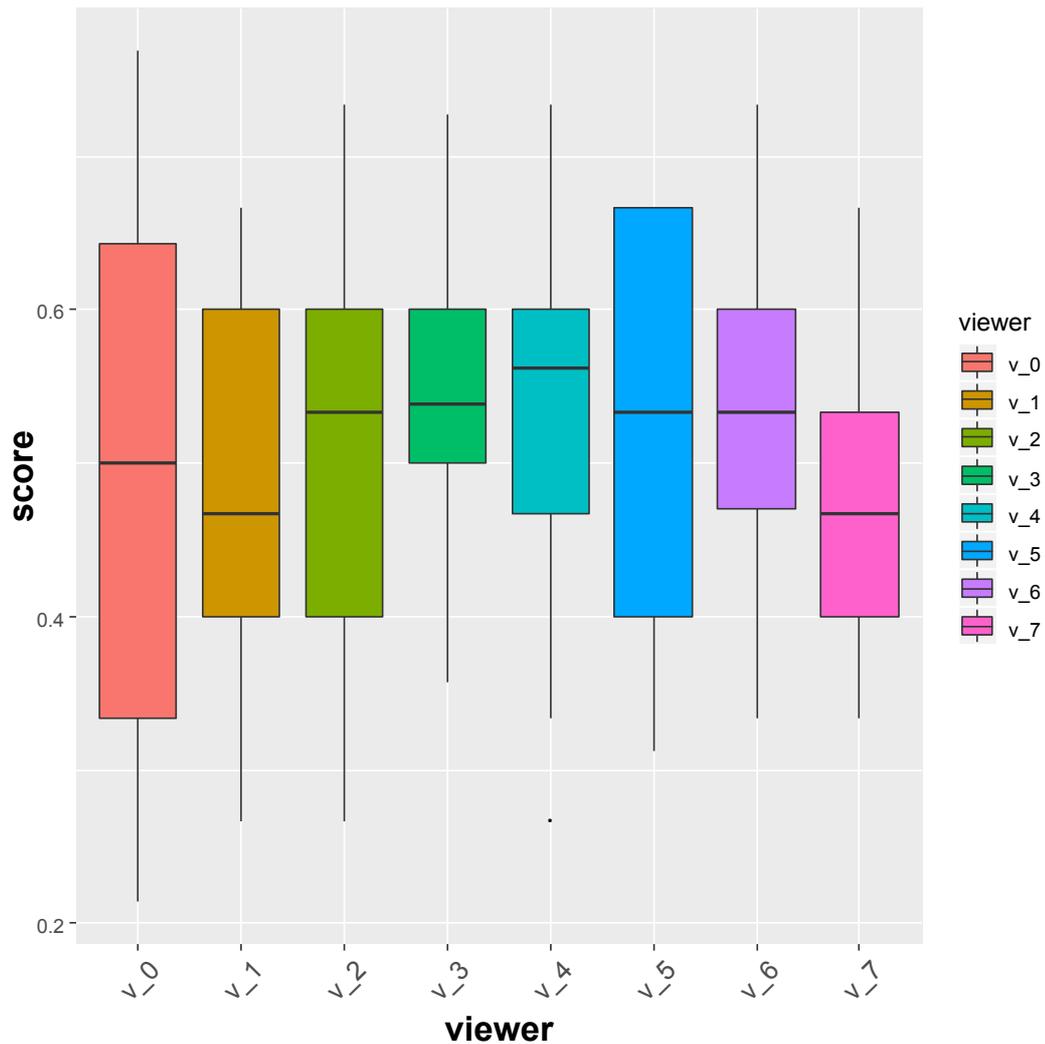


Figure 5 : bloxplot représentant les scores obtenus par les différents viewer (juges ayant passé le test).

6.2 Corrélation entre les scores et la dynamique

Comme l'indique le coefficient de corrélation $r = -0.03$ et illustré par la figure suivante, il n'existe aucune corrélation entre les mouvements avec la meilleur dynamique et le score obtenu.

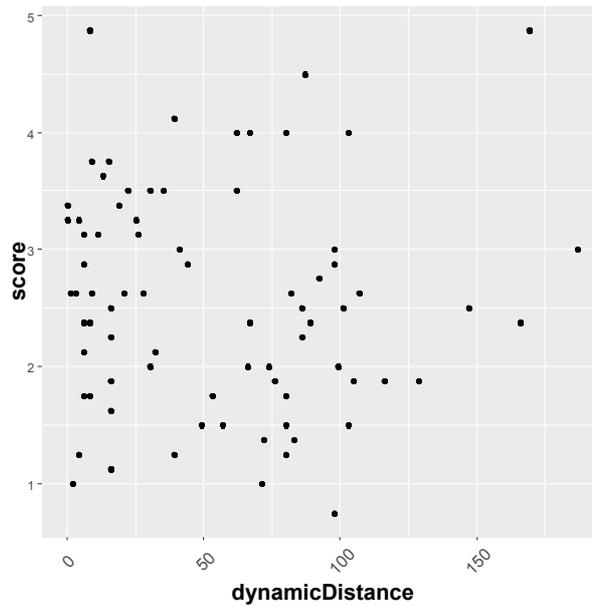


Figure 6 : diagramme illustrant le score obtenu par les différents mouvements en lien avec leur distance de la dynamique par rapport à celle du mouvement de référence. Plus la dynamicDistance est proche de 0, plus la dynamique du mouvement est proche de celle du mouvement de référence.

6.2 Corrélation entre les scores et le spatial

Comme l'indique le coefficient de corrélation $r = -0.09$ et illustré par la figure suivante, il n'existe aucune corrélation entre les mouvements avec la meilleur dynamique et le score obtenu.

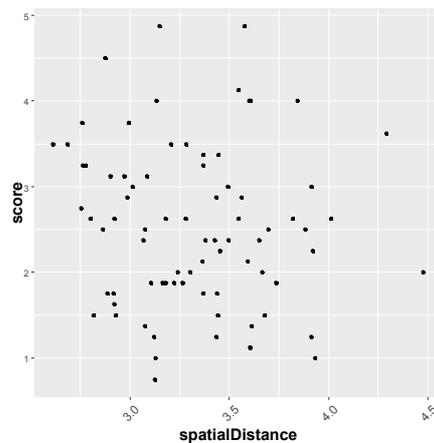


Figure 7 : diagramme illustrant le score obtenu par les différents mouvements en lien avec leur distance de la spatiale par rapport à celle du mouvement de référence. Plus la spatialDistance est proche de 0, plus la dynamique du mouvement est proche de celle du mouvement de référence.

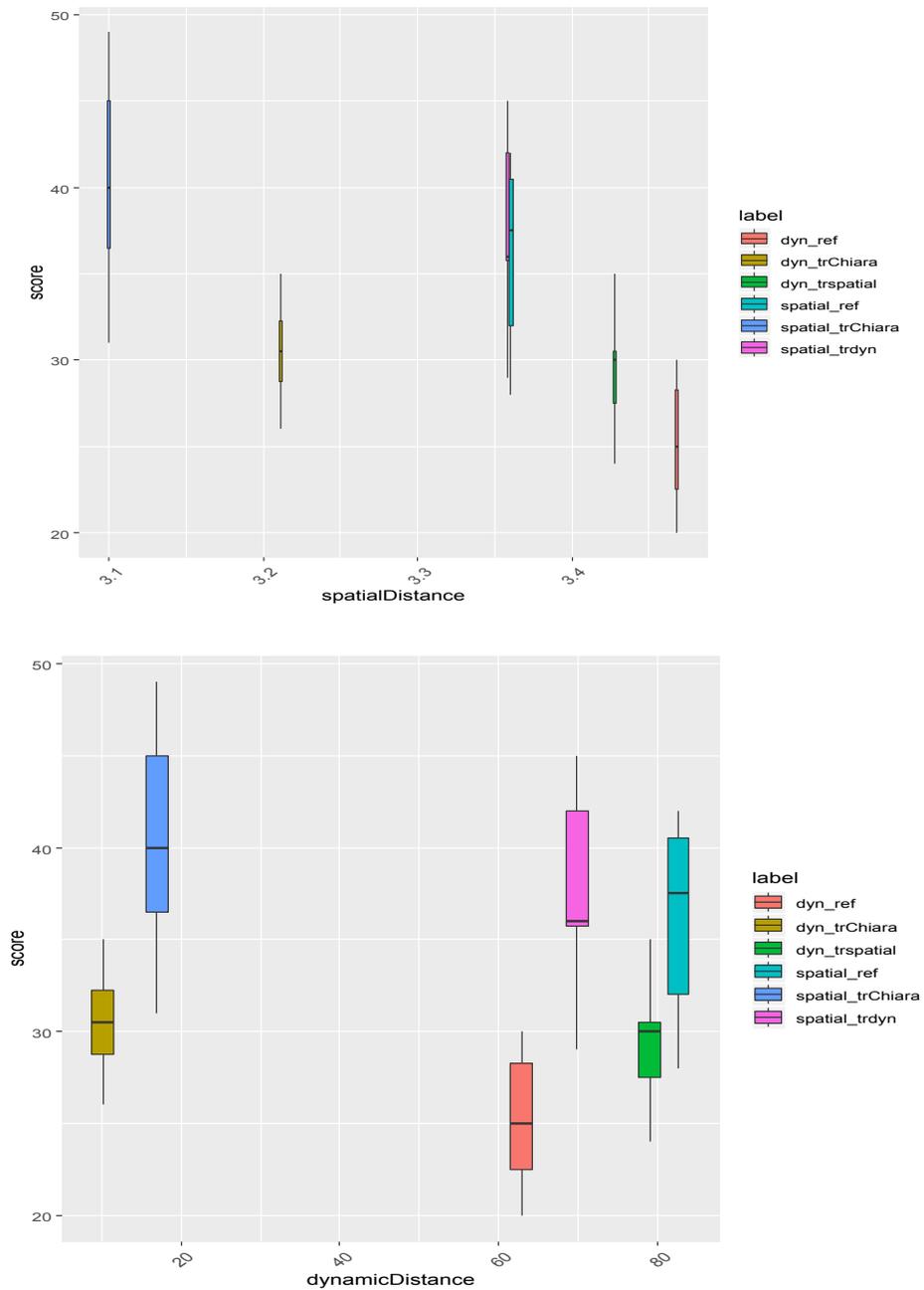


Figure 8 : Bloxplots des différents résultats. Scores réalisés par les juges par rapport aux différentes vidéos visualisées. Une fois par rapport à la distance dynamique(dynamicDistance) et une fois par rapport à la distance spatiale (spatialDistance) qui sépare la vidéo du sujet par rapport à la vidéo référence.

7 Discussion

L'objectif de cette étude était de comparer le regard des juges avec celui des gymnastes lors de jugements de gymnastes effectuant des passations à la barre fixe. Déceler des différences entre les nombres de fixations et les durées de celles-ci en utilisant un système d'Eye Tracking dans les laboratoires de l'Université de Fribourg qui captait le suivi oculaire des participants lorsqu'ils regardaient des séries de vidéos afin de les noter. Avant de discuter les différents résultats que nous avons trouvés suite aux expériences, voici un rappel des hypothèses que nous avons posé en début de travail :

H0 : Les juges (B1 et B2 confondus) vont utiliser d'autres stratégies de recherche visuelle que les gymnastes n'ayant suivi aucune formation de juge.

H1 : Les juges vont concentrer leur regard principalement vers le bassin et auront moins de fixations en dehors de celui-ci que les gymnastes.

H2 : En lien avec l'hypothèse 2, les gymnastes non-juges vont avoir plus de fixations que les juges en dehors de la zone du bassin et un temps moyen par fixation sur le bassin moins élevé que les juges.

Grâce au travail de Gaëtan Mottiez qui a comparé les juges entre eux (B1 et B2), nous pouvons dire que les différents juges n'ont pas de différence significative dans leur façon de regarder. C'est pourquoi, dans ce travail, nous les avons regroupés en un seul et même groupe. Ce qu'a trouvé Gaëtan Mottiez dans son travail diffère par rapport à cet article qui a observé des différences entre les juges (Bard et al., 1980). Les différences sont sûrement expliquées par le fait qu'à la gymnastique artistique il existe de plus grandes différences de niveau entre les juges. En effet, la gymnastique aux agrès étant un sport amateur, les juges sont également tous amateurs alors qu'en gymnastique artistique certains juges sont nationaux et donc, professionnel. Plusieurs variables ont été mesurées puis nous avons obtenu les six catégories de résultats suivantes :

- Le nombre de fixations total
- La durée pour chaque fixation
- Le nombre de fixations total sur le bassin
- Le nombre de fixations total en dehors du bassin
- La durée pour chaque fixation sur le bassin

- La durée pour chaque fixation en dehors du bassin

En lien avec l'hypothèse H1, nous avons préalablement choisis d'avoir deux différentes zones, le bassin et hors du bassin. Ce choix est en accord avec différents articles cités plus haut qui disent que les experts (dans notre cas les juges) auront tendances à focaliser leur regard sur les régions centrales (ici, le bassin) du corps et négliger le reste du corps tel que les bras, les jambes et les pieds (Hagemann, Schorer, Canal-Bruland, Lotz, & Strauss, 2010; Milazzo, Rosnet, & Fournier, 2016).

7.1 Expérience 1 - Comparaison nombre de fixations entre gymnastes et juges

Si l'on prend les résultats pour le nombre moyen de fixations chez les juges, on constate qu'il est sensiblement différent de celui observé pour les gymnastes ($M_s = 83.10$ et 76.22 pour les gymnastes et les juges respectivement). Ces résultats sont significatifs avec une p-value inférieure à 0.05. On peut également mettre ces moyennes en lien avec l'étude de Bard et al. (Bard et al., 1980), où ils ont observé que les juges experts avaient une moyenne du nombre de fixation moins élevée que les juges novices, on pourrait associer les juges experts à nos juges B1 et B2 (juges utilisés pour ce travail) et les juges novices aux gymnastes sans formation de juge (gymnastes utilisés pour ce travail). Car pour cette étude ou pour ce présent travail, les personnes avec le moins d'expérience dans le jugement sont les personnes ayant le plus grand nombre de fixations. Ces résultats sont en accord avec l'étude de Moreno qui démontre que les débutants (ici les gymnastes) font plus de fixations avec leurs yeux que les experts (ici les juges) (Moreno et al., 2002).

Si l'on regarde les moyennes pour le nombre moyen de fixation sur les hanches et en dehors des hanches, on constate là aussi des différences intéressantes. Ces résultats sont significatifs. Les juges vont fixer en moyennes 26.34 fois les hanches et les gymnastes 24.71 fois en moyenne. Les juges ont 34.56% de fixations sur les hanches par rapport au nombre de fixation totale qui représente 100%. Les gymnastes ont 29.75% de fixations sur les hanches. Cela veut dire que les juges ont en moyenne 4.81% de fixations en plus sur les hanches. C'est une différence conséquente si l'on observe le nombre total des fixations pour ces deux groupes. L'étude de Williams et Elliott démontre également des différences entre novices (les gymnastes dans cette étude) et les experts (les juges dans cette étude) (Williams & Elliott, 1999). Les experts utilisent garde le regard sur les parties centrales du corps et utilisent leur vision périphérique pour déceler les erreurs commises par les bras, ou les pieds par exemple. Ceci

expliquerait donc que les juges de cette étude soient plus focalisés sur les hanches que les gymnastes.

Le nombre moyen de fixation en dehors des hanches est de 21 pour les juges et 28.48 pour les gymnastes. Cela représente 27.55% du nombre de fixation total chez les juges et 34.27% chez les gymnastes. Les gymnastes ont 9.44% de fixations en dehors des hanches en plus que les juges. Comme le démontre l'étude de Bard et al., les novices ont plus tendances à regarder les jambes, les bras ou même la tête (Bard et al., 1980). Les résultats trouvés sont significatifs.

Ces résultats soutiennent donc l'hypothèse H1. Nos résultats montrent que les juges ont tendance à fixer en moyenne plus souvent le bassin que les gymnastes n'ayant aucune formation de juge.

7.2 Expérience 1 - Comparaison de la durée de fixation entre juges et gymnastes

La durée moyenne des fixations chez les juges est de 306.48 et de 272.04 chez les gymnastes. Ces résultats sont logiques et facilement compréhensibles. Comme les juges ont moins de fixations que les gymnastes, il est normal que leurs temps de fixations soient plus élevés. Il semblerait que les juges soient capables de mieux sélectionner l'information visuelle par rapport à des novices. On peut également mettre en lien ces résultats des moyennes de fixations des juges et des gymnastes avec l'étude de Moreno parue en 2002 (Moreno et al., 2002). Là aussi il est prouvé que les personnes les plus expérimentées auront des temps de fixation plus élevés que les personnes inexpérimentées. Cette différence significative s'explique par les stratégies de recherches visuelles que les experts ont développées.

On peut mettre en lien ces résultats avec les articles d'Heinen qui a obtenu des résultats qui montraient que les experts avaient des temps de fixation plus élevés que les novices. Il en a déduit que les experts étaient capables de mieux rechercher visuellement les informations essentielles et utiles (Heinen, 2011; Heinen et al., 2012).

Nous avons ensuite observé les moyennes des temps de fixation sur les hanches. Une fixation sur les hanches dure en moyenne 282.45 millisecondes chez les gymnastes et 329.32 millisecondes chez les juges. Là aussi, on note une différence significative qui nous montre que, en plus de regarder plus souvent les hanches que les gymnastes, les juges ont également tendance à regarder plus longtemps la région des hanches. Ceci fait écho à cet article qui nous dit que les experts sont capables d'anticiper les mouvements des gymnastes et sont plus prêts à analyser l'information visuelle (Ste-Marie, 1999). On peut également faire un lien avec le travail de Vickers (Vickers, 1988). Cette étude nous apprend que les experts vont regarder les choses vraiment utiles et ignorer celles qui le sont moins comme les pieds, les mains ou la tête alors

que ces dernières vont attirer l'œil des personnes moins expérimentées (les gymnastes dans notre étude).

Prenons maintenant le temps moyen par fixation hors de la zone du bassin. Si l'on observe les résultats cités plus haut dans cette discussion on pourrait dire, sans observer précisément les résultats du temps moyen par fixation hors du bassin, que ce temps moyen sera plus élevé chez les juges que chez les gymnastes comme ces derniers regardent plus souvent sur les hanches. Ils auront donc tendances à faire plus de fixations hors du bassin avec un temps moins élevé. Des résultats confirmés donc puisque la durée moyenne de la fixation chez les gymnastes est de 269.59 et de 291.06 chez les juges. Ces résultats significatifs viennent confirmer les hypothèses H1 et H2.

Les résultats proposés auraient été probablement encore plus marqué si l'on avait comparé des juges avec des personnes n'ayant jamais eu de formation de juge et n'ayant jamais pratiqué la gymnastique aux agrès. En effet, même si les gymnastes n'ont jamais suivi de formation de juge et n'ont donc jamais jugé, ils leur est souvent demandé d'observer leurs collègues lors des entrainements afin de déceler des erreurs dans l'exécution de différentes passations. C'est une pratique d'entre-aide courante dans ce sport. Cela implique donc que, même si les gymnastes de cette étude n'ont jamais jugé afin de mettre des notes, ils ont une certaine expérience dans l'observation de gymnaste effectuant une passation.

7.3 Expérience 2 – Corrélation entre dynamique et choix du mouvement

Pour rappel voici l'hypothèse à laquelle nous allons répondre dans cette discussion : la dynamique d'un mouvement est un biais qui a une influence sur le jugement. Un mouvement spatialement mal exécuté mais avec une bonne dynamique sera systématiquement mieux noté qu'un mouvement spatialement juste mais avec une mauvaise dynamique.

En regardant les résultats que nous avons obtenu par rapport au nombre de fois que le mouvement avec la dynamique la plus proche de celle de l'expert nous confirmons la tendance observée avec un score moyen de 0.51. Toutefois, ce résultat n'est pas assez bon pour trouver une corrélation entre la dynamique du mouvement et le choix du mouvement. Nous ne pouvons donc pas dire avec ce résultat que les juges sélectionnent systématiquement le mouvement avec la meilleure dynamique (dynamique la plus proche de celle du mouvement expert).

Si l'on regarde maintenant le score des juges par rapport à la distance qu'il y a entre la dynamique du mouvement expert et la dynamique des mouvements exécutés par les sujets non-experts, on obtient une corrélation négative de $r = -0.03$. Ce résultat nous indique qu'il n'y a donc pratiquement aucune corrélation entre la dynamique des mouvements et le score des juges (une corrélation proche de 0 nous indique une absence de corrélation entre les différentes variables). Ce que nous obtenons n'est pas en adéquation avec les résultats obtenus dans cette étude qui exagérait la dynamique de mouvements et qui montrait que les juges choisissaient systématiquement les mouvements dont les informations spatiales ont été exagérées (Hill & Pollick, 2000). Nous pouvons donc dire que nos résultats n'arrivent pas à confirmer notre hypothèse de départ.

7.4 Expérience 2 – Corrélation entre spatial et choix du mouvement

Comme nous l'avons expliqué juste en-dessus, il n'y a pas, suite à nos tests, de corrélation entre la dynamique du mouvement et le choix des juges. En revanche, ce qui est intéressant, c'est qu'il n'existe pas non-plus de corrélation entre le spatial du mouvement et le choix des juges. Avec une corrélation négative de $r = -0.09xx$, nous ne pouvons pas dire que le spatial influence le choix des juges.

Ces derniers résultats sont étonnants car on aurait imaginé que les juges soient attentifs aux informations spatiales comme c'est ce qu'on leur apprend dans leur formation de juge.

7.5 Idées pour de futures recherches

Pour l'utilisation de l'Eye Tracker, il serait intéressant de soumettre aux juges des gymnastes effectuant des passations en temps réel. En effet, regarder des vidéos d'exosquelettes diffère de la réalité et peut faire intervenir des facteurs qui peuvent nuire à l'expérience (ennui des juges, tous les exosquelettes finissent par se ressembler). Mettre les juges en condition réelle serait extrêmement intéressant. Ainsi, utiliser l'Eye Tracker durant une compétition donnerait, bien que difficile à mettre en place, des résultats très proches de la réalité. Aussi, soumettre ces mêmes tests à des juges qui ne seraient pas capables de réaliser eux-mêmes la passation qu'ils observent pourrait nous donner une indication sur l'importance du niveau de pratique dans le sport en question par les juges. Dans notre expérience, chaque juge était capable de réaliser la passation en question car ils étaient tous gymnastes.

Pour ce qui est des informations spatiales et dynamiques des mouvements, on pourrait imaginer faire une expérience en partant du principe que les deux sont nécessaires aux juges afin qu'ils puissent sélectionner les meilleurs mouvements. Dès ce moment, il faudrait s'intéresser

à d'autres biais qui ne sont pas cités dans ce travail et qui pourraient avoir un impact sur le regard des juges.

8 Conclusion

Notre étude sur l'analyse du jugement en gymnastique artistique à l'aide d'un système d'Eye Tracking et sur l'influence de la dynamique des mouvements nous a permis de confirmer plusieurs hypothèses mais nous laisse également avec des questions sans réponse.

Les experts de cette étude ont concentré leur regard principalement sur le bassin et très peu sur les zones extérieures à celui-ci. Même si les gymnastes non-juges regardaient également beaucoup la zone du bassin, ceux-ci avaient plus de fixations en dehors de cette zone. Aussi, comme pensé initialement, les juges ont obtenu des temps de fixations plus élevés que les gymnastes car ils savaient mieux où chercher les informations dans le but de faire le jugement d'une passation.

Ces résultats pourraient être intéressants dans le but d'une formation de futurs juges encore plus efficace.

Pour ce qui est de la deuxième expérience, les juges n'ont pas systématiquement choisi les mouvements temporellement meilleurs, contrairement à ce que nous avons pensé en début de travail. Nous ne pouvons donc pas dire si les juges se sont plutôt focalisés sur les informations temporelles ou sur les informations spatiales pour choisir les meilleurs mouvements. C'est sûrement une combinaison des deux types d'informations que les juges utilisent ou alors ce sont d'autres informations que nous n'avons pas étudié dans ce travail.

Comme de nos jours le jugement doit être le plus objectifs possibles, les résultats de ces deux expériences sont intéressants et pourraient être utiles pour d'autres études destinées à rendre le jugement le plus constant possible.

9. Bibliographie

- Aglioti, S. M., Cesari, P., Romani, M., & Urgesi, C. (2008). Action anticipation and motor resonance in elite basketball players. *Nature Neuroscience*, *11*(9), 1109–1116.
- Agnew, G. A., & Carron, A. V. (1994). Crowd effects and the home advantage. *International Journal of Sport Psychology*. Italy: Edizioni Luigi Pozzi.
- Ansonge, C. J., Scheer, J. K., Laub, J., & Howard, J. (1978). Bias in judging women's gymnastics induced by expectations of within-team order. *Research Quarterly*, *49*(4), 399–405.
- Balmer, N. J., Nevill, A. M., & Williams, A. M. (2001). Home advantage in the Winter Olympics (1908-1998). *Journal of Sports Sciences*, *19*(2), 129–139. <https://doi.org/10.1080/026404101300036334>
- Bar-Eli, M., Plessner, H., & Raab, M. (2011). Judgement, Decision Making and Success in Sport. *Judgement, Decision Making and Success in Sport*. <https://doi.org/10.1002/9781119977032>
- Barclay, C. D., Cutting, J. E., & Kozlowski, L. T. (1978). Temporal and spatial factors in gait perception that influence gender recognition. *Perception & Psychophysics*, *23*(2), 145–152. <https://doi.org/10.3758/BF03208295>
- Bard, C., Fleury, M., Carriere, L., & Halle, M. (1980). Analysis of gymnastics judges' visual search. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, *51*(2), 267–273. <https://doi.org/10.1080/02701367.1980.10605195>
- Campbell, B., & Galbraith, J. W. (1996). Nonparametric Tests of the Unbiasedness of Olympic Figure-Skating Judgments. *Journal of the Royal Statistical Society. Series D (The Statistician)*, *45*(4), 521–526. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/2988550>
- Catteeuw, P., Helsen, W., Gilis, B., Van Roie, E., & Wagemans, J. (2009). Visual Scan Patterns and Decision-Making Skills of Expert Assistant Referees in Offside Situations. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, *31*(6), 786–797. <https://doi.org/10.1123/jsep.31.6.786>
- Correa, A., Molina, E., & Sanabria, D. (2014). Effects of chronotype and time of day on the vigilance decrement during simulated driving. *Accident; Analysis and Prevention*, *67*, 113–118. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2014.02.020>
- Curran, T., Hill, A. P., Hall, H. K., & Jowett, G. E. (2014). Perceived coach behaviors and athletes' engagement and disaffection in youth sport: The mediating role of the psychological needs. *International Journal of Sport Psychology*, *45*(6), 559–580.

<https://doi.org/10.7352/IJSP>

- Diaz, G. J., Fajen, B. R., & Phillips, F. (2012). Anticipation from biological motion: the goalkeeper problem. *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance*, 38(4), 848–864. <https://doi.org/10.1037/a0026962>
- Dicks, M., Davids, K., & Button, C. (2010). Individual differences in the visual control of intercepting a penalty kick in association football. *Human Movement Science*, 29(3), 401–411. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2010.02.008>
- Discombe, R. M., & Cotterill, S. T. (2017). A guide for new and aspiring researchers, (September 2015).
- Dix, A., Finley, J., Abowd, G., & Beale, R. (1998). *Human-computer Interaction (2Nd Ed.)*. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice-Hall, Inc.
- Dohmen, T. J. (2008). The influence of social forces: Evidence from the behavior of football referees. *Economic Inquiry*, 46(3), 411–424. <https://doi.org/10.1111/j.1465-7295.2007.00112.x>
- Drewes, H. (2007). Blickgesten als Fernbedienung. *Mensch & Computer*, 1–10. Retrieved from http://www.pervasive.wiwi.uni-due.de/uploads/tx_itochair3/publications/drewes2007-MuC_Blickgesten_03.pdf
- Drewes, H., & Schmidt, A. (2009). The MAGIC Touch: Combining MAGIC-Pointing with a Touch-Sensitive Mouse. In *Proceedings of the 12th IFIP TC 13 International Conference on Human-Computer Interaction: Part II* (pp. 415–428). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-642-03658-3_46
- Duchowski, A. T. (2002). A breadth-first survey of eye-tracking applications. *Behavior Research Methods, Instruments, and Computers*, 34(4), 455–470. <https://doi.org/10.3758/BF03195475>
- Fenwick, I., & Chatterjee, S. (1981). Perception, Preference, and Patriotism: An Exploratory Analysis of the 1980 Winter Olympics. *The American Statistician*, 35(3), 170–173. <https://doi.org/10.1080/00031305.1981.10479345>
- Findlay, L. C., & Ste-marie, D. M. (2004). A Reputation Bias in Figure Skating Judging. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 154–166. <https://doi.org/10.1123/jsep.26.1.154>
- Flessas, K., Mylonas, D., Panagiotaropoulou, G., Tsopani, D., Korda, A., Siettos, C., ... Smyrnis, N. (2014). Judging the judges' performance in rhythmic gymnastics. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 47(3), 640–648. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000425>
- Gegenfurtner, A., Lehtinen, E., & Säljö, R. (2011). Expertise Differences in the

- Comprehension of Visualizations: a Meta-Analysis of Eye-Tracking Research in Professional Domains. *Educational Psychology Review*, 23(4), 523–552. <https://doi.org/10.1007/s10648-011-9174-7>
- Hagemann, N., Schorer, J., Canal-Bruland, R., Lotz, S., & Strauss, B. (2010). Visual perception in fencing: do the eye movements of fencers represent their information pickup? *Attention, Perception & Psychophysics*, 72(8), 2204–2214. <https://doi.org/10.3758/APP.72.8.2204>
- Hancock, D. J., & Ste-Marie, D. M. (2013). Gaze behaviors and decision making accuracy of higher- and lower-level ice hockey referees. *Psychology of Sport and Exercise*, 14(1), 66–71. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2012.08.002>
- Heinen, T. (2011). Evidence for the spotting hypothesis in gymnasts. *Motor Control*, 15(2), 267–284.
- Heinen, T., Velentzas, K., & Vinken, P. M. (2012). Functional relationships between gaze behavior and movement kinematics when performing high bar dismounts - an exploratory study. *Human Movement*, 13(3), 218–224. <https://doi.org/10.2478/v10038-012-0025-2>
- Hill, H., & Pollick, F. E. (2000). Exaggerating Temporal Differences Enhances Recognition of Individuals from Point Light Displays. *Psychological Science*, 11(3), 223–228. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.00245>
- Holzman, P. S., Proctor, L. R., & Hughes, D. W. (1973). Eye-Tracking Patterns in Schizophrenia. *Science*, 181(4095), 179 LP-181. Retrieved from <http://science.sciencemag.org/content/181/4095/179.abstract>
- Hornig, W.-B., & Chen, C.-Y. (2008). A real-time driver fatigue detection system based on eye tracking and dynamic template matching. *Tamkang Journal of Science and Engineering*, 11(1), 65–72. <https://doi.org/10.1109/ICNSC.2004.1297400>
- Looney, M. A. (2004). Evaluating judge performance in sport. *Journal of Applied Measurement*, 5(1), 31–47.
- Lopes, J. E., Jacobs, D. M., Travieso, D., & Araujo, D. (2014). Predicting the lateral direction of deceptive and non-deceptive penalty kicks in football from the kinematics of the kicker. *Human Movement Science*, 36, 199–216. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2014.04.004>
- Machado, C. J., & Nelson, E. E. (2011). Eye-tracking with nonhuman primates is now more accessible than ever before. *American Journal of Primatology*, 73(6), 562–569. <https://doi.org/10.1002/ajp.20928>

- Menshikova, G., Kovalev, A., Klimova, O., Chernorizov, A., & Leonov, S. (2014). Testing the Vestibular Function Development in Junior Figure Skaters Using the Eye Tracking Technique. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 146(February 2015), 252–258. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.08.123>
- Milazzo, N., Rosnet, É., & Fournier, J. (2016). Stratégies de recherche visuelle et expertise décisionnelle en taekwondo. *Movement & Sport Sciences - Science & Motricité*, (91), 65–75. <https://doi.org/10.1051/sm/2015001>
- Mohamed, A. O., Perreira, M., Silva, D., & Courboulay, V. (2008). A history of eye gaze tracking To cite this version : A history of eye gaze tracking Abdallahi Ould Mohamed.
- Moreno, F. J., Reina, R., Luis, V., & Sabido, R. (2002). Visual search strategies in experienced and inexperienced gymnastic coaches. *Perceptual and Motor Skills*, 95(3 Pt 1), 901–902. <https://doi.org/10.2466/pms.2002.95.3.901>
- Muller, S., Abernethy, B., & Farrow, D. (2006). How do world-class cricket batsmen anticipate a bowler's intention? *Quarterly Journal of Experimental Psychology* (2006), 59(12), 2162–2186. <https://doi.org/10.1080/02643290600576595>
- Nevill, A. M., Balmer, N. J., & Mark Williams, A. (2002). The influence of crowd noise and experience upon refereeing decisions in football. *Psychology of Sport and Exercise*, 3(4), 261–272. [https://doi.org/10.1016/S1469-0292\(01\)00033-4](https://doi.org/10.1016/S1469-0292(01)00033-4)
- O'Donnell, A. (2012). Swinburne Research Bank. *Ed*, 44(129), 365–385. <https://doi.org/10.1109/ICNSS.2011.6059967>
- Page, L., & Page, K. (2010). Evidence of referees' national favouritism in rugby. *October*, (62).
- Pan, B., Hembrooke, H., Gay, G., Granka, L. A., Feusner, M. K., & Newman, J. K. (2004). The determinants of web page viewing behavior: an eye-tracking study. In *ETRA*.
- Panchuk, D., & Vickers, J. N. (2009). Using spatial occlusion to explore the control strategies used in rapid interceptive actions: Predictive or prospective control? *Journal of Sports Sciences*, 27(12), 1249–1260. <https://doi.org/10.1080/02640410903156449>
- Panchuk, D., Vine, S., & Vickers, J. (2015). Eye Tracking Methods in Sport Expertise. *Routledge Handbook of Sport Expertise*, 176–187.
- Plessner, H. (1999). Expectation biases in gymnastics judging. *Journal of Sport & Exercise Psychology*. US: Human Kinetics.
- Popovic, R. (2000). International Bias Detected in Judging Rhythmic Gymnastics Competition At Sydney-2000 Olympic Games. / Internacionalna Pristrasnost Zapazena Kod Sudenja Takmicenja U Ritmickoj Gimnastici Na Olimpijskim Igrama "Sidnej

- 2000". *Facta Universitatis: Series Physical Education & Sport*, 1(7), 1–13. Retrieved from <http://articles.sirc.ca/search.cfm?id=S-1032194%5Cnhttp://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=sph&AN=SPHS-1032194&site=ehost-live&scope=site%5Cnhttp://www.ni.ac.yu/Facta DP - EBSCOhost DB - sph>
- Schlegel, K., & Scherer, K. R. (2016). Introducing a short version of the Geneva Emotion Recognition Test (GERT-S): Psychometric properties and construct validation. *Behavior Research Methods*, 48(4), 1383–1392. <https://doi.org/10.3758/s13428-015-0646-4>
- Simhi, N., & Yovel, G. (2017). The role of familiarization in dynamic person recognition. *Visual Cognition*, 25(4–6), 550–562. <https://doi.org/10.1080/13506285.2017.1307298>
- Singer, R. N., Hausenblas, H. A., & Janelle, C. M. (2001). *Handbook of sport psychology*. New York: John Wiley. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&scope=site&db=nlebk&db=nlabk&AN=55421>
- Spitz, J., Moors, P., Wagemans, J., & Helsen, W. F. (2018). The impact of video speed on the decision-making process of sports officials. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 3(1), 16. <https://doi.org/10.1186/s41235-018-0105-8>
- Starkes, J. L., & Ericsson, K. A. (2003). *Expert Performance in Sports*.
- Ste-Marie, D. M. (1996). International Bias in Gymnastic Judging: Conscious or Unconscious Influences? *Perceptual and Motor Skills*, 83(3), 963–975. <https://doi.org/10.2466/pms.1996.83.3.963>
- Ste-Marie, D. M. (1999). Expert-novice differences in gymnastic judging: an information-processing perspective. *Applied Cognitive Psychology*, 13(3), 269–281. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-0720\(199906\)13:3<269::AID-ACP567>3.3.CO;2-P](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-0720(199906)13:3<269::AID-ACP567>3.3.CO;2-P)
- van Bokhorst, L. G., Knapova, L., Majoranc, K., Szebeni, Z. K., Taborsky, A., Tomic, D., & Canadas, E. (2016). “It’s Always the Judge’s Fault”: Attention, Emotion Recognition, and Expertise in Rhythmic Gymnastics Assessment. *Frontiers in Psychology*, 7, 1008. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01008>
- Vickers, J. N. (1988). Knowledge structures of expert-novice gymnasts. *Human Movement Science*, 7(1), 47–72. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0167-9457\(88\)90004-8](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0167-9457(88)90004-8)
- Vickers, J. N. (2006). Gaze of Olympic speedskaters skating at full speed on a regulation oval: Perception-action coupling in a dynamic performance environment. *Cognitive Processing*, 7(SUPPL. 1). <https://doi.org/10.1007/s10339-006-0087-1>
- Whissell, R., Lyons, S., Wilkinson, D., & Whissell, C. (1993). National bias in judgments of

- Olympic-level skating. *Perceptual and Motor Skills*, 77(2), 355–358.
<https://doi.org/10.2466/pms.1993.77.2.355>
- Williams, A. M., & Elliott, D. (1999). Anxiety, Expertise, and Visual Search Strategy in Karate. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 21(4), 362–375.
<https://doi.org/10.1123/jsep.21.4.362>
- Williams, A. M., Ford, P. R., Eccles, D. W., & Ward, P. (2011). Perceptual-cognitive expertise in sport and its acquisition: Implications for applied cognitive psychology. *Applied Cognitive Psychology*, 25(3), 432–442. <https://doi.org/10.1002/acp.1710>
- Williams, A. M., Janelle, C. M., & Davids, K. (2004). Constraints on the search for visual information in sport. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 2(3), 301–318. <https://doi.org/10.1080/1612197X.2004.9671747>
- Yang, Y., & Wang, C.-C. (2015). Trend of Using Eye Tracking Technology in Business Research. *Journal of Economics, Business and Management*, 3(4), 447–451.
<https://doi.org/10.7763/JOEBM.2015.V3.226>
- Yarrow, K., Brown, P., & Krakauer, J. W. (2009). Inside the brain of an elite athlete: The neural processes that support high achievement in sports. *Nature Reviews Neuroscience*, 10(8), 585–596. <https://doi.org/10.1038/nrn2672>
- Zambarbieri, D., Carniglia, E., & Robino, C. (2008). Eye Tracking Analysis in Reading Online Newspapers. *Journal of Eye Movement Research*, 2(4), 1–8.
<https://doi.org/10.16910/jemr.2.4.7>
- Zhu, Z., & Ji, Q. (2005). Robust real-time eye detection and tracking under variable lighting conditions and various face orientations. *Computer Vision and Image Understanding*, 98, 124–154.

Lien internet :

Résultats championnat cantonal fribourgeois 2016 agrès filles C5-C7, Attalens télécharger le 16 juin 2018 sur :

<http://ffg-ftv.ch/cms/index.php/fr/documents/category/214-r2016>

Résultats championnat cantonal fribourgeois 2017 agrès filles C5-C7, Ursy télécharger le 16 juin 2018 sur :

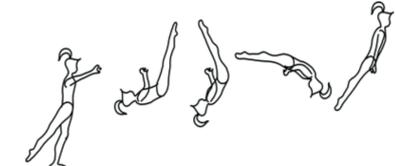
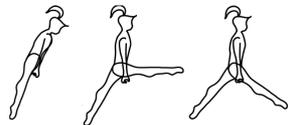
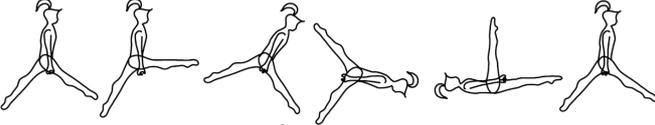
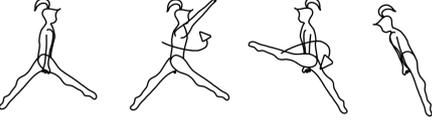
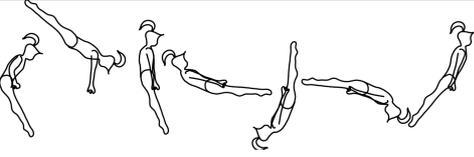
<http://ffg-ftv.ch/cms/index.php/fr/documents/category/227-r2017>

Résultats championnat cantonal fribourgeois 2018 agrès filles C5-C7, Domdidier télécharger le 16 juin 2018 sur :

<http://ffg-ftv.ch/cms/index.php/fr/manifestations/concours/resultats>

10. Annexe

10.1 Feuille de critères de la passation à la barre fixe

	<ul style="list-style-type: none"> • Bras tendus à l'appui • Le corps passe par la pos. C+ • Les jambes sont fermées à la verticale • L'élément se termine à l'appui
	<ul style="list-style-type: none"> • Les jambes restent dans l'axe transv. • La jambe arrière reste dans l'alignement du corps • Le poids du corps est transféré sur 1 seul bras
	<ul style="list-style-type: none"> • Le corps reste tendu durant la rotation • Écartement des jambes constant • L'élément se termine à l'appui latéral à cheval
	<ul style="list-style-type: none"> • L'élément s'effectue de manière harmonieuse • Durant le ½ tour, le poids du corps est transféré sur 1 seul bras • Le corps, les hanches et la jambe arr. restent alignés durant le ½ tour
	<ul style="list-style-type: none"> • Pos. I / C- durant la prise d'élan et pieds min. à la hauteur de la barre • Pos. C+ maintenue durant la rotation • Le corps reste à la barre • La rotation passe par l'appui
	<ul style="list-style-type: none"> • De l'appui C+, élan par-dessous avec dégagement des épaules et placement en pos. C- • Hauteur des hanches min. à celle de la barre