

Perception de la vitesse en fonction de l'activité physique

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

déposé par

Coralie Antille

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

Conseillère

Amandine Dubois

Fribourg, septembre 2017

Table des matières

Résumé	3
1 Introduction	4
1.2 Objectif du travail	8
2 Méthode.....	9
2.1 Sujets	9
2.2 Design de l'étude	9
2.3 Instruments de mesure	11
2.4 Analyse des données	12
3 Résultats	15
3.1 Estimation de la vitesse	15
3.2 Différence 10 meilleurs sujets et 10 moins bons sujets	17
3.3 METs	19
3.4 Les jeux vidéo	19
3.5 Kinect	20
4 Discussion	21
4.1 Estimation de la vitesse	21
4.2 Différence 10 meilleurs sujets et 10 moins bons sujets	23
4.3 METs	23
4.4 Les jeux vidéo	24
5 Conclusion.....	26
Bibliographie.....	27
Annexe.....	29
Remerciements	37

Résumé

De nombreuses études ont analysé la perception de la vitesse dans un environnement de réalité virtuel mais aucune n'a analysé la perception de la vitesse sur un tapis de course à pied. Le but de l'expérience est d'évaluer si des sujets sont capables d'estimer à quelle vitesse ils sont en train de courir. Nous regardons s'il existe un lien entre la perception de la vitesse estimée par un sujet en courant sur un tapis de course à pied dans un environnement de réalité virtuelle et son activité physique. Nous observons également s'il existe un lien entre la fréquence cardiaque, l'échelle de Borg, l'échelle affective et le niveau d'exactitude de la vitesse estimée.

Nous avons testé la perception de la vitesse d'une population de 40 sujets qui était composée de novices, de sportifs faisant un sport sans endurance, de sportifs faisant un sport d'endurance et de coureurs. Nous leur avons demandé de courir sur un tapis de course à pied à une allure de 8 km/h et de 12 km/h. En même temps, ils devaient fixer un écran de réalité virtuelle avec un flux visuel qui défilait. Ils devaient estimer si la vitesse du flux visuel à l'écran était plus rapide ou plus lente que la vitesse à laquelle ils étaient en train de courir sur le tapis. Au cours des pauses, il leur était demandé à combien ils se trouvaient sur une échelle de Borg et sur une échelle affective ou émotive.

Les résultats ont montré une surestimation de la vitesse à 8km/h et à 12km/h pour tous les sujets. Les sportifs faisant un sport d'endurance et les sportifs faisant le plus d'heure de sport par semaine ont tendance à plus surestimer la vitesse à 12km/h. Les résultats nous ont aussi confirmé que l'échelle affective et l'échelle de Borg sont des variables liés au temps de l'exercice et non à des variables physiologiques comme la fréquence cardiaque. Finalement nous avons pu observer que la pratique de jeux vidéo a tendance à influencer l'estimation de la vitesse. En effet, les sujets jouant souvent aux jeux vidéo ont tendance à surestimer les vitesses à 8km/h et à 12km/h plus que les autres sujets.

La perception de la vitesse est donc influencée selon plusieurs différents paramètres que cela soit l'activité physique, le nombre d'heure de sport par semaine ainsi que le temps passé à jouer aux jeux vidéo.

1 Introduction

Durant de nombreuses années et encore de nos jours, nous nous sommes intéressés à la réalité virtuelle. Beaucoup d'études ont porté sur ce sujet. La réalité virtuelle nous emmène dans un monde créé par des logiciels qui essaient de nous laisser le plus possible l'impression d'être à un autre endroit. Philippe Fuchs et Guillaume Moreau (2003) soulignent cela en expliquant que « La finalité de la réalité virtuelle est de permettre à une personne (ou à plusieurs) une activité sensori-motrice dans un monde artificiel, qui est soit imaginaire, soit symbolique, soit une simulation de certains aspects du monde réel » (p. 6). La réalité virtuelle est peut être un outil que nous avons l'impression de ne pas bien connaître et pourtant les jeux vidéo ont le même effet de nous emmener dans un univers irréel. En effet, en jouant à des jeux vidéo, nous nous plongeons dans un univers et nous arrivons à faire abstraction de ce qui se passe autour de nous. C'est l'effet qui est recherché lors d'expérience en réalité virtuelle. Les jeux vidéo commencent même à prendre le dessus dans le monde de la réalité virtuelle. Mais ce n'est pas tout. D'autres domaines commencent aussi à envahir les découvertes de la réalité virtuelle. Alain Bethoz explique dans la préface de l'ouvrage de Philippe Fuchs et Guillaume Moreau (2003) que la réalité virtuelle aura un grand rôle dans les futures années dans différents domaines tels que l'éducation, l'entraînement mais aussi dans la simulation d'activités sportives. En effet, avec l'avancée des technologies, il est maintenant possible de tester des expériences dans un environnement recréé par des ordinateurs. Un grand nombre d'études ont donc commencé à explorer ce domaine de recherche et ont tenté par ce biais de comprendre la perception et le comportement humain. Il était alors important d'observer si les résultats obtenus en environnement de réalité virtuelle étaient les mêmes que dans un environnement naturel.

Des chercheurs ont tenté de savoir si des résultats obtenus sur l'action et la perception humaine dans un environnement virtuel pouvaient aussi se retrouver dans un environnement naturel (van Veen, Distler, Braun, Bèlthoff, 1998). Durant leur expérience, ces chercheurs qui essayaient d'étudier la navigation humaine et le comportement d'orientation ont observé de nouveaux résultats qui les ont mené vers un nouveau domaine de recherche. Les participants ayant pris part à leur expérience devaient rouler sur un stimulateur de vélo en environnement virtuel ainsi que sur un vélo en environnement réel. Ils ont trouvé des différences dans l'effort de pédalage d'un environnement à l'autre. Ils avaient tendance à sous-estimer leur vitesse de pédalage dans l'environnement virtuel. Les chercheurs ont donc commencé à étudier ce phé-

nomène et il a été observé que lorsque nous observons un flux visuel nous avons tendance à sous-estimer la vitesse perçue de nos mouvements dans un environnement virtuel.

Harwig Distler a mené une expérience pour essayer de comprendre le phénomène qui amenait les participants à sous-estimer leur propre vitesse lors d'un déplacement dans un environnement virtuel. Ce résultat avait déjà été observé par de nombreux concepteurs de simulateurs de conduite (van Veen, Distler, Braun, Bèlthoff, 1998). Il s'est intéressé plus en détails à l'influence qu'avaient les repères visuels sur la vitesse perçue et il a analysé les différents facteurs qui pouvaient amener à ce changement de perception. Les différents facteurs cités par Harwig Distler sont la fréquence spatiale, le contraste du monde virtuel représenté ainsi que la taille du champ de vision. Comme il l'explique dans son article, des expériences antérieures avaient déjà montré que l'augmentation de la fréquence spatiale et du contraste du stimulus visuel pouvait augmenter la vitesse perçue. Dans son expérience, il a testé la taille du champ de vision pour voir s'il arrivait aussi à augmenter la vitesse perçue. Il a repris le principe de l'expérience qu'il avait effectuée avec van Veen et Bèlthoff (1998) et il a analysé la perception de la vitesse des sujets en augmentant cette fois-ci la taille du champ de vision horizontal de 50° à 180° et la taille du champ de vision verticale de 40° à 50°. Grâce à sa nouvelle expérience, il a pu démontrer que lorsque la taille du champ de vision est augmentée, cela augmentait également la perception de la vitesse des sujets.

D'autres expériences sur la perception de la vitesse en salle de réalité virtuelle ont été faites et pas seulement avec des vélos. Il a été montré que lorsque nous marchons dans un environnement de réalité virtuelle, le flux optique devant nous semble toujours plus lent que la vitesse à laquelle nous sommes en train de marcher (Thurrell, Pelah, A & Distler, 1998). Cette expérience a été réalisée sur des tapis de course à pied qui avance selon la vitesse voulu du sujet (Woodway curve). Les sujets étaient équipés de lunette de soudeur (pour que la vision périphérique soit restreinte à l'intérieur de l'écran) et devaient essayer de marcher à la vitesse d'un flux qui leur était présenté.

Les expériences sur la réalité virtuelle ont mené de nombreuses analyses de différents sports sur la perception de la vitesse. Pourtant aucune expérience sur la perception de la vitesse en salle de réalité virtuelle n'a été faite en course à pied. La course à pied est pourtant un sport qui est très proche de la marche et malgré qu'il existe de nombreuses différences entre ces deux principes de locomotion, il est possible de marcher et de courir à certaines mêmes vi-

tesse. En effet, à des vitesses comprises entre 7km/h et 9km/h, il est tout autant possible de courir que de marcher (Cappellini, Ivanenko, Poppele & Lacquaniti, 2006). Dans certains sports, comme par exemple le football ou le basket, les athlètes sont constamment en train de faire des changements de locomotion en passant de la marche à la course et inversement. Dans d'autres sports comme par exemple la gymnastique, les agrès ou le cirque, ce changement n'existe pas. Il est donc intéressant d'observer la course à pied de ces différents sportifs, d'analyser leur perception de la vitesse, et d'analyser leurs différents ressentis lorsqu'ils courent. Pour calculer ce ressenti, il existe une échelle appelée échelle de Borg qui évalue l'effort perçu. Cette échelle permet aux sujets de classer la dureté de leur effort sur une échelle allant de 6 à 20. Chaque palier représente une perception de l'intensité de l'effort, une intensité relative, un lien avec une séance type d'activité physique et une émotion. Le sujet a donc plusieurs paramètres qui lui permettent de trouver où il se situe sur l'échelle (Borg, 1998).

L'évaluation de l'effort perçue est un paramètre très utilisé dans le domaine du sport car c'est un des meilleurs moyens de savoir ce qu'un athlète ressent. On l'utilise généralement avec d'autres mesures de l'intensité comme par exemple la fréquence cardiaque. Il a été montré que lors d'un effort constant durant un certain temps, l'augmentation de l'échelle de Borg était proportionnelle à la durée du temps qu'il reste (Eston, 2012). Il existe également une autre échelle qui est souvent aussi utilisée pour l'analyse d'un effort. Il s'agit de l'échelle affective. C'est une échelle qui évalue la composante affective ou émotionnelle d'un exercice. C'est une échelle bipolaire. Elle possède un côté négatif et un côté positif. Elle est composée de 11 points allant de -5 (« très désagréable ») à +5 (« très agréable ») en passant par le point 0 (« neutre ») (Hardy & Rejeski, 1989).

Hardy et Rejeski (1989) ont mené une expérience dont le but était de comprendre un peu mieux l'échelle affective et de voir ce que les gens ressentaient durant un exercice. Pour cela, ils ont effectué trois différentes expériences afin d'analyser cette échelle affective et de voir si elle avait un lien avec l'échelle de Borg. Dans la première expérience, le but était de voir l'importance du côté positif et négatif de cette échelle affective. Les sujets devaient choisir parmi une série d'adjectifs ceux qu'ils ressentaient comme une *bonne sensation* lors d'un exercice et d'autres sujets ont du choisir des adjectifs qu'ils ressentaient comme une *mauvaise sensation*. Les résultats ont montré que les sujets associaient les adjectifs qu'ils ressentaient comme des bonnes sensations lors d'un effort à des effets positifs et les adjectifs qu'ils ressentaient comme des mauvaises sensations lors d'un effort à des effets négatifs.

Dans la deuxième expérience les sujets ont dû répondre premièrement à différentes questions sur la vie de tous les jours avec une échelle allant de 1 à 7. Ensuite ils ont du répondre à des questions concernant leur ressenti lors d'un effort expliqué selon le degré de l'échelle de Borg en utilisant l'échelle affective (Ex : À un effort de 19 sur l'échelle de Borg, quel sera votre ressenti sur l'échelle affective si vous êtes en train de faire un footing ?). Avant cela, il leur avait été communiqué différentes explications à propos des deux échelles. Lors de l'explication de l'échelle de Borg, il leur était dit qu'ils devaient se concentrer sur l'effort qu'ils ressentent et qu'ils devaient tenir compte de paramètres comme le stress, la fatigue et l'effort. Durant l'explication de l'échelle affective, il leur était dit qu'ils devaient répondre selon ce qu'ils ressentaient. Si par exemple ils trouvaient que c'était agréable ou au contraire qu'ils n'avaient pas de plaisir. Les résultats ont montré que plus un effort était difficile, plus l'échelle de Borg avait tendance à monter et plus l'échelle affective avait tendance à passer dans le négatif.

Dans la troisième expérience, les sujets ont fait un effort de 3 x 4 minutes à 30, 60 et 90% de leur volume d'oxygène maximal afin de comparer l'échelle affective avec l'échelle de Borg lors d'exercices qui nécessitaient des variations du métabolisme. Les résultats ont montré des réponses physiologiques plus fortes, une augmentation de l'échelle de Borg et des résultats plus négatifs pour l'échelle affective lors de l'augmentation de l'effort. De plus, il a été montré pour cette dernière expérience que les deux échelles étaient légèrement corrélées lorsque l'effort augmentait, mais qu'elles restaient quand même bien distinctes.

Dans leur expérience, Baden, McLean, Tucker, Noakes, St et Hunter (2005) ont observé les résultats de l'échelle de Borg ainsi que de l'échelle affective de leurs sujets lors de moments de déceptions. Alors que leurs sujets étaient en train de courir sur un tapis de course à pied depuis dix minutes, ils leur ont demandé de courir à nouveau dix minutes. Ils ont remarqué que l'échelle de Borg et l'échelle affective avaient un lien entre elles. Alors que l'échelle de Borg commençait à monter significativement au moment de l'annonce de l'effort supplémentaire, l'échelle affective quand à elle commençait à descendre significativement (devenait de plus en plus négatif). Ils sont donc arrivés à la conclusion que la mesure de la perception de l'effort n'est pas seulement une mesure pour un effort mais qu'elle a aussi un rôle avec la composante affective. Dans leur expérience, ils ont aussi analysé la fréquence cardiaque et la fréquence des foulées. La fréquence cardiaque a augmenté significativement avec le temps

mais il n'y avait pas de différence entre un effort normal et un effort avec une déception. La fréquence des foulées n'a pas non plus changé tout au long de l'expérience. Ils existent donc de nombreux paramètres pour comprendre l'effort perçu par le sujet. Il est important d'analyser ces paramètres pour savoir lesquels ont vraiment un rôle dans la perception de l'effort.

1.2 Objectif du travail

De nos jours, il n'y a pas encore eu d'expérience sur la perception de la vitesse en course à pied dans un environnement de réalité virtuelle. Le but premier de l'expérience sera d'analyser si nous sommes capables d'estimer à quelle vitesse nous sommes en train de courir. Lorsque nous courons, est-ce que la perception du flux visuel nous paraît aussi plus lente que la vitesse à laquelle nous sommes en train de courir ? Est-il possible de confirmer cette hypothèse qui avait été trouvée sur des expériences de marche sur un tapis de course à pied?

Deuxièmement, nous voulons observer s'il existe un lien entre la perception de la vitesse estimée par un sujet en courant sur un tapis de course à pied dans un environnement de réalité virtuelle et son activité physique. Nous allons comparer quatre différents groupes et voir si selon le sport effectué il y a une meilleure perception de la vitesse et si l'impression de vitesse est la même selon le sport pratiqué. Nous allons différencier aussi les sujets selon leur vitesse maximale aérobie (VMA). Nous allons tester des novices afin de voir si le fait de ne pas pratiquer un sport change la perception de la vitesse.

Nous chercherons à voir s'il existe un lien entre la fréquence cardiaque, l'échelle de Borg, l'échelle affective et le niveau d'exactitude de la vitesse estimée. Nous observerons si la cadence des pas est influencée par la différence de vitesse sur le tapis et la différence de vitesse du paysage à l'écran.

Finalement nous regarderons si nous trouvons des résultats significatifs entre les sujets jouant aux jeux vidéo et les autres. Il sera intéressant d'observer si les sujets habitués à se trouver devant un écran auront des résultats différents ou non.

2 Méthode

2.1 Sujets

L'expérience s'est déroulée sur 40 sujets sains âgés de 19 à 29 ans ($n=40$, 22.7 ± 2.1 ans). Ces 40 sujets ont été repartis en quatre groupes contenant à chaque fois 5 hommes et 5 femmes. Le premier groupe comportait 10 sportifs faisant de la course à pied depuis de nombreuses années. Le second groupe comportait 10 sportifs faisant un sport qui demande de l'endurance mais qui n'est pas de la course à pied (basket, football, football américain, rugby et handball). Le troisième groupe comportait 10 sportifs faisant un sport avec peu d'endurance (aggrès, gymnastique, cirque, grimpe et fitness). Finalement le quatrième groupe comportait des novices faisant au maximum une à deux heures de sport par semaine.

2.2 Design de l'étude

L'expérience s'est déroulée en quatre différentes parties. Dans la première partie, les participants ont lu et signé une déclaration de consentement avant de pouvoir participer à l'étude. Celle-ci était garante que les participants ne sont pas sujets aux crises d'épilepsie. Ensuite deux questionnaires ont été remplis. Le premier (cf. Annexe 1) concernait des informations personnelles sur le participant (date de naissance, taille, poids,...) et le sport qu'il pratique ou a pratiqué. Il lui était aussi demandé s'il était habitué au tapis de course à pied, aux jeux vidéo et s'il avait une vitesse de prédilection en course à pied. Le deuxième questionnaire (IPAQ : International Physical Activity Questionnaire) (cf. Annexe 2) était sur le type d'activités physiques effectués les 7 derniers jours précédant l'expérience. Il devait noter le nombre d'heure qu'il a passé à faire une tâche intensive et modérée. Ces deux questionnaires ont permis de classer les différents sujets parmi les quatre groupes différents. Finalement, les sujets ont dû lire trois consignes; la première pour l'expérience, la seconde concernant l'échelle de Borg et la dernière au sujet de l'échelle affective qu'ils allaient devoir utiliser par la suite (cf. Annexe 3).

Dans la deuxième partie de l'expérience, les participants ont fait un échauffement sur le tapis de course à pied de deux fois 45 secondes à une allure de 8 km/heure et ensuite de 12 km/heure. Le but était qu'ils se familiarisent avec le tapis de course à pied et que nous puissions contrôler que les deux vitesses soient réalisables par nos sujets. Ensuite, ils ont été équipés avec une ceinture comportant un moniteur de fréquence cardiaque et une manette avec un

bouton sur le dessus dans chaque main. Ils ont fait un entraînement dans les conditions de l'expérience (cf. figure 1). Ils devaient estimer si la vitesse du flux visuel à l'écran était plus rapide ou plus lente que la vitesse du tapis de course sur lequel ils étaient en train de courir. Après chaque petite séquence à l'écran de deux secondes, l'écran devenait tout noir et il était écrit en blanc « up or down ». S'ils pensaient que le flux visuel était plus rapide que leur vitesse de course, ils devaient appuyer sur la manette de droite et s'ils pensaient que c'était moins rapide sur la manette de gauche. Ils ont eu 15 essais avec le tapis à 8 km/h et 15 essais avec le tapis à 12 km/h. Le flux visuel étant à chaque fois à + ou - 4km/h de la vitesse du tapis de course à pied. Il leur a été demandé de bien fixer le fond de la scène et non pas les murs se trouvant sur le côté (cf. figure 2). Finalement, ils ont effectué l'expérience. La Kinect fut allumée à ce moment. Ils ont commencé soit à 8km/h soit à 12 km/h. L'ordre des conditions étant randomisé selon les participants pour que l'étude offre des conditions semblables pour tous les participants. Ils avaient à chaque fois une minute de course suivie d'une minute de pause. Les sujets faisaient monter ou descendre la vitesse du flux à l'écran selon leur estimation de la vitesse. Lorsqu'ils avaient l'impression d'avoir trouvé la vitesse, ils devaient continuer de faire un choix et cela créait des inversions (passage du flux qui monte au flux qui descend et inversement). Lorsqu'il y avait 15 inversions de vitesse, une pause de 2 minutes était effectuée afin de changer la vitesse du tapis et de permettre au participant de s'asseoir un moment.

La troisième partie s'est passée durant les minutes de pause de l'expérience. Les participants devaient répondre à chaque fois à deux questions. Ils devaient dire à combien ils se trouvaient sur l'échelle de Borg (échelle allant de 6 à 20) afin d'évaluer leur perception de l'effort et sur une échelle affective (échelle allant de -5 à +5) afin d'évaluer la composante affective ou émotionnelle de l'exercice.

Finalement, la quatrième partie s'est déroulée au stade Saint-Léonard à Fribourg. Les participants ont effectué le test du semi-Cooper afin de connaître la vitesse maximale aérobie (VMA) de chacun. Pour cela, ils ont effectué la plus longue distance possible sur un stade de 400m pendant 6 minutes. La distance parcourue était ensuite divisée par 100 pour trouver la VMA approximative.



Figure 1. Illustration d'un sujet positionné sur le tapis de course à pied en face de l'écran de réalité virtuelle. Le sujet est muni d'une manette dans chaque main.



Figure 2. Illustration d'un sujet en train de courir sur le tapis de course à pied avec le flux visuel devant lui.

2.3 Instruments de mesure

L'expérience nécessite un tapis de course à pied afin de varier la vitesse de course des participants. La vitesse du tapis doit être cachée des participants. Un grand écran de réalité virtuelle doit être placé à l'avant du tapis de course à pied et un projecteur doit être suspendu au plafond afin de projeter le flux visuel à l'écran. Le flux visuel était un paysage avec un mur de chaque côté afin de s'immerger le mieux possible dans un environnement de course à pied. Des cardiofréquencemètres sont nécessaires afin de calculer la fréquence cardiaque des sujets. Une Kinect sur un trépied est placée derrière le tapis de course à une hauteur de 2m15 pour calculer la fréquence des pas des participants. Il faut encore deux manettes avec un bouton au dessus pour récolter les résultats des sujets.

2.4 Analyse des données

2.4.1 Répartition des groupes. Pour l'analyse des résultats nous avons reparti les quatre groupes de cette manière:

- 0 est le groupe novice
- 1 est le groupe pratiquant un sport sans endurance
- 2 est le groupe pratiquant un sport avec endurance
- 3 est le groupe de coureurs

Par la suite nous avons créé deux nouveaux groupes en additionnant l'erreur commise à 8km/h et à 12km/h à l'expérience sur la perception de la vitesse. Un groupe avec les 10 sujets ayant le taux d'erreur le plus petit (1 du groupe 0, 3 du groupe 1, 2 du groupe 2 et 4 du groupe 3) et un groupe avec les 10 sujets ayant le plus grand taux d'erreur (4 du groupe 0, 1 du groupe 1, 3 du groupe 2 et 2 du groupe 3). Il est intéressant de noter que dans la répartition de ces deux groupes il y a des sujets de chacun des quatre groupes du début.

Les jeux vidéo. Pour l'analyse en fonction du temps passé à jouer à des deux vidéos, nous avons analysé la réponse du questionnaire « Est-ce que vous êtes habitué aux jeux vidéo ? » avec les résultats de la perception de la vitesse en salle de réalité virtuelle. Parmi tous nos sujets, nous en avons 27 qui ne jouent pas aux jeux vidéo, 7 qui jouent rarement, 5 qui jouent quelques fois et 5 qui jouent souvent.

Nous avons créé 4 nouveaux groupes à partir de ces résultats (cf. Tableau 1):

- 0 est le groupe avec les non-joueurs
- 1 est le groupe avec les sujets qui jouent rarement
- 2 est le groupe avec les sujets qui jouent quelques fois
- 3 est le groupe avec les sujets qui jouent souvent

Tableau 1

Répartition des sujets dans les différents groupes

	Non-joueur	Rarement	Quelques fois	Souvent
Novice (0)	5	2	2	2
Sans endurance (1)	5	3	2	2
Avec endurance (2)	9	0	0	1
Coureur (3)	8	2	1	0

Note. La première colonne contient les quatre différents groupes de sujets. Les sujets ont été classés dans le tableau en fonction de leur réponse au questionnaire sur leur temps passé à jouer aux jeux vidéo.

2.4.2 Les différentes variables.

Perception de la vitesse. Pour l'analyse des données de la perception de la vitesse nous avons récolté les réponses de nos sujets lorsqu'ils arrivaient à 15 inversions (variations entre « up » et « down ») et nous en avons gardé 13 avec lesquels nous avons fait une moyenne. C'est la moyenne générale de la vitesse à laquelle ils pensaient courir.

La Fréquence cardiaque. Nous avons récolté la fréquence cardiaque de tous nos sujets et nous avons gardé la différence entre la fréquence cardiaque la plus basse et la plus haute pour chacun des sujets durant chaque minute d'effort.

L'échelle de Borg et échelle affective. Nous avons récolté les résultats de l'échelle de Borg et de l'échelle affective pour chaque sujet et nous avons regardé la différence entre le point le plus bas et le point le plus haut sur l'échelle pour chaque sujet.

Test semi-Cooper. Les sujets ont tous passé le test du semi-Cooper afin de voir s'il existait un lien entre le résultat de ce test et leur perception de la vitesse. Grâce à ce test, nous avons obtenu pour chacun des sujets un résultat qui est proche de leur vitesse maximale aérobie.

Le Système Kinect. La Kinect nous a donné les informations sur la cadence des pas et la longueur des pas.

Les METs. Grâce au questionnaire IPAQ, nous avons calculé le volume d'activité chez nos sujets en calculant chaque type d'activités par ses besoins énergétiques que nous appelons des METs. Les METs sont des multiples du métabolisme au repos. Ils se calculent en nombre de minute par semaine. La marche représente 3.3 METs, une intensité modérée 4 METs et une intensité élevée 8 METs. Nous avons donc multiplié ces données avec le nombre de minute par semaine et additionné ces trois domaines (3.3x nombre de minute/semaine de marche + 4x nombre de minute/semaine d'intensité modéré + 8x le nombre de minute/semaine d'intensité élevée). Grâce à ces résultats nous avons pu créer différents groupes selon le volume d'activité de nos sujets. Nous avons fait deux groupes composés des 20 sujets faisant le plus de sport (groupe vigoureux) et des 20 sujets faisant le moins de sport (groupe modéré). Les sujets ne faisant pas de sport (en dessous de 600 METs) n'étant pas pris dans l'un de ces deux groupes.

2.4.3 Les tests statistiques. Le programme RStudio a été utilisé pour analyser les données et effectuer les analyses statistiques. Le niveau de significativité a été défini à $p \leq 0.05$. Pour chaque analyse statistique de nos données, nous avons commencé par un test de normalité pour chacun des groupes, pour toutes leurs variables, afin de tester si les données suivent une loi normale. Lorsque les données n'étaient pas paramétriques nous avons utilisé le test Krustal-Wallis. Pour les données paramétriques avec une homogénéité des variances, nous avons fait un test ANOVA pour tester s'il y avait des interactions. Nous avons aussi utilisé le test ANOVA pour tester les contrastes entre différents groupes. Le test post-hoc de comparaison multiple a été utilisé pour trouver les différences significatives entre les groupes. Afin de trouver des résultats significatifs nous avons créé de nouveaux groupes selon les résultats obtenus pour différentes variables. Les sujets ont donc été séparés à nouveau en d'autres groupes selon les résultats obtenus à l'expérience sur la perception de la vitesse. Pour l'analyse des variables testées en fonction des résultats, les tests statistiques exploités ont été le test de *Wilcox* ou le *t-test* afin de chercher la significativité de la différence entre deux groupes. Nous avons utilisé aussi des *Model Tables* afin de chercher des moyennes.

Finalement, nous avons aussi analysé au travers de boîtes à moustaches (boxplots) les différents résultats obtenus.

3 Résultats

3.1 Estimation de la vitesse

3.1.1. Résultats selon les 4 groupes d'activités. Nous avons calculé le logarithme des résultats obtenus au test de la perception de la vitesse et ces derniers ont montré que les sujets avaient tendance à surestimer la vitesse de course à pied lorsqu'ils courraient à une vitesse de 12km/h en comparaison à la vitesse de 8km/h qui était moins surestimée.

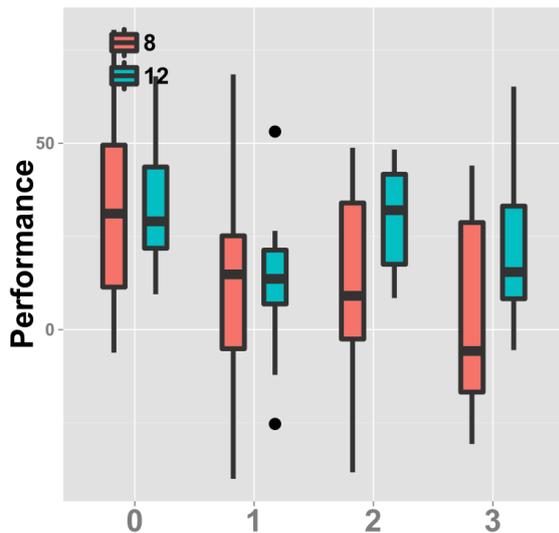


Figure 3. Boxplot. Comparaison entre la perception de la vitesse des quatre différents groupes (0, 1, 2 et 3) à 8km/h et à 12km/h.

En analysant les groupes de sujets nous pouvons voir que nous sommes proche d'une interaction entre les différents groupes mais que le résultat obtenu n'est pas significatif ($p=0.08256$). Nous avons donc analysé l'interaction entre les différents groupes de sujets. Les résultats ont donc été soumis à des test *post-hoc* et à des *paired t-tests* et nous avons trouvé que les groupes 2 et 3 (groupes habitués à la vitesse) ont une différence significative entre leur performance à 8km/h et leur performance à 12km/h. (groupe 2 : $p\text{-value} = 0.04043$, groupe 3 : $p\text{-value} = 0.01262$). La moyenne du groupe 2 pour l'estimation de la vitesse était de 9.27km/h pour la vitesse à 8km/h et de 16.28km/h pour la vitesse à 12km/h. La moyenne du groupe 3 pour l'estimation de la vitesse était de 8.51km/h pour la vitesse à 8km/h et 15.53 pour la vitesse à 12km/h. Nous n'avons pas trouvé de résultats significatifs pour les autres groupes (groupe 0 : $p\text{-value} = 0.5897$, groupe 1 : $p\text{-value} = 0.8616$). La moyenne du groupe 1 pour l'estimation de la vitesse était de 9.31km/h pour la vitesse à 8km/h et de 13.83km/h pour la vitesse à 12km/h. La moyenne du groupe 0 pour l'estimation de la vitesse était de 11.38km/h pour la vitesse à 8km/h et de 17.22km/h pour la vitesse à 12km/h. Ces résultats nous indiquent que les groupes

2 et 3 n'estiment pas de la même manière la vitesse à 8km/h et à 12km/h alors que les groupes 0 et 1 estiment plus ou moins les vitesses de la même manière (cf. figure 3).

3.1.2 Groupe 0 versus groupe 1, 2, 3. Nous avons fait un contraste pour voir s'il existait une différence entre le groupe novice et les trois autres groupes afin de voir si le fait de pratiquer une activité physique améliorait la perception de la vitesse (contrastes de 0 versus 1, 2 et 3). Nous avons trouvé un résultat significatif ($p=0.00545$) ce qui montre que les résultats des novices sont différents comparé aux trois autres groupes. En analysant les *model tables* nous avons observé qu'il y a une plus grande marge d'erreur de la part des novices ($0 = 33.25$; $1 = 11.57$; $2 = 20.64$; $3 = 12.99$). Nous avons essayé de voir s'il existait une différence si nous mettions les résultats des groupes 0 et 1 en contraste avec les groupes 2 et 3. Nous n'avons trouvé aucune différence.

3.1.3 Différence log12 - log8. Nous avons regroupé les résultats en faisant la soustraction du logarithme du résultat trouvé à 8km/h au logarithme du résultat trouvé à 12km/h pour chaque sujet ($\log\text{Result}12 - \log\text{Result}8$). En faisant l'ANOVA nous arrivons à une tendance ($p = 0.0826$). Nous avons alors fait un contraste des groupes 0 et 1 versus des groupes 2 et 3. Nous avons trouvé un résultat significatif ($p=0.01121$). Nous trouvons donc que les groupes 0 et 1 surestiment autant la vitesse à 8km/h et à 12km/h comparé aux groupes 2 et 3 qui surestiment plus la vitesse à 12km/h. Nous pouvons observer ces résultats sur le schéma avec le boxplot (cf. figure 4) ainsi que sur la table des moyennes (groupe 0 = 2.450 ; groupe 1 = 1.270 ; groupe 2 = 17.987 ; groupe 3 = 20.560). Nous retrouvons donc les résultats obtenus précédemment avec la différence d'estimation de la vitesse à 8km/h et à 12km/ pour les groupes 2 et 3. Nous retrouvons également une différence significative en faisant le contraste entre les groupes 0 versus les groupes 1, 2 et 3. Cela nous montre comme vu précédemment que les résultats des novices sont différents en comparaison des trois autres groupes.

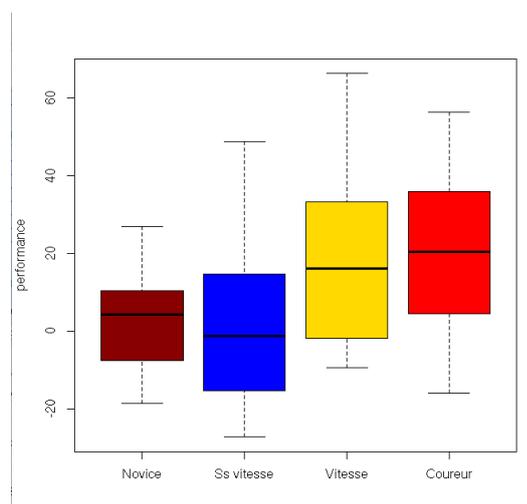


Figure 4. Boxplot. Résultats au $\log\text{Result}12 - \log\text{Result}8$ entre les novices (brun), les sportifs avec un sport sans endurance (bleu), les sportifs avec un sport d'endurance (jaune) et les coureurs (rouge).

3.1.4 Test du semi-Cooper. Nous avons fait la comparaison des résultats de logResult12 – logResult8 de nos sujets avec les résultats obtenus au test semi-Cooper. Pour analyser cela nous avons essayé de faire des régressions mais aucun résultat n'en est ressorti. Nous avons observé la régression avec en abscisse les résultats du test semi-Cooper et en ordonnée les logResult, d'une part pour la vitesse à 8km/h, puis pour la vitesse à 12km/h. Ces régressions linéaires ne sont pas possibles. Nous avons aussi testé la corrélation à la vitesse de 8km/h et 12km/h avec le test Pearson mais nous n'avons pas trouvé de corrélation (corrélation 8km/h = -0.1354322 ; corrélation à 12km/h = -0.1080472). Les résultats du test semi-Cooper de nos sujets n'avaient donc pas de lien avec les résultats de l'expérience sur la perception de la vitesse en salle.

3.2 Différence 10 meilleurs sujets et 10 moins bons sujets

Afin de chercher des résultats significatifs nous avons regroupé cette fois-ci nos sujets dans deux groupes en additionnant l'erreur commise à 8km/h et à 12km/h à l'expérience sur la perception de la vitesse.

Nous avons observé ces deux différents groupes avec leurs résultats lors de la performance du test du semi-Cooper. Il n'y a pas de différence significative qui ressort pour les groupes ($p=0.302$). Pourtant visuellement, nous pouvons observer que les 10 moins bons sujets à l'expérience de la perception de la vitesse en salle de réalité virtuelle ont en moyenne un résultat moins bon pour le test du semi-Cooper (moyenne : 1488.5m) en comparaison aux 10 meilleures (moyenne : 1592.5m) (cf. figure 5). En fusionnant les données à 8km/h et 12km/h pour chacun de ces deux groupes et en observant les contrastes, nous ne voyons toujours pas de différence significative.

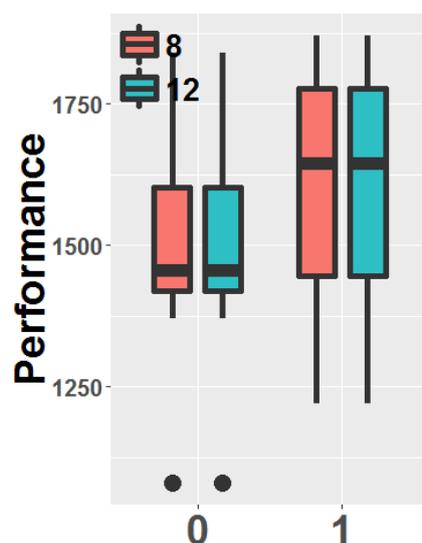


Figure 5. Boxplot. Comparaison entre les 10 moins bons (0) et les 10 meilleurs sujets (1) lors de la perception de la vitesse et leurs résultats au test semi-Cooper.

Nous trouvons néanmoins une différence entre les deux groupes au niveau de la variation de l'effort perçu sur l'échelle de Borg ($p=0.00791$; moyenne moins bons sujets = 2.35; moyenne bons sujets = 1.30) (cf. figure 6) et au niveau de l'échelle affective au cours de l'exercice ($p=0.0199$; moyenne moins bons sujets = 2.45; moyenne bons sujets = 0.75) (cf. figure 7). Il y a également une différence au niveau du temps de l'exercice ($p=0.00133$; moyenne moins bons sujets = 436.3; moyenne bons sujets = 336.2) (cf. figure 8). En effet, les moins bons sujets sont plus lents à converger et la tâche demandée dure à ce moment plus longtemps. Par contre, il n'y a pas de différence entre les deux groupes au niveau de la variation de la fréquence cardiaque au cours de l'exercice ($p=0.464$). Nous avons également analysé la cadence des pas de nos sujets pendant l'exercice et les résultats étaient identiques pour les deux groupes. Nous avons essayé d'analyser exactement les mêmes résultats mais en prenant cette fois-ci des sujets différents pour la vitesse à 8km/h et à 12km/h. Nous sommes arrivés aux mêmes conclusions qu'auparavant. En faisant un test *t student* ou *wilcoxon* pour le groupe à 8km/h composé des bons et des mauvais sujets à l'expérience sur le tapis de course à pied et que nous regardons leurs résultats au test du semi-Cooper nous ne trouvons pas de différence significative. Il en est de même pour le groupe des bons et le groupe des moins bons à la vitesse de 12km/h.

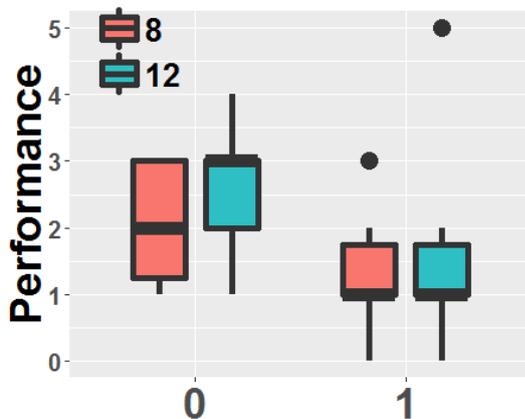


Figure 6. Boxplot. Comparaison entre les 10 moins bons (0) et les 10 meilleurs sujets (1) lors de la perception de la vitesse et les résultats de leur effort perçu sur l'échelle de Borg.

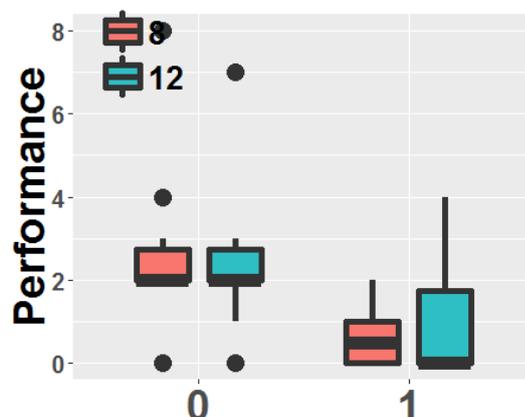


Figure 7. Boxplot. Comparaison entre les 10 moins bons (0) et les 10 meilleurs sujets (1) lors de la perception de la vitesse et les résultats sur l'échelle affective.

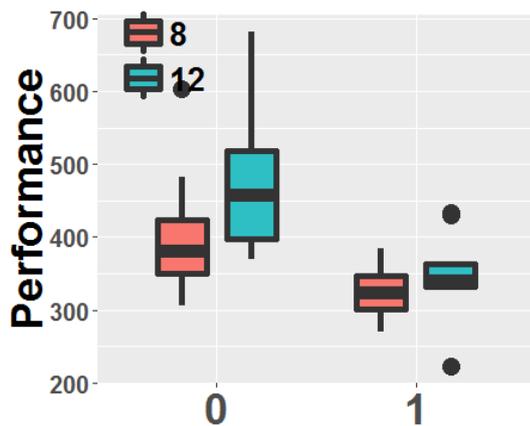


Figure 8. Boxplot. Comparaison entre les 10 moins bons (0) et les 10 meilleurs sujets (1) lors de la perception de la vitesse et leur temps de course.

3.3 METs

Nous avons analysé le groupe vigoureux et le groupe modéré en fonction des résultats de leur questionnaire IPAQ (voir analyse des données des METs). Le résultat était significatif ce qui montre qu'il y a une différence entre les deux groupes ($p=0.03078$). Il y a également une différence significative entre la vitesse à 8km/h et à 12km/h dans le groupe des vigoureux ($p\text{-value}= 0.004856$). Les personnes qui font beaucoup de sport ont donc tendance à estimer de façon différente la vitesse à 8km/h et à 12km/h.

3.4 Les jeux vidéo

En analysant la composition des groupes selon le temps qu'ils passaient à jouer aux jeux vidéo, il a été observé qu'en général ce sont les novices et les sportifs sans endurance qui jouent le plus. 90% des sujets du groupe des coureurs et du groupe des sportifs avec endurance se trouvent dans le groupe *jamais de jeu* ou le groupe *rarement*, alors que seulement 63% des novices et 66% des sportifs sans endurance se trouvent dans ces deux groupes. Nous avons alors émis une hypothèse qui serait de répartir dans un premier groupe les non-joueurs avec ceux qui jouent rarement et un deuxième groupe avec ceux qui jouent quelques fois et souvent.

Pour commencer, nous avons cherché s'il existait une interaction entre les quatre groupes et nous avons trouvé un résultat qui n'est pas significatif ($p=0.09449$) mais qui montre qu'il y a une tendance. Grâce au *paired t-test* nous avons trouvé une différence significative entre la vitesse à 8km/h et à 12km/h mais uniquement pour ceux qui ne jouent pas aux jeux vidéo ($p=0.0004917$). Les autres groupes ont tendance à surestimer de la même façon à la vitesse de 8km/h et 12km/h (groupe « rarement » $p=0.7898$; groupe « parfois » $p=0.584$; groupe « souvent » $p=0.8105$).

Ensuite, des contrastes ont été fait pour voir si l'hypothèse 1 est vérifiée. Nous avons fait pour cela deux regroupements. Le premier regroupement opposait les résultats à 8km/h et à 12km/h pour le groupe 0 avec les résultats aux mêmes vitesses pour les groupes 1, 2 et 3 afin de comparer les joueurs et ceux qui ne le sont pas. Nous avons trouvé une différence significative entre ces deux groupes ($p=0.01832$). Le deuxième regroupement opposait les résultats aux deux vitesses des groupes 0 et 1 avec les résultats des deux vitesses des groupes 2 et 3 car peut-être les groupes de joueurs occasionnels n'ont pas été assez habitués aux jeux vidéo. Une différence significative a été à nouveau trouvé ($p=0.000255$). Avec ces deux différences significatives, nous pouvons dire que l'hypothèse 1 est vérifiée et que la pratique des jeux vidéo a tendance à influencer l'estimation de la vitesse. Les joueurs surestiment plus que les autres pour les deux vitesses et les non joueurs ont une différence significative pour évaluer la vitesse à 8km/h et la vitesse à 12km/h.

3.5 Kinect

Les données analysées avec le système Kinect n'ont malheureusement rien donné. Il était néanmoins intéressant d'utiliser ce système qui nous a permis d'enregistrer les données automatiquement et non manuellement.

4 Discussion

4.1 Estimation de la vitesse

L'objectif de cette étude était premièrement de voir si nous allions trouver une surestimation ou une sous-estimation de la perception de la vitesse sur le tapis de course à pied. Des expériences avaient déjà analysé ce phénomène mais jamais une étude sur la perception de la vitesse en course à pied n'avait été réalisée. Les résultats nous ont montré que les sujets avaient tendance à surestimer leur vitesse lorsqu'ils couraient à 12km/h. Les novices pensaient courir à 17km/h, les sportifs avec un sport sans endurance pensaient courir à 13km/h, les sportifs avec un sport d'endurance pensaient courir à 16km/h et les coureurs pensaient courir à 15km/h. Nous avons également trouvé une surestimation de la vitesse à 8km/h mais la surestimation était moins forte qu'à 12km/h. Ces résultats confirment l'expérience réalisée par Thurrell, Pelah et Distler (1998) qui montrait que lorsque nous marchons dans un environnement de réalité virtuelle, le flux optique devant nous semble toujours plus lent que la vitesse à laquelle nous sommes en train de marcher. Il existe néanmoins une différence dans la façon de procéder lors de leur expérience. Les sujets ne devaient pas changer la vitesse du flux optique mais la vitesse du tapis de course à pied. Il en est de même dans l'expérience de van Veen, Distler, Braun et Bèlthoff (1998) où les sujets devaient accélérer ou décélérer sur leur vélo afin d'être à la même vitesse que le flux visuel. Il serait intéressant de tester notre expérience en essayant aussi de faire changer la vitesse du tapis de course à nos sujets pour qu'ils essayent de se mettre à la même vitesse que le flux optique à l'écran. Nous pourrions alors analyser s'il existe une différence entre ces deux méthodes ou non.

4.1.1 Différence entre les novices et les trois autres groupes. Nous avons observé que les novices avaient une plus grande marge d'erreur dans leurs réponses lors de la perception de la vitesse. Nous pourrions alors penser que l'effort perturbe peut être la tâche cognitive. En effet, les novices n'étant pas des sportifs, le fait de devoir courir et à la fois faire une estimation de la vitesse peut leur demander un effort supplémentaire. Nous pouvons donc penser que cette baisse dans leurs résultats pourrait être due à cela. Plusieurs expériences ont testé l'effet d'une tâche cognitive sur l'effort mais les résultats sont souvent controversés. Dans l'une de ses expériences, Rejeski (1985) a montré que, lors d'un effort physique, une tâche, telle que par exemple du calcul mental, entraîne une diminution de l'effort ressenti. Nous retrouvons par exemple des résultats différents chez Delignière et Brisswalter (1993) qui ont étudié dans

leur expérience l'influence d'une tâche cognitive ajoutée sur la perception d'un effort. Ils sont arrivés aux résultats que la réalisation d'un traitement d'informations entraîne une augmentation de l'effort ressenti lors d'une tâche énergétique réalisée en même temps. Avec notre expérience, nous sommes plus proche des résultats de ces derniers car la double tâche demandée était d'estimer si la vitesse du flux optique devant le sujet était plus rapide ou moins rapide que la vitesse à laquelle il était en train de courir (première tâche) et en plus de se rappeler s'ils devaient appuyer sur le bouton droite ou sur le bouton gauche se trouvant dans leurs mains. Cette double tâche demandait sûrement un effort de la part de tous nos sujets mais peut-être un peu plus de la part des novices qui n'étaient pas habitués à effectuer un tel effort.

4.1.2 Différence entre le logarithme de la vitesse à 12km/h moins le logarithme de la vitesse à 8km/h. Les résultats ont montré que les sportifs pratiquant un sport d'endurance et les coureurs avaient tendance à plus surestimer la vitesse à 12km/h. Ce résultat nous montre que pour ceux qui ont l'habitude de courir, la vitesse de course a plus d'effet sur l'estimation de la vitesse que pour ceux n'ayant pas l'habitude de courir. En surestimant beaucoup plus la vitesse à 12km/h, les sportifs de sports d'endurance et les coureurs ont fait des résultats qui n'étaient pas très bons. Cela nous amène à penser que la vitesse de 12km/h n'était peut-être pas une vitesse à laquelle ils avaient l'habitude de courir. Pourtant, lors du questionnaire en début d'expérience, les sujets ont dû noter leur vitesse de prédilection et nous avons récolté une moyenne de 11.625km/h pour les sportifs avec un sport d'endurance et une moyenne de 13km/h pour les coureurs.

Les sportifs pratiquant un sport d'endurance comme le basket, le football, le football américain, le rugby ou le handball n'arrivaient peut être pas à bien estimer la vitesse de 12km/h car ils sont plus habitués à faire des sprints lors de leurs différents sports. Ces différentes activités sont des sports qui demandent de l'endurance mais aussi de la vitesse. Ils sont donc aussi habitués à courir à des vitesses de plus de 12km/h ce qui les a peut-être influencé.

4.1.3 Test du semi-Cooper. En analysant les résultats obtenus lors du test semi-Cooper avec les résultats de l'expérience de la perception de la vitesse, nous n'avons trouvé aucun lien. Nous avons essayé de faire une régression linéaire mais cela n'a rien donné. Il se peut donc que le test du semi-Cooper ne révèle pas bien les capacités sportives des personnes. Les novices, qui n'étaient pas familiarisés à ce genre de test, avaient certaines fois tendance à partir trop vite car ils n'étaient pas habitués à gérer un effort. Si l'expérience était à refaire, il serait

intéressant d'essayer de faire le test de Cooper et non le test du semi-Cooper pour voir si les résultats obtenus seraient peut-être plus corrects. De plus, il faut noter que les sujets ont passé le test du semi-Cooper à des périodes différentes. Comme la météo, la température et le moment de la journée étaient différents, ces trois paramètres ont aussi pu influencer les résultats obtenus.

Il y a également un biais dans l'expérience car une bonne partie des sujets étaient des sportifs étudiant le sport et la motricité à l'université de Fribourg. Ils étaient donc habitués à différents types de sport. Il serait intéressant d'essayer à nouveau l'expérience avec les mêmes groupes de sujets mais en prenant des sportifs ne pratiquant qu'une discipline sportive et pas une autre dans le cadre de leurs études.

4.2 Différence 10 meilleurs sujets et 10 moins bons sujets

Dans l'analyse de la fréquence cardiaque, de l'échelle de Borg, de l'échelle affective et de la durée de l'exercice, nous sommes arrivés à des résultats très intéressants. Nous avons trouvé des résultats assez similaires à l'expérience de Baden, McLean, Tucker, Noakes, St et Hunter (2005), où il avait été trouvé que l'échelle affective et l'échelle de Borg sont des variables liés au temps de l'exercice et non à des variables physiologiques comme la fréquence cardiaque. Nos résultats nous ont montré que les 10 moins bons sujets étaient ceux qui prenaient le plus de temps à converger et ceux aussi qui avaient la plus grande différence entre leur résultat le plus bas et leur résultat le plus haut sur l'échelle de Borg et sur l'échelle affective. Cela nous montre que les 10 moins bons sujets étaient peut-être moins habitués à un effort car ils ont ressenti une plus grande différence entre le début et la fin de l'effort. C'est peut-être pour cela qu'ils ont eu plus de peine à percevoir la bonne vitesse à laquelle ils étaient en train de courir. Au contraire, les 10 meilleurs sujets ont eu une plus petite différence entre leur ressenti au début de l'effort et à la fin de l'effort. L'exercice était donc moins difficile pour eux et ils avaient alors peut-être plus de facilité à se concentrer sur la tâche de la perception de la vitesse.

4.3 METs

Dans l'analyse des deux différents groupes vigoureux et modérés, créés en fonction de leur nombre de METs, nous avons trouvé une interaction entre les vitesses à 8km/h et à 12km/h seulement dans le groupe des vigoureux. Les personnes qui font beaucoup de sport ont donc tendance à estimer de façon différente la vitesse à 8km/h et à 12km/h. Nous retrouvons donc

les résultats obtenus précédemment avec la différence d'estimation de la vitesse à 8 km/h et à 12 km/h pour les sportifs avec un sport d'endurance et les coureurs en comparaison des novices et des sportifs avec un sport sans endurance. Nous pouvons donc dire que les sportifs pratiquants un grand nombre d'heure de sport par semaine et les sportifs habitués à des sports de vitesse n'estiment en général pas de la même façon la vitesse à 8km/h et la vitesse à 12km/h. Plus un sujet fait du sport, plus il doit avoir un bon niveau en sport et donc être normalement habitué à des vitesses plus rapides. Pourtant, dans nos résultats, nous trouvons que ces sportifs surestiment plus la vitesse à 12km/h.

4.4 Les jeux vidéo

L'analyse du temps passé à jouer à des jeux vidéo et les résultats de la perception de la vitesse nous ont montré que la pratique des jeux vidéo avait tendance à influencer sur l'estimation de la vitesse. Les joueurs de jeux vidéo ont tendance à surestimer plus que les autres sujets les vitesses à 8km/h et à 12km/h. Ils surestiment de la même manière les vitesses à 8km/h et à 12km/h alors que les non-joueurs de jeux vidéo ont une différence significative pour l'évaluation entre la vitesse à 8km/h et à 12km/h comme nous avons trouvé précédemment dans l'analyse des vigoureux et des modérés.

Il serait intéressant de savoir à quelle vitesse se déplacent les personnages dans les jeux vidéo. Peut-être que cela peut avoir une influence sur les sujets qui jouent souvent aux jeux vidéo. Il serait aussi intéressant d'analyser les différents jeux auxquels jouent nos sujets et ainsi comparer les vitesses entre ceux-ci. Il se pourrait que les jeux vidéo avec de grandes vitesses comme par exemple des déplacements en voiture influenceraient le résultat que nous avons trouvé.

4.5 Limitation du travail

Il est très difficile de créer un environnement de réalité virtuelle qui soit très proche de la réalité. Beaucoup de facteurs comme le paysage environnant, le vent, la température font qu'il peut y avoir des biais dans l'expérience. De plus, en courant sur un tapis de course à pied, le corps ne fera pas les mêmes mouvements qu'en courant à l'extérieur. Le corps doit être propulsé vers l'avant lorsque nous courons à l'extérieur alors que sur un tapis de course à pied le tapis est tiré en dessous des pieds. Il n'y a pas non plus de résistance au vent sur un tapis de course à pied dans une salle. Cela peut aider mais aussi faire augmenter la température du corps plus vite et donc faire transpirer les sujets beaucoup plus rapidement.

Il n'est pas facile de courir sur un tapis de course à pied lorsque nous ne sommes pas habitués. Pour l'expérience, nous avons demandé aux sujets de courir sur le tapis de course à pied dans la nuit pour qu'ils se sentent le plus possible dans cet environnement de réalité virtuelle. Pour un grand nombre d'entre eux, il a été difficile de se focaliser uniquement sur l'écran en face d'eux car ils n'étaient pas habitués à ce genre de tâche dans la nuit.

Pour la réalisation de l'expérience, nous avons dû trouver des sujets faisant partie de l'université de Fribourg afin d'être sûr que les participants soient couverts par l'université en cas d'accident. Cela a augmenté la difficulté de trouver des sujets motivés en particulier pour trouver des personnes pour les quatre différents groupes recherchés. Le groupe nous ayant donné le plus de difficulté à trouver a été le groupe de novice. En effet, il n'était pas évident de trouver des personnes qui ne faisaient jamais de sport et qui étaient motivées à venir faire l'expérience en salle et le test du semi-Cooper sur le stade d'athlétisme.

5 Conclusion

L'expérience a permis de montrer que les sujets courant sur un tapis de course à pieds dans un environnement de réalité virtuelle surestimaient les vitesses à 8 km/h et à 12 km/h. L'hypothèse que le flux visuel devant nous lorsque nous courrons nous paraît plus lent que la vitesse à laquelle nous sommes en train de courir est vérifiée. Nous avons pu montrer également qu'il est difficile d'estimer sa vitesse de course à pied sur un tapis.

Nos résultats nous ont montré qu'il existe bien un lien entre la perception de la vitesse estimée et l'activité physique. Nous avons remarqué une surestimation de la vitesse à 12 km/heure pour les sportifs faisant un sport d'endurance et les sportifs faisant le plus d'heures de sport par semaine. Les sujets étant une grande partie des étudiants en sport de l'Université de Fribourg, il serait bien, si l'expérience était à refaire, de mieux séparer les différents groupes de sportifs afin d'avoir des groupes bien distincts et non des poly sportifs comme nous avons eu.

Grâce à notre expérience, nous avons pu confirmer que l'échelle affective et l'échelle de Borg sont de bonnes variables dans l'analyse d'un effort en fonction du temps pour analyser différents groupes de sujets. Au contraire, la fréquence cardiaque n'est pas un outil qui permet de différencier les différents sujets dans un effort avec un certain temps. Nous avons pu montrer également que le test du semi-Cooper n'est peut-être pas le meilleur test à utiliser pour l'analyse de la vitesse maximal aérobie.

Finalement, nous avons pu montrer un lien entre les sujets jouant aux jeux vidéo et les résultats de la perception de la vitesse. Les joueurs de jeux vidéo ont tendance à surestimer les vitesses. Malheureusement, nous n'avons pas beaucoup de joueurs de jeux vidéo. Il serait donc intéressant d'analyser ces résultats avec deux groupes bien distincts de joueurs de jeux vidéo et de non-joueurs.

En conclusion, il serait intéressant de reprendre l'étude et de changer divers paramètres afin de voir s'il est possible d'obtenir plus de résultats significatifs.

Bibliographie

Livres

Borg, G. (1998). Borg's perceived exertion and pain scales. *Human kinetics*.

Fuchs, P., Moreau, G. (2003). *Le traité de la réalité virtuelle (2e édition)*. doi : <http://jul.andre.free.fr/R%E9alit%E9%20Virtuelle/tome1.pdf>

Articles

Baden, D. A., McLean, T., Tucker, R., Noakes, T., St, C., Hunter, A. (2005). Effect of anticipation during unknown or unexpected exercise duration on rating of perceived exertion, affect, and physiological function. *British Journal of Sports Medicine*, 39, 742–746.

Cappellini, G., Ivanenko, Y. P., Poppele, R. E. & Lacquaniti, F. (2006). Motor patterns in human walking and running. *J Neurophysiol.*, 95, 3426-3437.

Delignières, D. & Brisswalter, J. (1993). Influence of an added choice reaction time task on perceived exertion. In *Actes des Vèmes Journées Internationales d'Automne de l'A.C.A.P.S. Caen*

Eston, R. (2012). Use of ratings of perceived exertion in sports. *International journal of sports physiology and performance*, 7(2), 175-182.

Hardy, C. J. & Rejeski, W. J. (1989). Not what, but how one feels: The measurement of affect during exercise. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 11(3), 304-317.

Rejeski, W. J. (1985). Perceived exertion: An active or passive process? *Journal of Sport Psychology*, 7(4), 371-378.

Thurrell, A. E. I., Pelah, A., & Distler, H. K. (1998). The influence of non-visual signals of walking on the perceived speed of optic flow. *Perception*, 27, 147–148.

van Veen, H. A. H. C., Distler, H. K., Braun, S. J. & Bulthoff, H. H. (1998). Navigating through a virtual city : Using virtual reality technology to study human action and perception. *Future Generation Computer Systems*, 14(3-4), 231-242.

Annexe

Annexe 1. Questionnaire pour les sujets

Perception de la Vitesse

Date :	Heure Kinect :
--------	----------------

Participant		
Nom :	Prénom :	Numéro : Numéro Emetteur :
Date de naissance :	Taille :	Poids :
VMA :	Test Cooper :	Anciennes données :
Fréquence max :	Remarque :	

Ordre passation	
Vitesse 1 :	Vitesse 2 :

Unité de Sport - Université de Fribourg

Consentement pour l'étude « **Perception de la vitesse** »

Je, soussigné, certifie :

- Avoir lu, compris et accepté l'information contenue dans la « Information aux participants de l'étude ».
- Que j'ai pu poser toutes les questions souhaitées et que j'ai reçu des réponses satisfaisantes.
- Etre informé que je peux me retirer à tout moment de l'étude et sans préjudice.
- Etre informé que toutes les données personnelles, résultats obtenus à mon sujet et ma participation à l'étude sont confidentiels et ne seront disponibles qu'aux chercheurs directement impliqués dans cette étude.
- Etre informé que les résultats obtenus lors de l'étude seront publiés de manière anonyme, et sous une forme qui ne peut pas m'identifier, dans une ou plusieurs publications scientifiques. J'y ai donné mon accord.
- Consentir à participer volontairement à l'étude susmentionnée comme sujet.

Sujet de l'étude

Nom:

Prénom:

Signature:

Personne ayant conduit l'entretien de consentement

Je confirme avoir personnellement expliqué au sujet désigné ci-dessus la nature, le but, la durée et les effets et risques prévisibles de l'étude

Nom:

Prénom:

Signature:

Sport habituel	Nombre d'heures par semaine	Depuis combien de temps	Niveau d'expertise

Si vous faites du sport actuellement :

Depuis quel âge faites vous du sport _____

Si vous ne faites pas de sport actuellement :

En faisiez vous auparavant ? oui non

Si oui :

Quel sport ? : _____

Nombre d'heures par semaine ? : _____

Durant combien de temps ? : _____

Le niveau d'expertise attend ? : _____

Vitesse de course de prédilection ? _____

Est ce que vous êtes habitué au Tapis ? oui non

Si oui :

Courez vous sur un tapis :

Très rarement

Quelque fois (1 à 2 fois par mois)

Très souvent (chaque semaine)

Est ce que vous êtes habitué au jeux vidéo ? oui non

Si oui :

Jouez vous :

Très rarement

Quelque fois (1 à 2 fois par mois)

Très souvent (chaque semaine)

Pour le questionnaire suivant :

Est ce que ces 7 derniers jours sont représentatifs de ce que vous faites habituellement ?

oui non

Temps	RPE	Affect	Temps de pause
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
Dernière vitesse 1			
Entre deux vitesses			
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
Dernière vitesse2			



IPAQ

International Physical Activity Questionnaire

(Version française juillet 2003)

Nous nous intéressons aux différents types d'activités physiques que vous faites dans votre vie quotidienne. Les questions suivantes portent sur le temps que vous avez passé à être actif physiquement au cours des **7 derniers jours**. Répondez à chacune de ces questions même si vous ne vous considérez pas comme une personne active. Les questions concernent les activités physiques que vous faites au lycée, lorsque vous êtes chez vous, pour vos déplacements, et pendant votre temps libre.

Bloc 1 : Activités intenses des 7 derniers jours

1. Pensez à toutes les **activités intenses** que vous avez faites au cours des **7 derniers jours**. Les activités physiques intenses font référence aux activités qui vous demandent un effort physique important et vous font respirer beaucoup plus difficilement que normalement. Pensez seulement aux activités que vous avez effectuées pendant **au moins 10 minutes d'affilée**.

1-a. Au cours des **7 derniers jours**, combien y a-t-il eu de jours au cours desquels vous avez fait des **activités physiques intenses** comme porter des charges lourdes, bêcher, faire du VTT ou jouer au football ?

__ __ jour(s)

Je n'ai pas eu d'activité physique intense

⇒ **Passez au bloc 2**

1-b. Au total, combien de **temps** avez-vous passé à faire des **activités intenses au cours des 7 derniers jours** ?

__ __ heure(s) __ __ minutes

Je ne sais pas

Bloc 2 : Activités modérées des 7 derniers jours

2. Pensez à toutes les **activités modérées** que vous avez faites au cours des **7 derniers jours**. Les activités physiques modérées font référence aux activités qui vous demandent un effort physique modéré et vous font respirer un peu plus difficilement que normalement. Pensez seulement aux activités que vous avez effectuées pendant **au moins 10 minutes d'affilée**.

2-a. Au cours des **7 derniers jours**, combien y a-t-il eu de jours au cours desquels vous avez fait des **activités physiques modérées** comme porter des charges légères, passer l'aspirateur, faire du vélo tranquillement ou jouer au volley-ball ? Ne pas inclure la marche.

__ __ jour(s)

Je n'ai pas eu d'activité physique modérée

⇒ **Passez au bloc 3**

2-b. Au total, combien de **temps** avez-vous passé à faire des **activités modérées au cours des 7 derniers jours** ?

__ __ heure(s) __ __ minutes

Je ne sais pas





Bloc 3 : La marche des 7 derniers jours

3. Pensez au temps que vous avez passé à **marcher au moins 10 minutes d'affilée** au cours des **7 derniers jours**.

Cela comprend la marche au lycée et à la maison, la marche pour vous rendre d'un lieu à un autre, et tout autre type de marche que vous auriez pu faire pendant votre temps libre pour la détente, le sport ou les loisirs.

3.a. Au cours des **7 derniers jours**, **combien y a-t-il eu de jours** au cours desquels vous avez marché pendant **au moins 10 minutes d'affilée**.

__ __ jour(s)

Je n'ai pas fait de marche

➔ **Passez au bloc 4**

3.b. Au total, combien d'épisodes de marche d'au **moins 10 minutes d'affilée**, avez-vous effectué au cours des **7 derniers jours** ?

__ __ __ __ nombre d'épisodes de 10 minutes d'affilée

Exemples :

Lundi :	1 marche de 60 minutes	6 épisodes
Mardi :	1 marche de 20 minutes et 3 marches de 5 minutes	2 épisodes
Mercredi :	1 marche de 35 minutes	3 épisodes
Jeudi :	1 marche de 8 minutes	0 épisode
Vendredi :	1 marche de 6 minutes puis 3 marches de 4 minutes →	0 épisode
Samedi :	1 marche de 18 minutes	1 épisode
Dimanche :	1 marche de 10 minutes et 3 marches de 5 minutes	1 épisode
	Total	13 épisodes

Je ne sais pas

Bloc 4 : Temps passé assis au cours des 7 derniers jours

4. La dernière question porte sur **le temps que vous avez passé assis** pendant les jours de semaine, au cours des **7 derniers jours**. Cela comprend le temps passé assis au lycée, à la maison, lorsque vous étudiez et pendant votre temps libre. Il peut s'agir par exemple du temps passé assis à un bureau, chez des amis, à lire, à être assis ou allongé pour regarder la télévision, devant un écran.

4.a. Au cours des **7 derniers jours**, pendant les jours de semaine, **combien de temps**, en moyenne, avez vous passé **assis** ?

__ __ heure(s) __ __ minutes

Je ne sais pas



Annexe 3. Consignes pour les sujets

Consigne de la tâche

Vous allez courir sur le tapis de course à pied tout en percevant un flux visuel. Vous allez devoir comparer la perception de la vitesse sur un tapis roulant à la vitesse du flux visuel. Si vous pensez que le flux est trop lent par rapport à votre vitesse de course vous appuyez sur le bouton de gauche. Si vous pensez qu'il est trop rapide vous appuyez à droite (suivez l'ordre indiqué sur l'écran « Up et Down »).

Fixer le fond de la scène.

Des pauses qui seront indiqués sur l'écran pourront être prises. Durant la pause, il vous sera alors posé deux questions où vous devrez donner deux notes. Une concernant la perception que vous avez de l'effort et l'autre sur le côté agréable de l'exercice.

Consigne Echelle de Borg (RPE)

(Traduction littérale du mode d'emploi de l'échelle de Borg)

« Pendant l'exercice vous allez évaluer votre perception de l'effort grâce à cette échelle. Vous évaluez l'intensité de votre effort de combien lourd et éprouvant il est. Votre perception de l'effort dépend principalement du degré d'astreinte ressentie au niveau des muscles ou d'essoufflement voire de la gêne thoracique. Lisez cette échelle du début à la fin où la valeur numérique 6 signifie "pas d'effort du tout" et 20 "effort maximal" ressenti. Par exemple : 9 effort perçu très léger. Pour une personne en bonne santé, cela correspond à une marche lente à son rythme pendant plusieurs minutes. 13 effort perçu un peu dur mais le sujet se sent bien pour le poursuivre. 17 effort perçu très dur. Une personne en bonne santé peut encore le poursuivre mais elle doit alors repousser ses limites. La charge de travail est ressentie comme très lourde et le sujet est très fatigué. 19 effort perçu d'un niveau d'intensité extrêmement fatigant. Pour la plupart, c'est l'exercice le plus fatigant connu jusqu'à ce jour. Essayez d'évaluer votre sensation d'effort en ignorant les données objectives sur les contraintes physiques réelles. Ne les surestimez pas, ne les sous-estimez pas. C'est votre propre sensation d'effort qui est importante, elle ne doit pas être donnée en fonction de celle exprimée par d'autres personnes. Ne tenez pas compte de l'avis des autres. Regardez cette échelle et lisez les expressions verbales associées puis donnez un nombre correspondant. Des questions ? » (Borg, 1998)

Consigne pour l'échelle affective

Pendant l'exercice vous allez également évaluer la composante affective ou émotionnelle de l'exercice grâce à une échelle. Vous évaluez si la sensation de l'effort durant l'exercice vous paraît agréable ou désagréable.

- +5 = très agréable
- +3 = agréable
- +1 = légèrement agréable
- 0 = neutre
- 1 = légèrement désagréable
- 3 = désagréable
- 5 = très désagréable

Consigne test semi-Cooper

- 1- Sur le stade de 400m
- 2- ECHAUFFEMENT : Faire des tours sur le stade en courant tranquillement afin de faire monter la fréquence cardiaque progressivement. Le nombre de tours dépend du niveau sportif de chaque sujet. Echauffer les articulations et faire quelques exercices de coordination. Finir par 3 ou 4 accélérations afin de bien se mettre en « jambes ».
- 3- LE TEST : Partir sur une allure de course pour 6 minutes et essayer de garder la même vitesse tout au long du test.

Remerciements

Je voudrais premièrement remercier Martina Caramenti de sa disponibilité et de son aide lors de la prise de mesures en salle de réalité virtuelle.

Je tiens ensuite à remercier Amandine Dubois, co-conseillère pour ce travail. Son aide lors de la prise de mesures en salle de réalité virtuelle, sa disponibilité et sa présence tout au long de la réalisation de ce travail m'ont été d'une aide précieuse.

Je remercie tous les volontaires qui ont accepté de participer à l'expérience et qui ont donné de leur temps pour que l'expérience puisse se réaliser dans les meilleures conditions.

Et finalement, je remercie mes proches pour leur soutien et le temps qu'ils ont passé à la re-lecture de ce travail.

Déclaration personnelle

Déclaration sur l'honneur :

"Par ma signature, j'atteste avoir rédigé personnellement ce travail écrit et n'avoir utilisé que les sources et moyens autorisés, et mentionné comme telles les citations et les paraphrases."

Fribourg, le 22 septembre 2017

Coralie Antille

Déclaration du droit d'auteur :

"J'ai pris connaissance du fait que le présent travail est partie intégrante de mes études, que l'ensemble des droits d'auteur (comprenant notamment le droit de publication, les droits d'usage gratuit ou commercial) est cédé à l'Université de Fribourg, que l'Université ne peut disposer du droit de cession à des tiers sans accord préalable, et que, dans le cadre de ce régime, je ne peux faire valoir aucun droit pécuniaire."

Fribourg, le 22 septembre 2017

Coralie Antille