

UNIVERSITE DU QUEBEC

MEMOIRE

PRESENTÉ A

UNIVERSITE DU QUEBEC A TROIS-RIVIERES

EN SATISFACTION PARTIELLE

DES EXIGENCES DE LA

MAITRISE EN SCIENCES DE L'ACTIVITE PHYSIQUE

par

GILBERT MOISAN

LES EFFETS DES INDICES VISUELS ET DE LA DISTANCE
D'UN TIR FRAPPE POIGNET SUR LA RAPIDITÉ DE RÉACTION
DU GARDIEN DE BUT AU HOCKEY SUR GLACE

SEPTEMBRE 1981

Université du Québec à Trois-Rivières

Service de la bibliothèque

Avertissement

L'auteur de ce mémoire ou de cette thèse a autorisé l'Université du Québec à Trois-Rivières à diffuser, à des fins non lucratives, une copie de son mémoire ou de sa thèse.

Cette diffusion n'entraîne pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits de propriété intellectuelle, incluant le droit d'auteur, sur ce mémoire ou cette thèse. Notamment, la reproduction ou la publication de la totalité ou d'une partie importante de ce mémoire ou de cette thèse requiert son autorisation.



Université du Québec à Trois-Rivières

Fiche-résumé de travail de recherche de 2e cycle

Mémoire

Rapport de recherche

Rapport de stage

Nom du candidat: MOISAN, Gilbert

Diplôme postulé: Maîtrise en sciences de l'activité physique

Nom du directeur

de recherche: VACHON, Lucien

Nom du co-directeur

de recherche (s'il y a lieu): PROTEAU, Luc

Titre du travail

de recherche: Les effets des indices visuels et de la distance d'un tir
frappé poignet sur la rapidité de réaction du gardien de
but au hockey sur glace

Résumé:^{*}

Cette étude concernait le rendement du gardien de but au hockey sur glace. Elle avait pour but de vérifier les effets des indices visuels d'un tir frappé poignet et du temps accordé au gardien de but pour répondre au tir. Les deux variables dépendantes analysées étaient le temps de réaction du gardien de but et le nombre de buts comptés lors des tirs. En outre, les résultats furent analysés en regard des différents membres du gardien de but. Huit gardiens de but de catégories junior ou universitaire ont participé comme sujets dans l'étude. Des tirs frappés poignet étaient effectués par des joueurs de mêmes catégories en accordant des temps moyens de 532 et 332 ms pour répondre, dans des conditions de tirs non voilés ou voilés par un écran. Les résultats de cette étude furent les suivants: (a) aucune interaction significative entre les indices visuels et le temps accordé pour les deux variables dépendantes; (b) des effets significatifs des indices visuels et du temps accordé sur le temps de réaction du gardien de but, indiquant que le temps de réaction d'un gardien de but est abaissé par la présence d'indices visuels de même que par un court temps accordé pour répondre; (c) aucun effet significatif des indices visuels sur le nombre de buts marqués; (d) un effet significatif du temps accordé sur le nombre de buts comptés, laissant voir un plus grand nombre de buts pour le temps accordé plus court.

Pour ce qui est des membres du gardien de but: (a) les membres supérieurs (mains) réagissaient plus rapidement que les membres inférieurs (jambes); (b) un nombre plus élevé de buts furent comptés au niveau des membres inférieurs lorsque comparés aux membres supérieurs; (c) le temps de réaction était plus court pour les membres du côté gauche que pour les membres du côté droit (côté du bâton); et (d) le nombre de buts marqués ne fut pas statistiquement différent entre les côtés gauche et droit.

En conclusion, ces résultats révèlent que les réactions et le rendement

du gardien de but sont influencés fortement par le temps disponible pour arrêter une rondelle. Egalement, il ressort que le gardien de but utilise des indices chez le tireur pour réagir rapidement. Finalement, il apparaît que les tirs bas résultent en un plus grand nombre de buts comptés que les tirs hauts. Les réactions du gardien de but sont plus lentes aux membres inférieurs qu'aux membres supérieurs.

Hilbert Moisan

Signature du candidat

Date: 31/03/82

h

Signature du co-auteur (s'il y a lieu)

Date:

Signature du directeur de recherche

Date:

Luc Potvin

Signature du co-directeur (s'il y a lieu)

Date: 31/03/82

RESUME

Cette étude concernait le rendement du gardien de but au hockey sur glace. Elle avait pour but de vérifier les effets des indices visuels d'un tir frappé poignet et du temps accordé au gardien de but pour répondre au tir. Les deux variables dépendantes analysées étaient le temps de réaction du gardien de but et le nombre de buts comptés lors des tirs. En outre, les résultats furent analysés en regard des différents membres du gardien de but. Huit gardiens de but de catégories junior ou universitaire ont participé comme sujets dans l'étude. Des tirs frappés poignet étaient effectués par des joueurs de mêmes catégories en accordant des temps moyens de 532 et 332 ms pour répondre, dans des conditions de tirs non voilés ou voilés par un écran. Les résultats de cette étude furent les suivants: (a) aucune interaction significative entre les indices visuels et le temps accordé pour les deux variables dépendantes; (b) des effets significatifs des indices visuels et du temps accordé sur le temps de réaction du gardien de but, indiquant que le temps de réaction d'un gardien de but est abaissé par la présence d'indices visuels de même que par un court temps accordé pour répondre; (c) aucun effet significatif des indices visuels sur le nombre de buts marqués; (d) un effet significatif du temps accordé sur le nombre de buts comptés, laissant voir un plus grand nombre de buts pour le temps accordé plus court.

Pour ce qui est des membres du gardien de but: (a) les membres supérieurs (mains) réagissaient plus rapidement que les membres inférieurs (jambes); (b) un nombre plus élevé de buts furent comptés au niveau des membres inférieurs lorsque comparé aux membres supérieurs; (c) le temps de réaction était plus court pour les membres du côté gauche que pour les membres du côté droit (côté du bâton); et (d) le nombre de buts marqués ne fut pas statistiquement différent entre les côtés gauche et droit.

En conclusion, ces résultats révèlent que les réactions et le rendement du gardien de but sont influencés fortement par le temps disponible pour arrêter une rondelle. Egalement, il ressort que le gardien de but utilise des indices chez le tireur pour réagir rapidement. Finalement, il apparaît que les tirs bas résultent en un plus grand nombre de buts comptés que les tirs hauts. Les réactions du gardien de but sont plus lentes aux membres inférieurs qu'aux membres supérieurs.

REMERCIEMENTS

L'auteur tient à remercier, d'une façon particulière, son directeur de mémoire, le Dr. Lucien Vachon, ainsi que son co-directeur de mémoire, le Dr. Luc Proteau, pour l'aide soutenue et l'encouragement qu'ils ont su apporter tout au long de l'étude. De plus, des remerciements s'adressent à messieurs Claude Brouillette et René Beauséjour, ainsi qu'à mesdames Carmen Black et Louise Levesque-St-Louis, pour leurs contributions aux diverses tâches techniques nécessaires à la présente étude et à la dactylographie du mémoire.

Finalement, l'auteur souligne son appréciation au Département des sciences de l'activité physique de l'Université du Québec à Trois-Rivières, pour son aide financière associée à la location de la patinoire locale.

TABLE DES MATIERES

	Page
RESUME	i
REMERCIEMENTS	iii
LISTE DES TABLEAUX	vi
LISTE DES FIGURES	viii
CHAPITRES	
I. INTRODUCTION	1
Problème	
Hypothèse	
Délimitation de l'étude	
Définition des termes	
II. RECENSION DES ECRITS	7
Indices visuels et anticipation	
Temps accordé pour répondre et anticipation	
Remarques	
Résumé	
III. METHODOLOGIE	17
Appareillage	
Procédures	
Analyse des résultats	
IV. RESULTATS ET DISCUSSION	30
Résultats	
Discussion	
NOTES DE REFERENCES	48
REFERENCES	49

ANNEXES

I. Tableaux des résultats	51
II. Caractéristiques de l'appareil de détection de mouvement	64

LISTE DES TABLEAUX

Tableaux	Page
1. Moyennes des temps de réaction aux différents membres des gardiens de but en fonction des situations expérimentales	31
2. Moyennes des buts comptés aux différents membres des gardiens de but en fonction des situations de tirs	35
3. Moyennes des temps de réaction aux différents membres pour chacun des gardiens de but en fonction des situations de tirs proches avec ou sans écran	52
4. Moyennes des temps de réaction aux différents membres pour chacun des gardiens de but en fonction des situations de tirs loin avec ou sans écran	53
5. Moyennes des temps de réaction aux différents membres pour chacun des gardiens de but en fonction de la situation de lumières	54
6. Analyse de la variance sur le temps de réaction au choix	55
7. Analyse de la variance du temps de réaction pour les situations de tirs	56
8. Analyse de la variance du temps de réaction pour les segments	56
9. Moyennes et écarts-types des temps de réaction des membres des gardiens de but lors des situations de lumières et de tirs effectués par les différents joueurs	57
10. Moyennes des buts comptés aux différents membres pour chacun des gardiens de but en fonction des situations de tirs proches avec ou sans écran	59
11. Moyennes des buts comptés aux différents membres pour chacun des gardiens de but en fonction des situations de tirs loin avec ou sans écran	60
12. Analyse de la variance sur le nombre de buts comptés . .	61

Tableaux	Page
13. Analyse de la variance du nombre de buts comptés pour les situations de tirs	61
14. Analyse de la variance du nombre de buts comptés pour les segments	62
15. Moyennes et écarts-types des temps de réaction obtenus pour différents mouvements à l'aide d'un micro-commutateur et d'un appareil de détection de mouvement .	68
16. Moyennes et écarts-types des temps de réaction obtenus pour des mouvements horizontaux à l'aide d'un micro-commutateur et de quatre appareils de détection de mouvements à différentes positions	71
17. Moyennes et écarts-types des temps de réaction obtenus pour des mouvements verticaux ascendants et descendants à l'aide d'un micro-commutateur et de quatre appareils de détection de mouvement	73
18. Corrélations entre les résultats obtenus à l'aide des différents appareils à des positions variables pour des mouvements horizontaux	75
19. Corrélations entre les résultats obtenus à l'aide des différents appareils pour des mouvements verticaux ascendants et descendants	76

LISTE DES FIGURES

Figures	Page
1. Illustration de la situation de tir non voilé	22
2. Illustration de la situation de tir voilé	23
3. Illustration de la situation de lumières	24
4. Temps de réaction au choix des gardiens de but pour chacun des indices visuels et chacune des distances (temps accordés) des tirs frappés poignet	32
5. Temps de réaction au choix pour chacune des situations aux différents membres: main gauche (M.G.), main droite (M.D.), jambe gauche (J.G.) et jambe droite (J.D.) . . .	33
6. Nombre de buts comptés pour chacune des situations de tirs aux différents membres: main gauche (M.G.), main droite (M.D.), jambe gauche (J.G.) et jambe droite (J.D.)	37

CHAPITRE I

Introduction

Dans une activité sportive, il se présente un grand nombre de situations dans lesquelles le participant doit produire une réponse appropriée dans les plus brefs délais. Au hockey sur glace, par exemple, il arrive souvent que le gardien de but doive réagir le plus rapidement possible en vue d'arrêter la rondelle. Tel est le cas lorsqu'un tir est réalisé à sa proximité et/ou si la vitesse de la rondelle est très élevée. Malgré les limites du traitement de l'information propre à l'être humain (Welford, 1976), le gardien de but peut arrêter des tirs provenant de 9 m (Drouin & Salmela, 1975) ainsi que des tirs atteignant une vitesse de 160 km à l'heure (Furlong, 1968). De fait, les arrêts semblent possibles même si la durée totale de la trajectoire est moindre qu'un temps de réaction simple (Drouin & Salmela, 1975). Par ailleurs, peu importe les caractéristiques physiques du tir, l'arrêt ne sera effectué que si le gardien de but est capable de déterminer l'endroit et le moment d'interception de l'engin. Pour ce faire, deux stratégies sont susceptibles d'être utilisées: (a) le gardien de but peut évaluer la trajectoire que suivra la rondelle en échantillonnant l'information présente dans la trajectoire de l'objet, (b) le gardien de but peut juger de la trajectoire de la rondelle en utilisant les indices visuels disponibles pendant l'exécution du tir. Ces deux

2.

stratégies peuvent permettre au gardien de but de déterminer les caractéristiques de la trajectoire de la rondelle. Les caractéristiques de cette tâche du gardien de but représentent ce que Poulton (1957) appelle une anticipation perceptuelle.

En relation avec la première stratégie pouvant être utilisée par le gardien de but, des études ont porté sur la perception de la trajectoire d'un engin en déplacement (Bard, 1974; Whiting, Gill & Stephenson, 1969). Ces auteurs examinèrent l'influence de la réduction de la période de vision d'un engin en déplacement sur la performance en attrapé. Selon Alain et Robillard (Note 1), trois principales conclusions peuvent être dégagées de ces études. Comme première conclusion, il ressort qu'un sujet n'est pas tenu de regarder l'engin sur toute sa trajectoire pour obtenir une bonne performance. La seconde conclusion souligne que la prise d'information visuelle ne doit pas être effectuée trop loin ou trop près du point d'arrivée de l'engin. La troisième conclusion est que, plus la période de vision de l'engin augmente en durée, plus le sujet améliore sa performance.

Quant à la seconde stratégie, d'autres études réalisées en laboratoire ont mis en évidence le fait que l'être humain, confronté à un stress temporel, initie une réponse sur une base d'information incomplète, et ce, même s'il doit accepter une augmentation de la proportion de ses erreurs de réponses (Fitts, 1966; Grice, Nullmeyer & Spiker, 1977; Proteau, Note 2; Yellott, 1971). Il est cependant probable que le gardien de but n'utilise une telle stratégie que dans les situations où des indices, quant à la trajectoire de la rondelle, ne sont pas disponibles (tir voilé) ou lorsque ce dernier considère qu'il ne

possède pas suffisamment de temps pour analyser ces informations (tir frappé exécuté à courte distance). A ce sujet, Drouin et Salmela (1975), Lonetto (Note 3), puis Salmela et Fiorito (1979) ont proposé que le gardien de but serait capable de se servir d'indices visuels contenus dans le geste du tireur pour prédire la trajectoire future de la rondelle. Ces indices permettraient au gardien de but d'initier sa réponse tôt après la frappe de la rondelle.

A date, plusieurs auteurs (Drouin & Larivière, 1974; Drouin & Salmela, 1975; Furlong, 1968; Sinclair & Moyls, 1979) ont tenté d'analyser la rapidité de réponse du gardien de but au hockey sur glace. Dans ces études, la tâche du gardien de but consistait à déplacer un membre le plus rapidement possible en réponse à une stimulation lumineuse simple ou à quatre choix. Les résultats obtenus, transposés en situation naturelle de jeu, laissaient conclure que le gardien de but était incapable d'effectuer volontairement un arrêt pour des tirs exécutés à une vitesse de 80 km à l'heure provenant d'une distance de 7.6 m du but. Par ailleurs, Bard et Fleury (1980) ont mesuré la vitesse de réaction du gardien de but alors que celui-ci était confronté à des situations de tirs au but. Des temps de réaction plus courts que ceux observés dans les études précédentes ont été obtenus. Ces résultats laissaient supposer que le gardien de but était effectivement capable d'utiliser certains indices visuels, avant même le départ de la rondelle, pour anticiper.

Problème

Les études citées laissent voir que la réaction d'un gardien de but est influencée par la quantité des indices visuels afférents à

un tir, et aussi, possiblement, par le temps accordé pour répondre. Cependant, il reste à vérifier s'il y a une interaction entre la quantité des indices visuels associés à un tir et le temps accordé au gardien de but pour répondre. Ce dernier problème constitue l'objet premier de la présente étude, alors que le gardien de but est confronté à des tirs frappés poignet.

L'étude d'une telle interaction en situation réelle permettra de mieux cerner l'importance des indices visuels et du temps accordé dans la prise de décision rapide telle que rencontrée chez le gardien de but au hockey sur glace. De plus, il est probable que certaines considérations pourront servir à optimiser la performance du gardien de but.

Hypothèses

En se basant sur les résultats obtenus dans les études antérieures, les hypothèses suivantes sont avancées.

1. Pour différents temps accordés pour répondre, le gardien de but se comporte différemment en fonction de la quantité des indices visuels d'un tir frappé poignet.

2. Le temps de réaction d'un gardien de but est abaissé par la présence d'indices visuels (Lonetto, 1979) de même que par un court temps accordé pour répondre (Proteau, Note 2).

3. La diminution des indices visuels d'un tir ainsi qu'un court temps accordé pour répondre entraînent un accroissement du nombre de buts comptés.

Délimitation de l'étude

Les sujets de cette étude sont des gardiens de but de catégories junior ou universitaire. Ils sont confrontés à des joueurs de mêmes

catégories qui effectuent des tirs frappés poignet en position stationnaire en visant l'un ou l'autre des quatre coins du but. A chaque tir, le gardien de but prend sa position de base au centre du but pour ensuite essayer d'arrêter la rondelle.

Les indices visuels des tirs comportent deux niveaux: dans une condition expérimentale, le joueur décoche son tir derrière un écran (tir voilé) qui laisse voir un minimum d'indices au gardien de but, c'est-à-dire seulement sa tête et ses épaules ainsi que la rondelle; dans l'autre condition, le gardien de but peut profiter d'un maximum d'indices car le tireur peut être vu complètement par le gardien. Les tirs sont exécutés à deux distances du but afin d'accorder deux temps différents au gardien de but pour répondre aux tirs.

Un système de quatre lumières est employé comme stimuli dans une situation de contrôle, dans le but de mieux mettre en relation les résultats de cette étude avec ceux de quelques études antérieures sur le temps de réaction du gardien de but.

Cette étude se limite à mesurer le temps de réaction du gardien de but, confronté à des tirs ou à l'allumage de lumières ainsi que le nombre de buts comptés lors des tirs. La justesse des décisions du gardien de but n'est pas considérée puisqu'il n'était pas possible de la mesurer avec objectivité.

Définition des termes

Ecran. Toile placée à l'avant du tireur afin de cacher certains indices présents dans l'exécution du tir.

Temps accordé pour répondre. Quantité de temps disponible au sujet pour produire sa réponse.

Temps de réaction. C'est le délai qui existe entre la présentation d'un stimulus et l'initiation de la réponse motrice. Dans la présente étude, le terme temps de réaction est utilisé pour signifier le temps de réaction au choix.

Temps de réaction simple. C'est le délai qui existe entre la présentation d'un stimulus unique et l'initiation de la réponse qui lui est associée (Keele, 1973).

Temps de réaction au choix. Dans une situation de temps de réaction comprenant dans cette étude quatre stimuli et quatre réponses équiprobales, c'est le délai qui existe entre la présentation d'un stimulus et l'initiation de la réponse appropriée.

Tir frappé poignet. Technique employée pour projeter une rondelle à l'aide d'un bâton de hockey et consistant en un léger recul de la lame du bâton, suivi de la frappe de la rondelle.

Tir loin. Tir effectué à une distance de 13.7 m et correspondant, en moyenne, à un temps accordé de 532 ms dans cette étude.

Tir proche. Tir effectué à une distance de 7.6 m et correspondant, en moyenne, à un temps accordé de 332 ms dans cette étude.

Tir voilé. Tir effectué alors qu'un écran est placé à l'avant du tireur pour diminuer les indices visuels du tir au gardien de but.

Tir non voilé. Tir effectué sans qu'un écran soit placé à l'avant du tireur.

CHAPITRE II

Recension des écrits

Le présent chapitre regroupe surtout les études scientifiques associées à l'anticipation dans les tâches sportives. La première partie réunit les études recensées qui ont rapport avec les indices visuels afférents à l'anticipation. Ensuite, la deuxième partie comprend les études qui concernent le temps accordé pour initier une réponse motrice et l'anticipation. Il faut noter que les études sont d'abord présentées pour être ensuite discutées simultanément.

Indices visuels et anticipation

Les études sur l'utilisation des indices visuels pour anticiper dans les tâches sportives sont relativement récentes. Whiting, Gill et Stephenson (1969) ont étudié les effets de la durée d'exposition d'une balle sur son attrapé. Trente-six joueurs expérimentés dans les sports de balle ont participé à cette étude. La balle, projetée dans une chambre noire, était visible pour des périodes de 10, 15, 20, 25, 30 ou 40 centièmes de seconde, ce dernier temps étant égal à la durée complète de l'envol. Les résultats ont laissé voir un effet significatif de la durée d'exposition de la balle. Les auteurs ont conclu que l'augmentation de la durée d'exposition de la balle entraînait une meilleure performance dans l'attrapé.

En 1974, Bard a analysé l'effet de la durée de vision du déplacement d'une balle sur la vitesse et la précision de la prédiction

de chute (anticipation) de cette même balle. Pour cette expérience, 30 sujets masculins furent utilisés. Une balle de tennis était éjectée dans l'espace, de façon contrôlée, par un lance-balle automatique. La balle tombait dans une des six cibles couvrant une partie de la surface d'un terrain de tennis. Les durées d'exposition du stimulus se trouvaient contrôlées par un écran. Elles correspondaient respectivement à 2, 4 et 8 dixièmes de seconde. La balle voyageait soit de gauche à droite du sujet, soit de droite à gauche, ou vers le sujet. Les temps de vol de la balle étaient de 1.5 et 1.9 sec, dépendamment de la cible visée. La tâche du sujet consistait à indiquer verbalement, le plus rapidement possible, le point de chute de la balle. Les résultats ont démontré que le temps d'exposition (temps de vision de la balle) influençait la précision de la réponse des sujets de façon significative. La précision était supérieure pour des durées d'exposition plus longues.

Pour ces situations, il semble que la performance dans la prédiction de la trajectoire s'améliore avec l'augmentation de la durée d'exposition du stimulus (durée de vision de la trajectoire). Toutefois, dans certaines situations, il se peut que le sujet ne puisse pas toujours identifier les indices dans la trajectoire de l'objet afin de déterminer son point d'arrivée. Il est possible que le sujet identifie certains indices précédant le départ de l'objet, lui permettant de prédire (anticiper) la trajectoire qu'empruntera l'objet. Les études suivantes traitent de cet aspect.

Dans ce contexte, Jones (1974) a analysé la capacité de prédiction du joueur de tennis. Des sujets experts et débutants devaient prédire

le point de chute de la balle à l'intérieur d'une zone de service. Pour ce faire, 24 services ont été filmés. Lors de la présentation aux sujets, l'image était interceptée à 1/24 de seconde avant l'impact entre la raquette et la balle, puis à 1/8 et à 1/3 de seconde après l'impact. Les résultats indiquaient que les débutants obtenaient le même rendement en prédition que les experts, lorsque la séquence filmée était interrompue 1/3 de seconde après la frappe. Par contre, lorsque la séquence était arrêtée 1/24 de seconde avant et 1/8 de seconde après l'impact, les sujets experts étaient plus précis dans leurs prédictions. Ces résultats appuient l'idée voulant que le joueur expert en réception de service utilise de l'information à l'amorce du service, ce qui lui permet d'anticiper la trajectoire de la balle.

Une étude de Salmela et Fiorito (1979) avait comme but d'observer l'influence de la disponibilité et la qualité des indices visuels qui précédaient le moment de contact entre le bâton de hockey et la rondelle, sur la réponse du gardien de but. Des séquences filmées d'un joueur de hockey s'approchant du filet et dirigeant un tir dans l'un des quatre coins du filet ont été observées par 31 jeunes gardiens de but (15.8 ans). Chacune des séquences filmées était présentée de façon à supprimer deux, quatre ou huit images avant l'impact du bâton sur la rondelle, ce qui correspondait à des durées de 1/12, 1/6 et 1/3 de seconde respectivement. La tâche des sujets était de prédire (anticiper) la direction du tir au moment de l'arrêt de la séquence filmée. Les résultats ont révélé que la précision de la performance augmentait avec la disponibilité des indices visuels qui précédaient le tir.

De plus, le tir du poignet semblait fournir davantage d'indices que le tir frappé.

Selon les deux études précédentes, il semble que certains indices visuels, précédant le départ de l'objet, sont utilisés afin de faciliter la performance du sujet. Si tel est le cas, cette prise d'information permettrait au sujet d'abaisser son temps de réaction par rapport au moment de départ de l'engin.

En complémentarité à ces études, quelques travaux furent complétés sur le temps de réaction et le temps de mouvement du gardien de but alors qu'il devait répondre le plus rapidement possible à différentes stimulations visuelles. Drouin et Larivière (1974) voulaient obtenir des données sur le temps de réaction et le temps de mouvement du gardien de but sur la glace. Sept sujets dont la moyenne d'âge était de 15.3 ans ont participé à l'étude. Le relâchement d'un micro-commutateur, fixé à chaque segment du gardien de but, permettait la mesure du temps de réaction alors que le temps de mouvement était obtenu à l'aide d'un système de cellules photo-électriques. Le sujet devait répondre le plus rapidement possible à l'apparition d'un signal lumineux simple. La valeur moyenne des temps de réaction obtenus était de 0.268 sec. La conclusion des auteurs était que tous les tirs précis dans les coins du but, exception faite du côté de la main libre, ont de très fortes chances d'atteindre la cible s'ils sont effectués à une distance inférieure à 18.3 m et si leur vitesse est supérieure à 80 km à l'heure. Le temps total de réponse du gardien de but, obtenu par l'addition du temps de réaction et du temps de mouvement, serait trop lent pour permettre au gardien de but d'effectuer l'arrêt.

Il est à noter que les résultats de cette étude ont été obtenus dans une condition de temps de réaction simple. Toutefois, la tâche réelle du gardien de but, lors d'un tir, correspond davantage à une tâche de temps de réaction au choix. En effet, le tir peut être dirigé à différents endroits sur le but, augmentant ainsi le nombre de possibilités de réponses.

Une étude subséquente de Drouin et Salmela (1975) avait pour but d'obtenir des données sur le temps de réaction du gardien de but au hockey sur glace. Douze sujets participèrent à cette étude comme gardiens de but. Les temps de réaction pour chaque main du gardien ont été obtenus lorsque la main relâchait un micro-commutateur fixé en haut du genou. La stimulation était produite par l'allumage d'une lumière parmi un, deux ou quatre choix de lumières. Les résultats ont laissé voir un effet significatif du facteur choix de lumières. Le temps de réaction des gardiens de but augmentait en fonction du nombre de lumières susceptibles d'être utilisées. D'après les auteurs, les résultats obtenus sous ces conditions indiquent qu'aucun gardien de but ne parviendrait à bloquer de la main une rondelle ayant une vitesse de 120 km à l'heure sur une distance de 7.6 m. Même en considérant le temps de réaction moyen le plus rapide (301 ms), la rondelle franchirait la ligne de but en moins de 227 ms.

Lors d'une autre étude sur le temps de réponse du gardien de but au hockey sur glace, Sinclair et Moyls (1979) ont analysé les temps de réaction et de mouvement de 12 gardiens de but appartenant à 5 catégories de jeu différentes (pee wee et universitaire). La tâche du

gardien de but consistait à répondre le plus rapidement possible à une stimulation lumineuse simple ou à quatre choix. Les résultats ont laissé voir des temps de réaction moyens de 324 ms pour la main droite, 376 ms pour la main gauche, 426 ms pour la jambe droite et 294 ms pour la jambe gauche, pour une condition de lumières au choix chez des sujets de niveau universitaire.

Bard et Fleury (1980) ont effectué une étude leur permettant de mesurer le temps de réaction du gardien de but à différents types de tirs, lorsque le sujet était protégé par un écran de plexiglas. Quatre gardiens de but de catégories junior et universitaire ont participé à l'étude. La tâche du gardien de but consistait à relâcher de sa main un micro-commutateur lors du lancer, comme s'il avait à bloquer le tir. Des temps moyens de 165 ms en réaction à des tirs frappés et de 204 ms en réaction à des tirs balayés furent enregistrés.

Les temps de réaction obtenus lors de cette dernière étude sont plus courts que ceux rapportés par les études précédentes traitant du temps de réaction du gardien de but. En rapprochant la situation expérimentale de son milieu réel (Bard & Fleury, 1980), il semble que le gardien de but utilise certains indices précédant le départ de la rondelle, lui permettant ainsi d'abaisser son temps de réaction et d'arrêter la rondelle.

Ces études sur le temps de réaction du gardien de but au hockey sur glace fournissent de l'information quant à la possibilité pour le gardien de but d'utiliser certains indices précédant le tir pour anticiper. Toutefois, l'étude systématique d'un tel comportement n'a pas encore été réalisée.

Temps accordé pour répondre et anticipation

Au hockey sur glace, les tirs sont effectués à des distances variables du but. Ainsi, le gardien de but doit faire face à des différentes situations de stress temporel. Lorsque les tirs sont décochés à de courtes distances, le temps accordé au gardien de but pour répondre est diminué. Il se peut que ce dernier facteur influence directement la réaction du gardien de but. Cette section présente les principales études recensées en rapport avec le temps accordé pour répondre et l'anticipation.

Quelques auteurs ont analysé la réaction du sujet dans des conditions lui demandant de produire une réponse dans un délai très court. En laboratoire, certaines études (Grice, Nullmeyer & Spiker, 1977; Hale, 1969; Link, 1971; Ollman, 1966; Pachella & Pew, 1969; Proteau, Note 2; Yellott, 1971) ont laissé voir un abaissement du temps de réaction au choix lorsque le temps accordé au sujet pour répondre était diminué. De plus, Proteau (Note 2) a constaté que si le temps accordé n'était pas suffisamment réduit, le temps de réaction au choix demeurait le même. En contre-partie, ces mêmes auteurs remarquèrent une augmentation des erreurs de réponse lorsque le temps de réaction au choix diminuait. Toutefois, ces études en laboratoire, sur le temps accordé pour répondre et l'anticipation, comportaient des tâches très différentes de celles rencontrées en situation sportive.

Les résultats de l'étude de Bard (1974) permettait d'observer un abaissement du temps de réaction lorsque la durée d'exposition du stimulus était diminuée. La prédiction verbale du point de chute d'une balle projetée dans l'espace était plus rapide lorsque le temps

d'exposition était très court (2 sec versus .4 et .8 sec). Ces résultats sont en accord avec les résultats des études en laboratoire. Il existe cependant très peu d'évidence quant à l'effet de la variation du temps accordé sur la réaction du sujet en situation sportive. La présente étude a pour but, entre autres, de vérifier cet effet.

Remarques

Certains points peuvent être considérés à l'égard des différentes études mentionnées précédemment. Pour les études sur la prédiction de trajectoires, il faut se demander si la réponse verbale fournie par le sujet pour prédire la trajectoire d'un objet peut être comparée à une réponse motrice. Il se peut que le risque d'erreurs et les conséquences de la réponse verbale soient différents de ceux reliés à la réponse motrice. En outre, sauf pour l'étude de Salmela et Fiorito (1979), la mesure du degré de confiance de la réponse verbale n'est pas considérée. Il est possible que certaines réponses aient été fournies alors que le sujet n'avait aucune idée de la localisation future de l'objet. De plus, certaines études (Jones, 1974; Salmela & Fiorito, 1979) permettaient un long délai au sujet pour faire sa prédiction. Ces délais s'avèrent très différents de ceux observés en situation réelle. En dernier lieu, dans l'étude de Salmela et Fiorito (1979), la même séquence de film était répétée pour chaque type de tir. Cette répétition a pu être détectée par les sujets et ainsi leur procurer des informations supplémentaires susceptibles d'affecter leur performance.

Pour les études sur le temps de réaction du gardien de but sur la glace, différents points sont à mentionner. Lors de ces études, les temps de réaction obtenus semblent fonction de la méthode employée par les différents auteurs. En effet, lorsque des lumières étaient utilisées comme stimuli, le gardien de but avait très peu de possibilités d'anticipation. Par contre, lorsque le gardien devait répondre à un tir (étude de Bard et Fleury, 1980), son temps de réaction était plus court. De plus, dans l'étude de Bard et Fleury (1980), le sujet pouvait réagir sans se préoccuper de la qualité de sa réponse motrice étant donné qu'il se trouvait derrière un écran de plexiglas.

D'autres facteurs ont pu contribuer à l'obtention de résultats différents lors de ces études sur le temps de réaction. L'équipement utilisé afin de détecter le début du mouvement du gardien de but était différent. D'une part, Sinclair et Moyls (1979) ont utilisé l'accéléromètre alors que les autres auteurs ont utilisé le micro-commutateur. De plus, le nombre limité de sujets et d'essais par membre sont des limites importantes pour l'étude de Sinclair et Moyls (1979). Finalement, dans l'étude de Bard et Fleury (1980), l'équipement des gardiens ne comportait que les patins de gardien de but. Ce facteur peut avoir contribué à l'abaissement du temps de réaction (Drouin & Larivière, 1974).

Résumé

Suite à ces études effectuées dans le domaine de l'anticipation en situation sportive, différentes conclusions sont avancées. Sur des tâches de prédiction ou d'interception d'un objet en déplacement:

1. la performance s'améliore avec l'augmentation de la durée d'exposition du stimulus lorsque certains indices sont disponibles à travers la trajectoire de l'objet;
2. un abaissement du temps disponible pour juger de la trajectoire d'un engin, c'est-à-dire lorsque la vitesse de l'objet augmente ou bien que la distance parcourue par celui-ci diminue, entraîne une diminution du temps de réaction et une augmentation des erreurs de réponse du sujet;
3. le joueur défensif en situation rapide de jeu utilise certains indices précédant l'attaque de son opposant, lui permettant ainsi de réagir plus rapidement;
4. le joueur expert utilise davantage ces derniers indices favorisant son anticipation;
5. plus spécifiquement, le gardien de but au hockey sur glace semble utiliser certains indices précédant le départ de la rondelle, ceci dans le but d'anticiper la trajectoire de la rondelle.

Il apparaît toutefois que les connaissances sont fragmentaires au sujet de l'utilisation d'indices visuels et du temps accordé pour le gardien de but au hockey sur glace.

CHAPITRE III

Méthodologie

Sujets

Les huit sujets qui ont participé à cette étude étaient des gardiens de but droitiers, membres d'une équipe de compétition de catégorie junior ou universitaire. Les sujets ont été rémunérés au taux de \$6.00 par heure d'expérimentation.

Appareillage

Table de contrôle. Le contrôle des appareils utilisés lors de cette étude ainsi que l'enregistrement des résultats étaient faits à partir d'une table de contrôle située à 11 m à l'avant et à la droite du but. Sur cette table se trouvaient un clavier numérique rattaché à un afficheur numérique, les deux de marque Industrial Electronic; un appareil d'ajustement de la sensibilité des cellules photo-électriques développé au laboratoire du Département des sciences de l'activité physique; cinq chronomètres digitaux (Lafayette, modèle 54519-A) et un chronomètre d'intervalle à huit canaux (Lafayette, modèle 52020).

Situations expérimentales. L'afficheur numérique servait à indiquer la cible au joueur qui effectuait le tir, et ce, à l'insu du gardien de but. Les chiffres 1, 2, 3 et 4 correspondaient respectivement au coin supérieur droit du but (main libre), au coin supérieur gauche du but (main du bâton), au coin inférieur droit du but (jambe libre),

et au coin inférieur gauche du but (jambe du côté du bâton).

Un système de cellules photo-électriques fut mis au point afin de détecter le début de l'élan arrière du tireur ainsi que le moment du départ de la rondelle lors du tir. Ce système était monté sur un panneau de bois posé sur la glace. Le panneau en forme de U, avec l'ouverture vers le gardien, mesurait 82 cm de longueur par 76 cm de largeur. L'espace disponible pour effectuer le tir était de 46 cm de largeur par 59 cm de longueur. Sur le panneau de bois, deux sources de lumière concentrée étaient installées parallèlement à une distance de 12.5 cm l'une de l'autre. La première lumière était située à 15 cm des côtés du panneau. Chacune des sources de lumière était alignée sur une cellule photo-électrique fixée sur l'autre côté du panneau.

Dès le début de l'exécution du tir, le passage de la palette du bâton devant la première cellule photo-électrique actionnait les cinq chronomètres situés sur la table de contrôle. Lors du passage de la rondelle devant la seconde cellule photo-électrique, un des cinq chronomètres était arrêté; le moment de départ de la rondelle était ainsi obtenu (voir la figure 1). Les quatre autres chronomètres étaient arrêtés par le déplacement des membres du gardien de but. L'un d'eux s'arrêtait lorsque ce dernier bougeait le bras gauche, un autre lorsque le bras droit était déplacé. Les deux autres chronomètres étaient respectivement arrêtés par le déplacement de la jambe gauche et de la jambe droite.

L'initiation des mouvements de réponse du gardien de but était détectée par des appareils, appelés détecteurs de mouvement, développés à cette fin à l'Université du Québec à Trois-Rivières. Pour les tirs au but, le temps de réaction mesuré correspondait au délai entre le

départ de la rondelle et l'initiation de la réponse motrice du gardien avec le membre approprié. Le schéma du détecteur de mouvement, la description de ses composantes ainsi que les différentes procédures ayant servi à déterminer sa validité et sa fidélité sont joints en annexe II.

Les appareils de détection de mouvement (DM) étaient placés à l'intérieur d'un étui de cuir retenu à l'équipement du gardien par des courroies Velcro. A la main libre, le DM était attaché à l'arrière de la mitaine, à 7 cm de sa partie supérieure. Pour la main du bâton, le DM était fixé à l'arrière du gant, à 9 cm de sa partie supérieure droite. Finalement, pour les jambes, les DM étaient placés sur l'extérieur du patin à 7 cm de l'arrière de la bottine.

Afin de minimiser l'usage d'indices visuels lors des tirs par le gardien de but, un écran fut placé en avant du tireur. L'écran, formé par une toile blanche de 2.2 m de longueur par 1.4 m de hauteur, était suspendu à un support fixe de mêmes dimensions. La toile, dont la base atteignait la surface glacée, possédait une ouverture de 20 cm de longueur par 10 cm de hauteur afin de permettre le passage de la rondelle lors des tirs. Afin de ne pas nuire au tireur dans son convoyage, la toile était coupée en bandes verticales de 10 cm de largeur jusqu'à une hauteur de 1.1 m; ceci laissait passer librement le bâton du tireur dans la phase d'accompagnement du tir.

Situation de contrôle. Une situation de contrôle fut ajoutée aux diverses situations expérimentales de l'étude. Celle-ci permettait: (a) de connaître le temps de réaction des gardiens de but à une stimulation lumineuse: situation pour laquelle aucun indice visuel ne

pouvait permettre au gardien de but d'anticiper sa réponse et (b) de comparer les résultats obtenus dans cette étude avec ceux de quelques études antérieures où le temps de réaction des gardiens de but fut obtenu en utilisant une telle méthodologie.

Pour cette condition, une lumière (40 W) de couleur jaune était fixée sur un bloc de bois de 30 cm de côté. Cette lumière, servant à annoncer la phase préparatoire d'un essai, était située à 60 cm à la droite d'un panneau de bois placé à 7.6 m du but. Le panneau était de couleur noire et d'une grandeur de 92 par 72 cm. Il possédait quatre lumières blanches (40 W), localisées aux quatre coins du panneau, à 8 cm des bords. Ces lumières étaient utilisées comme stimuli.

Pour cette situation expérimentale, le temps de réaction était le délai s'écoulant entre la présentation d'un signal lumineux sur le panneau et l'initiation de la réponse motrice appairée au stimulus.

Temps accordé aux gardiens de but. Dans le but de connaître le temps accordé aux gardiens de but pour répondre aux tirs des joueurs dans les différentes situations expérimentales, le montage suivant fut réalisé: un panneau de bois d'une grandeur de 1.2 m par 1.8 m fut fixé au but, à l'avant de celui-ci. Une cible de 36 cm carré était tracée aux quatre coins du panneau. Un microphone de marque Sony (modèle F25) était fixé à l'arrière du panneau dans sa partie centrale. Le microphone était relié à un chronomètre digital placé sur la table de contrôle. Le départ de la rondelle, lors du tir, était détecté par une cellule photo-électrique qui activait un chronomètre. L'arrivée de la rondelle sur le panneau était décelée par le microphone lequel arrêtait le chronomètre. L'intervalle de temps entre le départ et

l'arrivée de la rondelle permettait d'évaluer le temps qui était accordé aux gardiens de but pour bloquer la rondelle lors des diverses situations de tirs au but.

Procédures

Situations expérimentales et de contrôle. Les indices visuels et le temps accordé aux gardiens de but pour arrêter une rondelle lancée avec un tir frappé poignet furent manipulés à l'intérieur de cette étude. Le schéma expérimental comprend un facteur à trois niveaux pour les indices visuels et un facteur à deux niveaux pour le temps accordé.

Les trois niveaux d'indices visuels correspondaient: (a) au tir frappé poignet non voilé, (b) au tir frappé poignet voilé et (c) à la présentation d'une lumière comme stimulus. Un écran servait à voiler le tir frappé poignet. Pour sa part, la lumière fut présentée au moyen d'un panneau de quatre lumières. Ces diverses situations expérimentales sont illustrées aux Figures 1, 2 et 3.

Les deux niveaux de temps accordé coïncidaient avec deux distances de tir au but appelées proche et loin. Les temps accordés moyens, qui correspondaient à ces distances, étaient respectivement de 332 et 532 ms. Les écarts-types correspondant aux temps accordés moyens étaient respectivement de 13.51 et de 17.53.

Compte tenu de la vitesse de transmission de la lumière et des distances de tir, la présentation d'une lumière comme stimulus à une seule distance du but fut jugée suffisante. Par conséquent, le schéma de base comprend deux facteurs (3×2) avec une donnée manquante.



Figure 1. Illustration de la situation de tir non voilé.

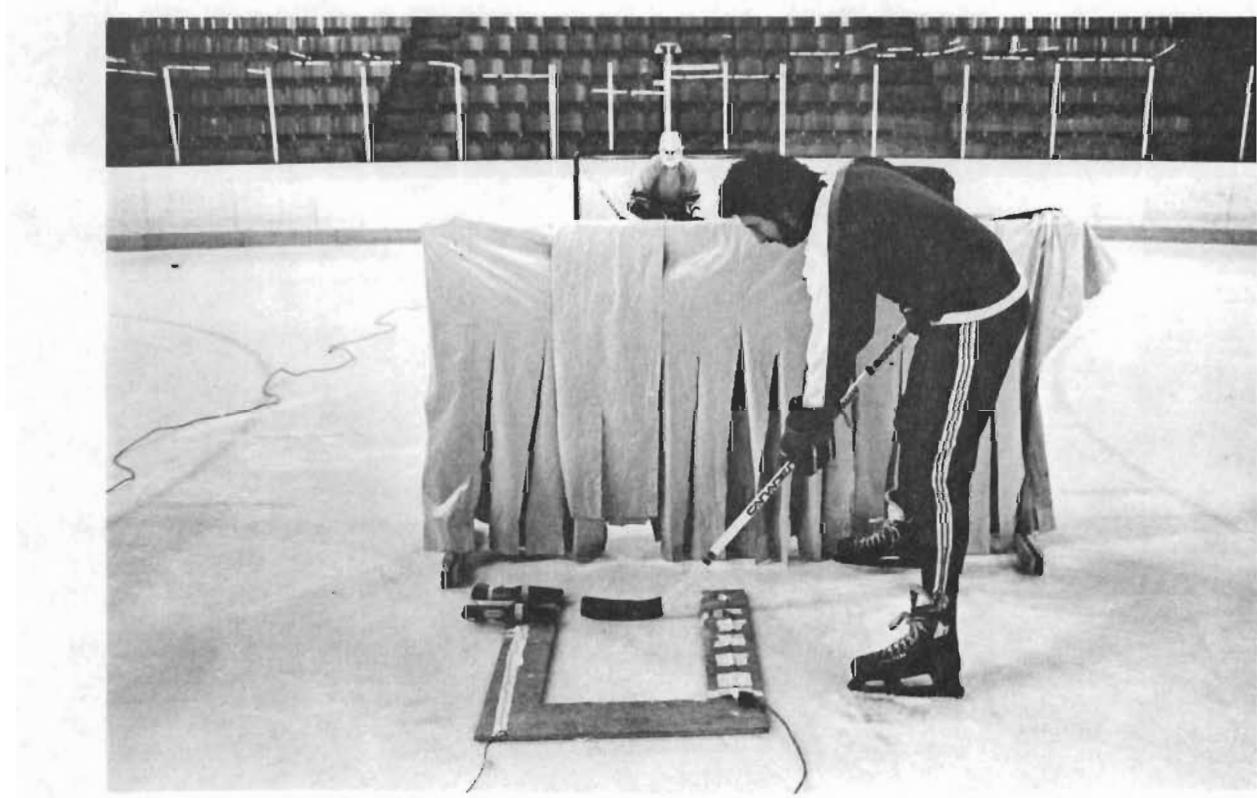


Figure 2. Illustration de la situation de tir voilé.

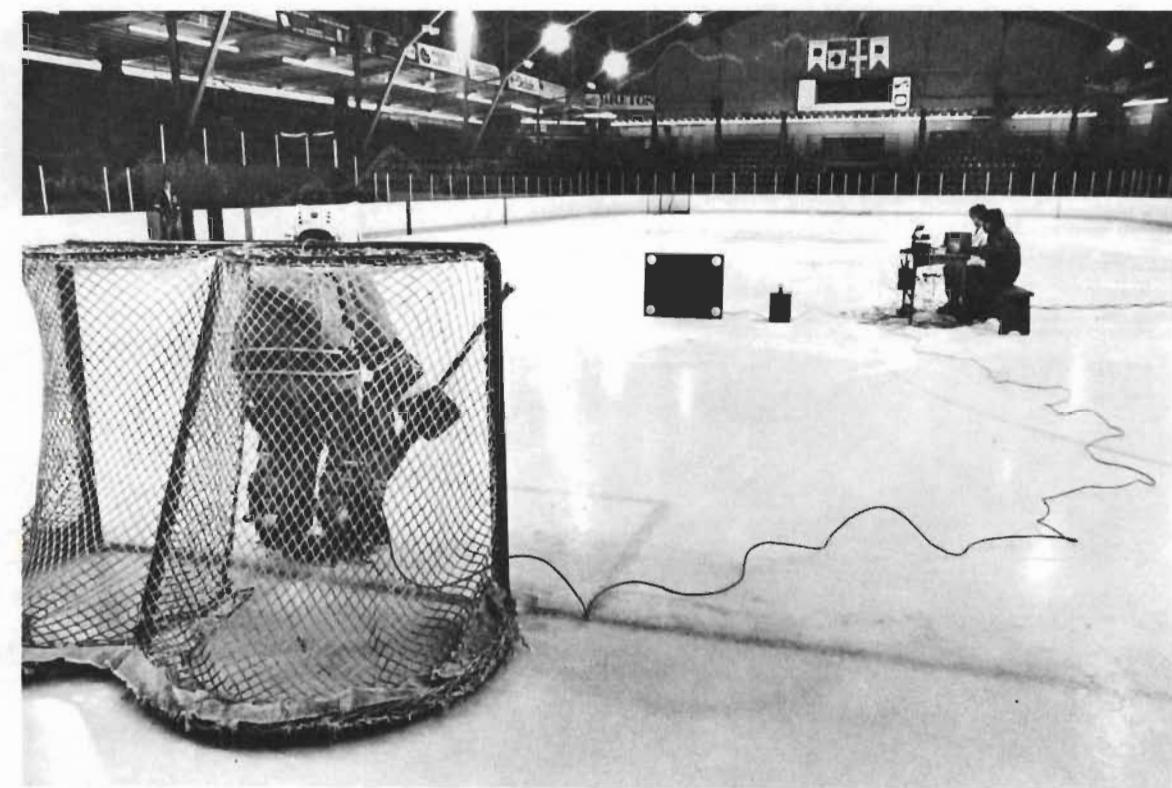


Figure 3. Illustration de la situation de lumières.

Déroulement des séances expérimentales. Chaque gardien de but était soumis à trois séances d'expérimentation réparties sur trois journées différentes. La durée approximative de chacune des séances était de trois heures et demie. Deux gardiens de but ainsi que deux tireurs prenaient alternativement part à chaque séance d'expérimentation. Tous les joueurs ont effectué des tirs contre tous les gardiens de but.

Chaque séance débutait par le revêtement de l'équipement du gardien de but et l'installation des détecteurs de mouvement aux bras et aux patins. L'habillement était suivi d'une période d'échauffement général et spécifique à l'étude. Cinq essais de pratique précédait chaque série de 20 tirs au but. Après 20 essais, le tireur était remplacé par un autre. Une fois 40 essais terminés, une période de repos de 5 minutes était accordée au gardien de but. Ensuite, une nouvelle situation expérimentale était présentée. A la fin de cette deuxième situation, un changement de gardien était effectué. Pendant qu'un gardien de but subissait un traitement, le second gardien de but attendait dans un vestiaire attenant à la patinoire.

Les trois niveaux d'indices visuels étaient administrés de façon à ce que le sujet ne puisse répéter la même condition expérimentale deux fois consécutives. Ainsi, les différentes situations expérimentales, pour un gardien de but, se déroulaient dans l'ordre suivant: (a) la situation de lumières, la situation de tirs voilés loin et la situation de tirs non voilés proches pour la première séance; (b) la situation de lumières, la situation de tirs voilés proches et la situation de tirs non voilés loin, pour la deuxième séance; (c) la

situation de tirs voilés loin, la situation de tirs non voilés proches, la situation de tirs voilés proches et la situation de tirs non voilés loin, pour la dernière séance.

Chacune des situations expérimentales comptait 80 essais, divisés en deux séries de 40 essais. Pour les tirs au but, chaque série comportait deux blocs de 20 essais effectués par deux tireurs différents. Parmi ces 20 tirs, 5 étaient dirigés à chaque membre du gardien de but en suivant un ordre aléatoire. Quant à la situation de contrôle, comprenant la présentation de lumières, le gardien de but faisait face à 40 essais consécutifs. L'allumage des lumières était également contrôlé sur une base aléatoire.

La fréquence des tirs était de trois à la minute. Lors d'un essai manqué, le tireur reprenait son tir à la fin de la série de 20 essais. Les essais repris étaient ceux dont le tir se dirigeait directement sur le gardien de but ou suffisamment loin à côté du but, de sorte que le gardien de but ne réagissait pas au tir tel qu'attendu.

Chacun des essais se déroulait dans l'ordre suivant. A un premier signal verbal ("O.K.") donné par l'expérimentateur, le gardien de but prenait sa position de base, les deux patins en avant de la ligne de but et au centre de celui-ci, pour se concentrer sur la rondelle. En réponse au même signal, le tireur se plaçait de façon à pouvoir exécuter son tir. Un second signal verbal ("O.K.") était donné par l'expérimentateur, environ 3 secondes après le premier signal. Ce signal indiquait au tireur de décocher son tir. La tâche du gardien de but était d'arrêter la rondelle dirigée dans sa direction.

Pour la condition de contrôle, comprenant la présentation de lumières, le gardien de but était informé de la réponse à produire par l'allumage du stimulus. La présentation du stimulus était précédée d'un signal d'avertissement ("O.K.") lequel était suivi, 3 secondes après, par l'allumage d'une lumière jaune représentant le début de la phase préparatoire. Le stimulus était présenté selon un ordre aléatoire à .4, .5 ou .6 secondes après l'allumage de la lumière jaune. Les durées de cette phase préparatoire représentaient les temps moyens d'exécution de l'élan arrière des joueurs lors d'un tir frappé poignet. Les données relatives aux temps d'exécution de l'élan arrière des tirs ont été obtenues lors d'un projet préliminaire à cette étude.

Pour la mesure du temps accordé au gardien de but lors des tirs à 7.6 et 13.7 m du but, une séance supplémentaire fut réalisée. Tous les tireurs furent invités à cette séance. Chaque joueur effectuait les tirs en reprenant les situations expérimentales. Cette condition comportait 80 essais répartis en 4 séries de 20 essais. Le joueur effectuait 20 tirs au but avant d'être remplacé par un autre joueur. Après que tous les joueurs eurent complété la même situation, une autre situation leur était présentée. Un seul gardien de but participa à cette séance. Cette fois-ci, le gardien de but n'avait plus à arrêter le tir. Un repos de 10 minutes lui était accordé une fois que chaque situation de tir était complétée par tous les joueurs.

Instructions données aux sujets. Avant de débuter une séance d'expérimentation, le gardien de but et les tireurs recevaient des instructions verbales par l'expérimentateur. Le gardien de but était informé qu'il devait prendre sa position de base au premier signal de

l'expérimentateur. Ensuite, pendant la phase préparatoire (après le deuxième signal), le gardien de but devait éviter de bouger jusqu'à la présentation du stimulus, ceci afin d'empêcher le déclenchement des détecteurs de mouvement. Pour les tirs au but, le gardien de but avait à bloquer la rondelle en utilisant le membre approprié. Pour les lumières, le sujet devait réagir le plus rapidement possible à l'allumage d'une lumière, comme s'il avait à bloquer un tir.

La première directive donnée aux tireurs était de placer la lame du bâton en arrière de la rondelle et de la maintenir immobile, suite au premier signal de l'expérimentateur, de façon à ne pas couper les faisceaux lumineux du système de cellules photo-électriques. Au deuxième signal, le joueur effectuait son tir lorsqu'il était prêt à le faire, et ce, à l'endroit demandé par l'expérimentateur. Le tireur devait mettre l'emphase sur la précision tout en conservant une vitesse élevée dans son tir. Finalement, l'expérimentateur indiquait au joueur d'éviter, avant un tir, de fixer longuement des yeux l'endroit visé afin de minimiser les indices au gardien de but.

Analyse des résultats

Le temps de réaction en millisecondes constitue l'unité de mesure principale dans cette étude. Pour les besoins de cette étude, seul le temps de réaction du membre qui devait bloquer le tir a été analysé. Il était obtenu par la différence entre la valeur apparaissant sur le chronomètre identifié au membre et la valeur présente sur le chronomètre associé au départ de la rondelle.

En complément, le nombre de buts comptés (l'inverse du nombre d'arrêts et du nombre de tirs à côté du but) a été retenu pour chacune des situations expérimentales.

La première variable dépendante était la médiane des temps de réaction de chaque bloc de cinq essais réalisés à chacun des membres du gardien de but. La seconde variable dépendante était le nombre de buts comptés à chaque bloc de 20 essais pour chacun des membres du gardien de but dans les différentes situations expérimentales.

Pour chacune des variables dépendantes, une analyse de la variance avec mesures répétées fut d'abord effectuée pour connaître, en priorité, les valeurs des termes d'erreur nécessaires aux analyses suivantes: (a) les analyses des effets d'interaction et des effets principaux des facteurs indices visuels et distances (temps accordé), (b) les analyses des effets principaux des facteurs membres inférieurs et supérieurs, côtés gauche et droit du gardien de but.

CHAPITRE IV

Résultats et discussion

Résultats

Les résultats moyens du temps de réaction au choix des différents membres du gardien de but, sous les différentes situations expérimentales, sont présentés au Tableau 1. La Figure 4 illustre les résultats en ce qui a trait à l'hypothèse d'interaction entre les indices visuels et le temps accordé pour répondre. Cette hypothèse fut vérifiée par une analyse de variance à deux dimensions, avec mesures répétées sur les deux facteurs. Aucune interaction significative n'a été trouvée, $F(1,28) = .01$, $p > .05$. Pour les effets principaux des indices visuels et du temps accordé, un effet significatif a été obtenu pour chacun des facteurs, dans l'ordre: $F(1,28) = 11.25$, $p < .05$; $F(1,28) = 147.41$, $p < .05$. Le temps de réaction du gardien de but était plus long dans la situation de tirs voilés lorsqu'il était comparé à la situation de tirs non voilés. Par ailleurs, le temps de réaction du gardien de but était plus court lorsque les tirs étaient effectués à une distance de 7.6 m en comparaison à des tirs exécutés à 13.7 m, ce qui correspondait à des temps accordés de 332 et 532 ms respectivement.

Les résultats du temps de réaction aux différents membres du gardien de but sont illustrés à la Figure 5. Ces résultats furent soumis à une analyse de variance à deux dimensions, avec mesures

Tableau 1

Moyennes des temps de réaction aux différents membres
 des gardiens de but en fonction
 des situations expérimentales

Situations	Membres			
	Main gauche	Main droite	Jambe gauche	Jambe droite
Lumières	309.94	319.19	347.66	357.50
Avec écran proche	172.22	176.44	152.88	178.47
Avec écran loin	237.59	255.19	265.47	289.34
Sans écran proche	144.66	145.94	129.41	162.13
Sans écran loin	220.66	217.03	229.75	276.44

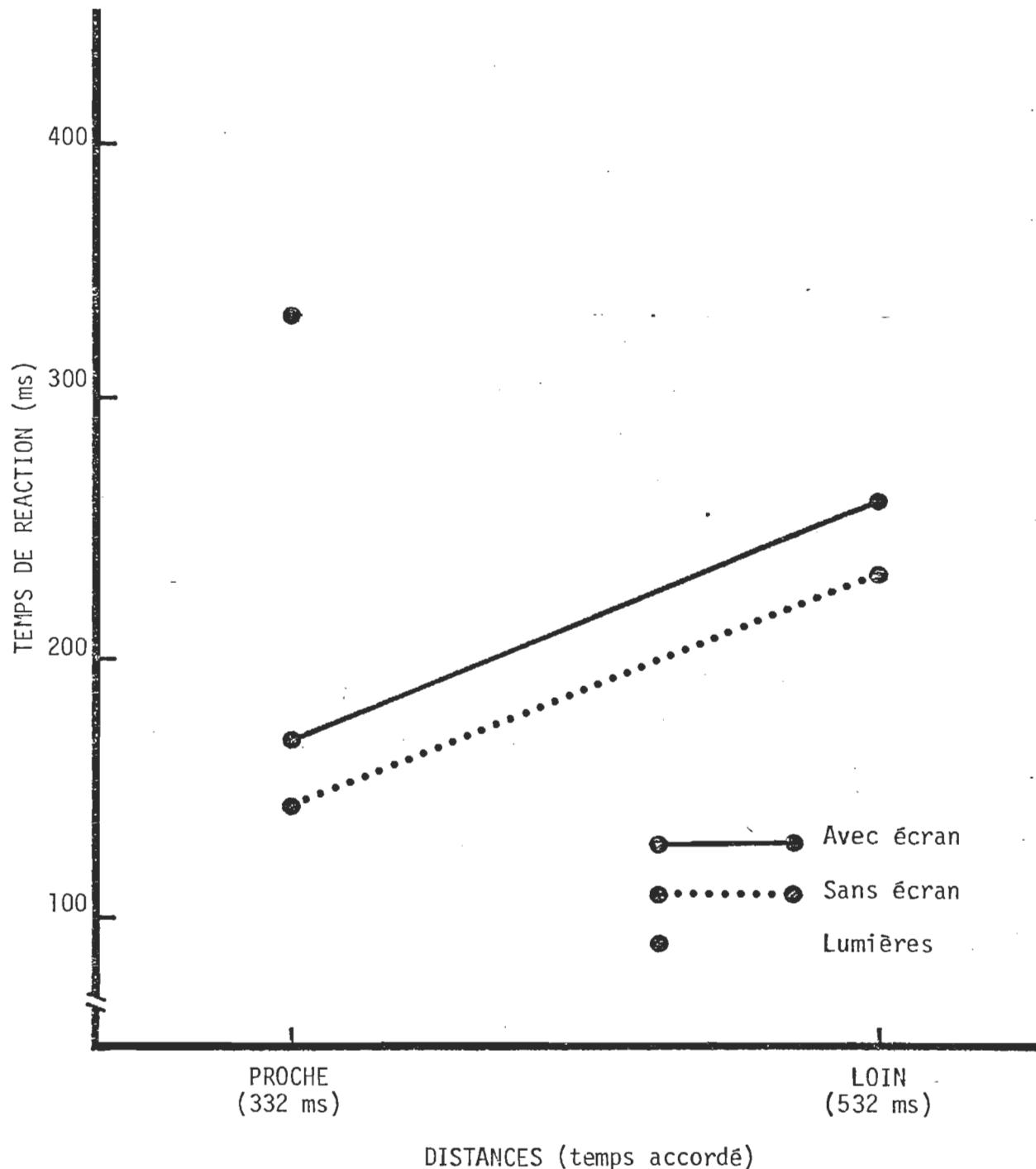


Figure 4. Temps de réaction au choix des gardiens de but pour chacun des indices visuels et chacune des distances (temps accordés) des tirs frappés poignet.

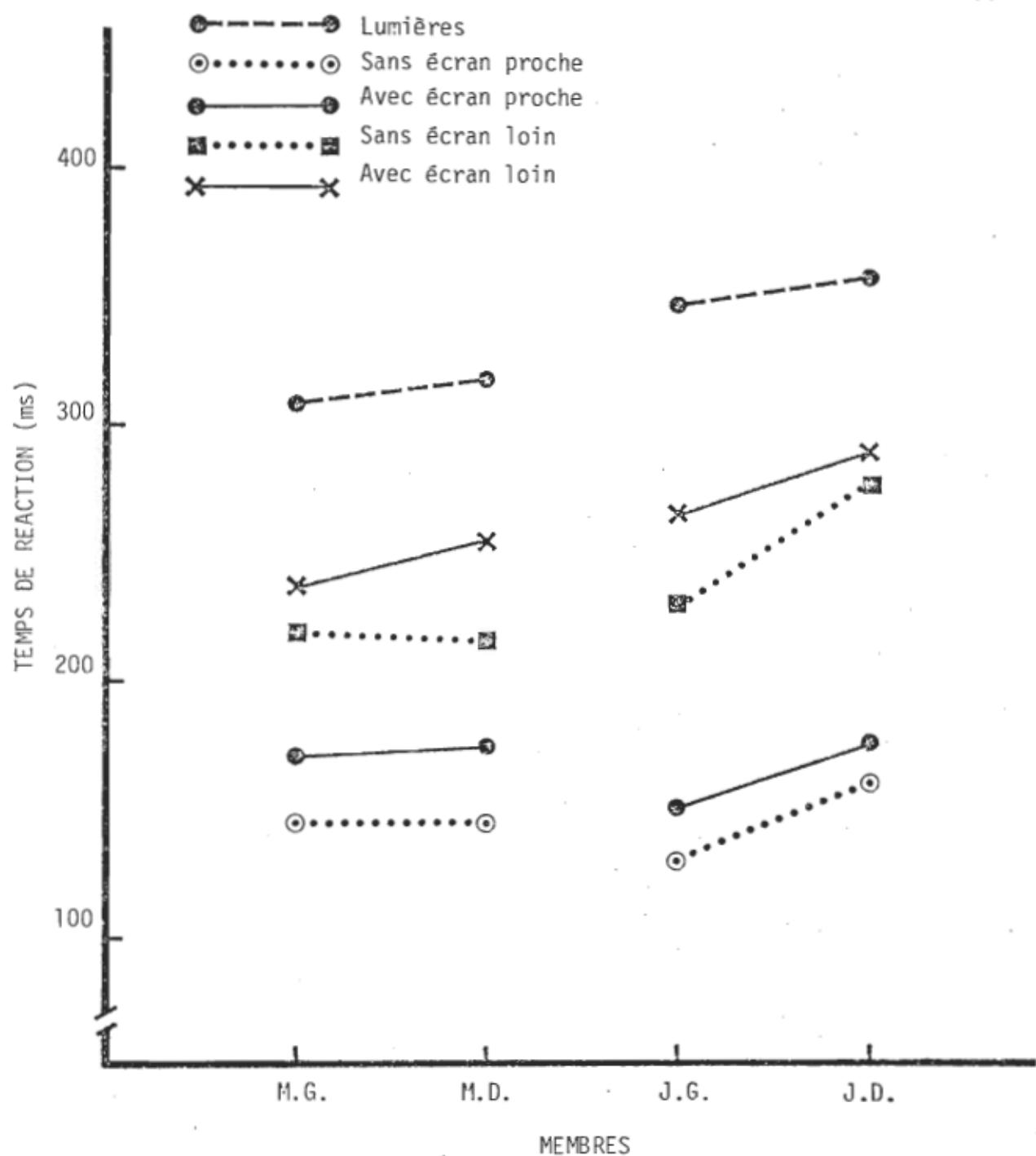


Figure 5. Temps de réaction au choix pour chacune des situations aux différents membres: main gauche (M.G.), main droite (M.D.), jambe gauche (J.G.), et jambe droite (J.D.).

répétées sur les deux facteurs d'intérêt, soit: les membres du gardien de but (membres inférieurs et membres supérieurs), et le côté du membre (membres du côté gauche et membres du côté droit). L'analyse statistique n'a pas mis en évidence d'interaction significative, $F(1,21) = 2.13$, $p > .05$, mais a laissé voir une différence significative entre les membres inférieurs et supérieurs, $F(1,21) = 6.37$, $p < .05$, de même qu'entre les côtés gauche et droit, $F(1,21) = 4.93$, $p < .05$. Les membres supérieurs (main gauche et main droite) étaient plus rapides que les membres inférieurs (jambe gauche et jambe droite). De plus, les membres du côté gauche étaient plus rapides que les membres du côté droit (côté du bâton). Aucun effet significatif n'a été trouvé au niveau des tireurs, $F(3,21) = 2.57$, $p > .05$, ce qui révèle que le temps de réaction du gardien de but n'a pas été affecté par le changement de tireur. De plus, une différence significative fut obtenue entre les conditions de tirs et la condition de lumières, le temps de réaction étant plus court dans les conditions de tirs, $F(4,28) = 99.82$, $p < .05$.

Pour la seconde variable dépendante, le Tableau 2 présente le nombre moyen des buts comptés aux différents membres du gardien de but sous les différentes situations de tirs. L'analyse de variance à deux dimensions, avec mesures répétées sur les facteurs indices visuels et temps accordé pour répondre, a laissé voir les résultats suivants: (a) aucune interaction significative entre les indices visuels et le temps accordé pour répondre, $F(1,21) = .03$, $p > .05$; (b) aucun effet significatif des indices visuels, $F(1,21) = .15$, $p > .05$; et (c) un effet significatif du temps accordé dénotant qu'un

Tableau 2

Moyennes des buts comptés aux différents membres
 des gardiens de but en fonction
 des situations de tirs

Situations	Membres			
	Main gauche	Main droite	Jambe gauche	Jambe droite
Avec écran proche	7.50	7.50	10.75	9.75
Avec écran loin	0.75	0.63	2.00	1.38
Sans écran proche	8.38	7.00	10.88	9.75
Sans écran loin	0.88	1.13	2.13	1.88

plus grand nombre de buts étaient marqués dans les situations de tirs proches que dans les situations de tirs loin, $F(1,21) = 186.24$, $p < .05$.

La Figure 6 illustre le nombre de buts marqués en fonction des membres du gardien de but dans les différentes situations de tir.

Ces résultats furent également soumis à une analyse de variance à deux dimensions, avec mesures répétées sur les facteurs suivants: les membres du gardien de but (membres inférieurs et membres supérieurs), et les côtés du membre (membres du côté gauche et du côté droit).

Il n'y a pas eu d'interaction significative entre ces deux facteurs, $F(1,21) = .39$, $p > .05$. Cependant, l'analyse des résultats a mis en évidence un effet significatif des membres, $F(1,21) = 27.75$, $p < .05$. Un plus grand nombre de buts a été marqué au niveau des membres inférieurs (jambe gauche et jambe droite) qu'au niveau des membres supérieurs (main gauche et main droite) du gardien de but, $F(1,21) = 27.75$, $p < .05$. Finalement, aucune différence significative n'a été relevée lorsque les membres du côté gauche furent comparés aux membres du côté droit pour le nombre de buts comptés, $F(1,21) = 2.30$, $p > .05$.

Discussion

Le but premier de cette étude était de vérifier s'il y avait des effets d'interaction et des effets principaux pour les indices visuels d'un tir frappé poignet et le temps accordé au gardien de but pour répondre au tir. En plus, les résultats furent analysés en regard des différents membres du gardien de but. Des tirs frappés poignet étaient exécutés par un joueur à deux distances du but dans des conditions de tirs non voilés ou voilés par un écran. Les deux variables dépendantes

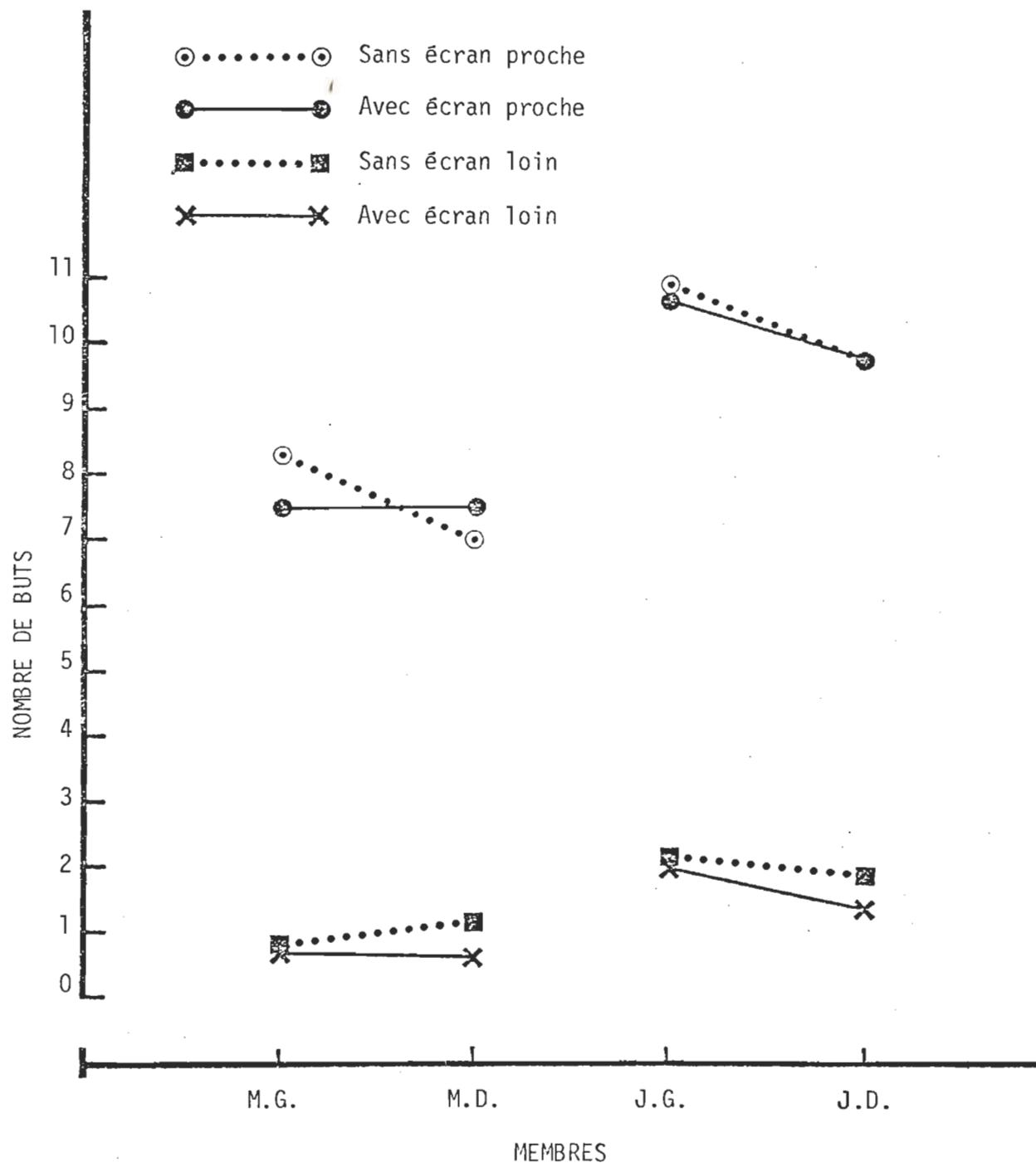


Figure 6. Nombre de buts comptés pour chacune des situations de tirs aux différents membres: main gauche (M.G.), main droite (M.D.), jambe gauche (J.G.) et jambe droite (J.D.).

considérées étaient le temps de réaction du gardien de but ainsi que le nombre de buts comptés lors des tirs.

Les résultats sont d'abord discutés en fonction du temps de réaction du gardien de but. Dans la seconde partie, les résultats sont discutés en fonction du nombre de buts marqués tout en étant intégrés à ces derniers résultats sur le temps de réaction.

Interaction entre les indices visuels et le temps accordé. Les résultats de cette étude ont révélé qu'il n'y avait pas d'interaction, en terme de temps de réaction, entre les indices visuels d'un tir frappé poignet et le temps accordé au gardien de but pour répondre. Ce résultat est contraire à l'hypothèse de l'étude à l'effet que le gardien de but réagit différemment aux indices visuels d'un tir frappé poignet pour différents temps accordés pour répondre. Aucune des études recensées ne traitait de cette interaction, ce qui limite la discussion à ce sujet. Il est toutefois possible que sans écran, un temps accordé plus court que 332 ms eut provoqué une interaction.

Effets des indices visuels sur le temps de réaction. Un effet significatif des indices visuels sur le temps de réaction du gardien de but fut trouvé à travers les différentes situations expérimentales. Le temps de réaction était plus court dans les situations de tirs sans écran que dans les situations de tirs avec écran (191 vs 216 ms). Cette différence entre les situations de tirs voilés et non voilés est en accord avec l'hypothèse originale.

Les résultats sur l'effet des indices visuels permettent de croire que certains indices visuels peuvent être utilisés lors de l'exécution du tir, permettant ainsi au gardien de but d'initier sa

réponse plus rapidement. Ces résultats vont dans le même sens que ceux des études de Jones (1974) de même que Salmela et Fiorito (1979), alors que le sujet devait prédire verbalement le point d'arrivée d'un objet. Pour ces études, la prédiction était facilitée lorsqu'il était possible pour le sujet de voir la majorité des composantes de l'attaque précédant le départ de l'objet. Il a été conclu que le sujet utilisait une partie de ces composantes afin de prédire le lieu d'interception de l'objet.

La nature exacte des indices susceptibles d'être utilisés ne peut être précisée dans cette étude. Il est possible que les indices visuels utilisés soient contenus dans le mouvement du bâton ou la position du joueur lors de l'exécution du tir. A ce sujet, Bard et Fleury (1980) ont décelé que le gardien de but expert regardait davantage le bâton lorsque comparé au gardien de but débutant.

Dans la situation de lumières à quatre choix, le gardien de but réagissait plus lentement que dans les situations de tirs voilés et non voilés. Il était attendu que le temps de réaction serait plus long dans la situation de lumières, étant donné la faible possibilité d'anticipation de la part du gardien de but. Dans cette situation, l'emploi de périodes préparatoires variables de même que la présentation selon un ordre aléatoire des stimuli diminuaient les chances d'anticipation du sujet.

L'utilisation de lumières comme stimuli a résulté en des temps de réaction du même ordre (environ 340 ms) que ceux obtenus lors des études précédentes sur le temps de réaction au choix chez des gardiens de but (Drouin & Salmela, 1975; Sinclair & Moyls, 1979). En rapprochant la situation expérimentale du milieu réel de jeu, il devient

évident que le gardien de but initie sa réponse beaucoup plus rapidement lorsque la situation l'exige. Il est toutefois important de mentionner que dans la situation de lumières, aucun temps accordé n'était imposé de l'extérieur. En outre, les indices visuels étaient davantage disponibles dans les situations de tirs, ce qui pourrait expliquer cette différence de temps de réaction avec la situation de lumières. Lors des situations de tirs au but à courte distance sans écran (7.6 m), les résultats moyens coïncidaient avec ceux obtenus par Bard et Fleury (1980) dont l'étude exigeait de réagir à un tir sans toutefois avoir à le bloquer. Ces résultats moyens étaient de 146 ms dans la présente étude et de 165 ms dans l'étude de Bard et Fleury (1980).

Effets du temps accordé sur le temps de réaction. Les résultats obtenus dans cette étude laissaient voir un abaissement du temps de réaction lorsque le temps accordé au gardien de but pour répondre était diminué (158 ms pour des tirs proches vs 249 ms pour des tirs loin). Ces résultats viennent appuyer l'hypothèse énoncée au début de l'étude.

Les résultats de l'étude sont comparables à ceux retrouvés dans la littérature traitant du même phénomène. De fait, plusieurs auteurs ont déjà obtenu des résultats similaires lors d'études effectuées en laboratoire (Grice, Nullmeyer & Spiker, 1977; Hale, 1969; Link, 1971; Ollmañ, 1966; Pachella & Pew, 1969; Proteau, Note 2; Yellott, 1971). En employant une tâche sportive, Bard (1974) a également observé un abaissement du temps de réaction lorsque la durée d'exposition du stimulus était diminuée. En outre, Bard et Fleury (1980) ont obtenu des temps de réaction de 165 ms à des tirs frappés et de 204 ms à des

tirs balayés. Si le temps accordé au gardien de but pour répondre est plus court lors du tir frappé (comparativement au tir balayé), ces observations sont cohérentes avec l'idée que le temps accordé le plus court entraîne une diminution du temps de réaction du gardien de but.

Les résultats de la présente étude ont permis de vérifier ce phénomène alors que le gardien devait tenter de bloquer le tir. Lorsque le gardien de but est confronté à une situation de tirs rapides et/ou effectués à courtes distances, celui-ci doit réagir plus rapidement afin d'arrêter le tir, et il se comporte ainsi. Dans cette étude, le temps accordé moyen sur des tirs exécutés à 7.6 m correspondait à 332 ms en comparaison à 532 ms sur des tirs effectués à 13.7 m. Il apparaît donc que cette différence de temps accordé est suffisante lors des tirs frappés poignet pour inciter le gardien de but à réagir plus rapidement. Pour des temps accordés plus courts que ceux imposés dans cette étude, il se peut que le gardien de but initie sa réponse encore plus rapidement. Tel serait le cas dans ces dernières situations, étant donné que le gardien de but ne pourrait se permettre d'attendre de percevoir les indices dans la trajectoire de la rondelle pour anticiper.

Temps de réaction aux membres du gardien de but. Dans cette étude, aucune interaction significative n'a été relevée entre les membres du gardien de but et le côté du membre vers lequel le tir était dirigé. D'autre part, il a été trouvé que le gardien de but réagissait plus rapidement avec ses membres supérieurs (main gauche et main droite) qu'avec ses membres inférieurs (jambe gauche et jambe droite). Ces résultats peuvent être attribuables, en partie, au poids de

l'équipement du gardien de but; le poids de la jambière étant supérieur à celui de la mitaine d'attrape et à celui du gant qui porte le bâton. Drouin et Larivière (1974) avaient déjà attribué à l'équipement une différence similaire observée dans les temps de réaction du gardien de but. En laboratoire (sans équipement), les temps de réaction variaient entre 197 et 234 ms, alors que sur la patinoire (avec équipement) les temps de réaction s'échelonnaient entre 261 et 286 ms. De plus, il est possible que la lame du patin constitue une contrainte dans l'amorce du déplacement latéral de l'une ou l'autre des deux jambes. Un autre facteur peut avoir contribué à l'obtention de cette différence. Comme un détecteur de mouvement était utilisé pour mesurer le temps de réaction, et que le poids de l'équipement aux jambes causait une inertie supérieure (comparativement aux mains), il se peut que cette différence d'inertie ait provoqué des résultats différents. Si l'électromyographie avait été employée pour la mesure du temps de réaction, il est possible que les différences auraient été moins grandes entre les membres supérieurs et les membres inférieurs.

Mentionnons que Sinclair et Moyls (1979) ont également trouvé un effet significatif pour les quatre membres du gardien de but. Toutefois, ces auteurs ont souligné qu'ils ne pouvaient localiser les différences en terme de temps de réaction entre les différents membres.

L'analyse du temps de réaction aux différents membres a permis d'observer, chez les gardiens de but droitiers (tenue du bâton dans la main droite), une absence d'interaction, mais des temps plus courts en faveur des membres du côté gauche lorsque comparés aux membres du côté droit. En comparant les résultats moyens (217 ms pour la main gauche vs 223 ms pour la

main droite et 225 ms pour la jambe gauche vs 253 ms pour la jambe droite), il apparaît que cette différence tend à se localiser au niveau des jambes. Cet effet peut être associé à la tenue du bâton du gardien de but porté au côté droit, dans la présente étude. L'interférence créée par le bâton, au niveau de la jambe droite ainsi que le poids supplémentaire occasionné par celui-ci au niveau de la main droite peuvent expliquer la différence obtenue.

La seconde partie de la discussion porte sur le nombre de buts marqués sous les différentes situations expérimentales tout en considérant les résultats précédents sur le temps de réaction. Les effets des indices visuels et du temps accordé au gardien de but pour répondre sont d'abord discutés. Par la suite, le nombre de buts marqués est analysé en fonction des différents membres du gardien de but.

Interaction entre les indices visuels et le temps accordé. Pour ce qui est du nombre de buts comptés, il n'y a pas eu d'interaction entre les indices visuels d'un tir frappé poignet et le temps accordé au gardien de but pour répondre. L'hypothèse que le gardien de but performe différemment en fonction des indices visuels d'un tir frappé poignet, pour des temps accordés pour répondre différents, n'est pas supportée. Le même résultat fut obtenu pour le temps de réaction. Dans les situations où les temps accordés sont de 332 et 532 ms, et dans lesquels un tir voilé contribue à diminuer le temps de réaction du gardien de 25 ms comme dans le cas présent, il se peut que le temps accordé pour répondre soit encore suffisant pour bloquer la rondelle. Devant cette éventualité, il ne faut pas s'attendre à une interaction entre les indices visuels et le temps accordé pour répondre.

Effets des indices visuels sur le nombre de buts. Dans la situation de tirs voilés, le nombre de buts marqués ne fut pas statistiquement différent de la situation de tirs non voilés. Ces résultats sont contradictoires à l'hypothèse voulant que les tirs voilés atteignent plus souvent la cible que les tirs non voilés.

Il est toutefois difficile d'expliquer ce résultat car la situation de tirs voilés entraîne un allongement du temps de réaction et, par conséquent, devrait provoquer un plus grand nombre de buts que dans la situation de tirs non voilés. Cependant, même si le tir voilé allongeait le temps de réaction du gardien de but, il est possible que celui-ci possédait encore suffisamment de temps pour répondre avec succès. Il reste la possibilité que ce soit surtout le temps accordé qui soit la variable importante pour expliquer les buts comptés, par comparaison aux indices visuels.

Effet du temps accordé sur le nombre de buts. Les résultats de cette étude ont laissé voir un effet du temps accordé (distance du tir) sur le nombre de buts marqués. Ce résultat est en accord avec l'hypothèse énoncée au début de l'étude, proposant qu'un plus grand nombre de buts seraient marqués dans la situation de tirs proches (7.6 m).

Quelques auteurs, dont Fitts (1966), Grice, Nullmeyer et Spiker (1977), Proteau (Note 2) et Yellott (1971), ont remarqué une augmentation des erreurs de réponse lorsque le temps accordé pour répondre était diminué. Dans la présente étude, les erreurs de décision ne furent pas calculées. Cependant, certains liens peuvent être faits avec l'étude de Proteau (Note 2), puisque le nombre de buts comptés augmente avec un temps accordé pour répondre plus court.

Comme l'indiquent les résultats sur le temps de réaction, la situation de tirs proches exige que le gardien de but initie sa réponse rapidement. Dans cette situation, la réponse du gardien de but est parfois trop lente pour effectuer l'arrêt ou elle s'effectue probablement sur la base d'information incomplète. Ce manque d'information, surtout au niveau de la trajectoire de la rondelle, peut être une cause de l'augmentation du nombre de buts. Lorsque les tirs étaient effectués à 13.7 m, le gardien de but possédait peut-être plus de temps pour utiliser l'information dans la trajectoire de la rondelle et prédire son arrivée au but. A cet effet, Bard (1974) de même que Whiting, Gill et Stephenson (1969) avaient conclu que la performance s'améliorait avec une augmentation de la durée d'exposition du stimulus (période de vision).

Nombre de buts comptés aux membres du gardien de but. Pour ce qui est des buts comptés, les résultats n'ont pas laissé voir d'interaction significative entre les membres du gardien de but et les côtés (gauche ou droit) des membres. Cependant, un plus grand nombre de buts furent marqués en direction des membres inférieurs (jambes) lorsque comparé aux membres supérieurs (mains). Ce résultat est compatible avec les résultats obtenus pour le temps de réaction qui avaient laissé voir un temps de réaction plus long aux membres inférieurs. Comme il fut précédemment discuté, le poids de l'équipement est susceptible d'avoir causé, au moins en partie, cette différence de performance.

L'analyse des résultats n'a toutefois pas laissé voir de différence significative entre les membres du côté gauche et ceux du côté droit pour le nombre de buts comptés. Même si le temps de réaction avait

tendance à être plus long pour la jambe droite que pour la jambe gauche, la différence en nombre de buts ne fut toutefois pas significative. Il était anticipé qu'un plus grand nombre de buts seraient marqués du côté droit (côté du bâton), à tout le moins au niveau de la jambe.

Considérations. En tenant compte des résultats obtenus, certaines considérations sont proposées d'un point de vue pratique. En ce qui concerne le gardien de but, il est proposé d'utiliser des indices révélateurs associés à l'exécution du tir. Bien que la nature de ces indices ne soit pas encore déterminée, il est évident que le gardien de but ne peut se permettre de répondre uniquement en fonction de la trajectoire de la rondelle sur des tirs rapides et/ou effectués à courtes distances. En effet, dans ces situations, le temps de trajectoire de la rondelle peut être inférieur au temps de réaction du gardien de but au contact entre la lame et la rondelle. L'utilisation de ces indices par le gardien de but lui permet une meilleure anticipation et une réaction plus rapide par rapport au tir. Si le tir est exécuté de loin (temps accordé long), le gardien de but peut se contenter de réagir au tir en se concentrant surtout sur la rondelle. En dernier lieu, les résultats ont révélé que le gardien de but a avantage, dans les situations de tirs, à protéger la partie inférieure du filet, et ce, principalement du côté du bâton.

Pour l'attaquant, il s'avère que celui-ci doive, autant que possible, utiliser les autres joueurs comme écran lors du tir. Cette stratégie a pour effet de retarder la décision du gardien de but par

rapport au tir. Cette tactique est avantageuse surtout sur des tirs effectués près du but. De plus, en tirant près du but, le joueur incite le gardien de but à réagir plus tôt et il augmente ainsi ses chances de marquer, vu la courte durée de temps accordé au gardien de but pour répondre. Il semble, de même, que le joueur a avantage à utiliser des tirs bas surtout du côté du bâton plutôt que des tirs hauts, s'il veut augmenter sa probabilité de compter des buts.

NOTES DE REFERENCES

1. Alain, C., & Robillard, R. La coïncidence-anticipation et la prédition des trajectoires d'objets. Document non publié, Université de Montréal, 1980.
2. Proteau, L. Etude des contraintes relatives à la prise de décision rapide en contexte sportif. Thèse de doctorat non publiée, Université de Montréal, 1980.
3. Lonetto, R. Restricted vision training of the ice-hockey goaltender: Implications for increasing levels of anticipation and concentration. Document non publié, Guelph University, 1979.

REFERENCES

- Bard, C. Rapidité et précision des jugements spatiaux en fonction des variations de trajectoire de balle. Mouvement, 1974, 9, 257-264.
- Bard, C., & Fleury, M. Analyse des comportements perceptuels des gardiens de but experts et non experts en hockey sur glace. Dans G. Marcotte & C. Thiffault (Eds.), Tactique individuelle et collective au hockey sur glace, 1980, 111-115.
- Drouin, D., & Larivière, G. Le temps de réaction et le temps de mouvement des gardiens de but. Mouvement, 1974, 9, 21-25.
- Drouin, D., & Salmela, J. H. La tâche de gardien de but et le temps de réaction classique: Un test du concept de "réflexes". Mouvement, 1975, 10, 49-51.
- Fitts, P. M. Cognitive aspects of information processing: III. Set for speed vs accuracy. Journal of Experimental Psychology, 1966, 71, 849-857.
- Furlong, W. B. How science is changing hockey. Popular Mechanics, février 1968, 110-114.
- Grice, G. R., Nullmeyer, R., & Spiker, V. A. Application of variable criterion theory to choice reaction time. Perception and Psychophysics, 1977, 22, 431-449.
- Hale, D. J. Speed-error tradeoff in a three choice serial reaction task. Journal of Experimental Psychology, 1969, 81, 428-435.

- Jones, C. M. Reading lawn tennis. In J. D. Brooke (Ed.), British Proceedings of Sports Psychology. Salford: Salford University, 1974, 179-185.
- Link, S. W. Applying RT deadlines to discrimination reaction time. Psychonomic Science, 1971, 25, 355-358.
- Ollman, R. Fast guesses in choice reaction time. Psychonomic Science, 1966, 6, 155-156.
- Pachella, R. G., & Pew, R. W. Speed-accuracy tradeoff in reaction time: Effect of discrete criterion times. Journal of Experimental Psychology, 1969, 76, 19-24.
- Poulton, E. C. On prediction on skilled movements. Psychological Bulletin, 1957, 54, 467-478.
- Salmela, J. H., & Fiorito, P. Visual cues in ice hockey goaltending. Canadian Journal of Applied Sport Sciences, 1979, 4, 56-59.
- Sinclair, G. D., & Moyls, P. W. Speed of response characteristics of goalkeepers: a descriptive and developmental report. Canadian Journal of Applied Sport Sciences, 1979, 4, 60-65.
- Welford, A. T. Skilled Performance: Perceptual and Motor Skills. Glenview: Scott, Foresman, 1976.
- Whiting, H. T. A., Gill, E. B., & Stephenson, J. M. Critical times intervals for taking in flight information in a ball-catching task. Ergonomics, 1970, 13, 265-272.
- Yellott, J. I. Correction for fast guessing and the speed-accuracy tradeoff in choice reaction time. Journal of Mathematical Psychology, 1971, 8, 159-199.

ANNEXE I

Tableaux des résultats

Tableau 3

Moyennes des temps de réaction aux différents membres pour chacun des gardiens de but
en fonction des situations de tirs proches avec ou sans écran

Sujets	Proche							
	Avec écran				Sans écran			
	M.G. ^a	M.D.	J.G.	J.D.	M.G.	M.D.	J.G.	J.D.
1	186.75	167.00	162.75	186.75	169.25	172.75	172.00	196.25
2	152.50	157.50	112.00	131.75	100.25	119.50	125.00	141.50
3	178.50	167.50	93.75	120.75	148.00	155.25	59.00	94.75
4	169.75	184.50	129.00	252.00	171.75	173.75	113.75	204.25
5	180.00	164.75	183.25	181.75	154.25	126.00	155.50	158.00
6	178.25	187.00	162.00	167.00	153.75	129.50	104.50	170.25
7	170.00	181.00	180.75	183.25	153.75	166.75	175.50	202.50
8	162.00	202.25	199.50	204.50	106.25	124.00	130.00	129.50

^aM.G. = main gauche; M.D. = main droite; J.G. = jambe gauche; J.D. = jambe droite.

Tableau 4

Moyennes des temps de réaction aux différents membres pour chacun des gardiens de but
en fonction des situations de tirs loin avec ou sans écran

Sujets	Loin							
	Avec écran				Sans écran			
	M.G. ^a	M.D.	J.G.	J.D.	M.G.	M.D.	J.G.	J.D.
1	344.00	205.25	321.75	275.25	287.00	229.25	213.75	317.00
2	250.75	245.00	236.75	252.75	303.50	209.00	229.25	218.75
3	276.50	316.25	198.50	280.00	148.50	247.25	170.75	242.00
4	190.00	297.75	249.75	256.25	271.75	248.50	181.50	298.75
5	238.00	258.50	287.50	319.75	191.25	208.50	294.75	310.75
6	227.00	208.00	237.50	305.50	190.25	195.25	267.25	293.00
7	173.00	245.00	337.00	333.75	182.50	201.75	275.00	297.25
8	201.50	265.75	255.00	291.50	190.50	196.75	205.75	234.00

^aM.G. = main gauche; M.D. = main droite; J.G. = jambe gauche; J.D. = jambe droite.

Tableau 5

Moyennes des temps de réaction aux différents membres
 pour chacun des gardiens de but
 en fonction de la situation de lumières

Sujets	Lumières			
	M.G.	M.D.	J.G.	J.D.
1	333.50	392.25	345.25	364.25
2	381.50	326.00	350.00	412.25
3	336.25	344.00	411.75	397.50
4	271.00	295.75	325.25	362.00
5	304.25	279.00	347.50	345.50
6	300.25	286.50	349.25	351.75
7	269.75	321.25	334.00	327.25
8	283.00	308.75	317.25	299.50

^aM.G. = main gauche; M.D. = main droite; J.G. = jambe gauche;
 J.D. = jambe droite.

Tableau 6

Analyse de la variance sur le temps de réaction au choix

Source de variation	<u>dl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>
Tir (T)	4	720418.49	99.82*
Lumières	1	1731092.50	239.85*
Erreur (T)	28	7217.38	
Segments (S)	3	40696.85	4.48*
Erreur (S)	21	9091.65	
Joueur (J)	3	8481.28	2.57
Erreur (J)	21	3295.37	
T x S	12	6239.94	1.75
Erreur (T x S)	84	3557.73	
T x J	12	2424.65	1.04
Erreur (T x J)	84	2336.66	
S x J	9	1179.90	.64
Erreur (S x J)	63	1840.10	
T x S x J	35	1672.67	2.05*
Erreur (T x S x J)	252	814.69	

*p < .05.

Tableau 7

Analyse de la variance du temps de réaction
pour les situations de tirs

Source de variation	<u>dl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>
Ecran (E)	1	81220.62	11.25*
Distances (D)	1	1063932.00	147.41*
E x D	1	69.15	.01
Erreur	28	7217.38	

*p < .05.

Tableau 8

Analyse de la variance du temps de réaction pour les segments

Source de variance	<u>dl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>
Membres inférieurs et supérieurs (M)	1	57874.06	6.37*
Côtés (C)	1	44856.51	4.93*
M x C	1	19360.00	2.13
Erreur	21	9091.65	

*p < .05.

Tableau 9

Moyennes et écarts-types des temps de réaction
 des membres des gardiens de but lors des
 situations de lumières et de tirs
 effectués par les différents joueurs

Joueur	Tir	Membre	Moyenne	Ecart-type
J1T1M1	1	1	331,12500	20,46871
J1T1M2	1	1	346,00000	15,45446
J1T1M3	1	1	341,12500	10,87066
J1T1M4	1	1	348,37500	39,53276
J1T2M1	1	2	170,62500	17,56539
J1T2M2	1	2	158,87500	9,50845
J1T2M3	1	2	135,25000	29,27090
J1T2M4	1	2	165,87500	35,32881
J1T3M1	1	3	257,00000	58,19180
J1T3M2	1	3	262,00000	25,67378
J1T3M3	1	3	256,75000	51,36077
J1T3M4	1	3	289,75000	25,92159
J1T4M1	1	4	132,62500	32,68874
J1T4M2	1	4	145,87500	34,01444
J1T4M3	1	4	127,25000	62,08462
J1T4M4	1	4	160,62500	63,44612
J1T5M1	1	5	202,87500	73,46999
J1T5M2	1	5	212,00000	31,57304
J1T5M3	1	5	222,62500	61,73894
J1T5M4	1	5	276,00000	66,07571
J2T1M1	2	1	317,25000	49,78167
J2T1M2	2	1	324,00000	39,53299
J2T1M3	2	1	353,87500	46,10992
J2T1M4	2	1	361,87500	36,1875
J2T2M1	2	2	182,50000	21,51411
J2T2M2	2	2	174,00000	20,88745
J2T2M3	2	2	163,75000	31,25814
J2T2M4	2	2	187,75000	37,98778
J2T3M1	2	3	226,87500	30,17301
J2T3M2	2	3	290,12500	39,68604
J2T3M3	2	3	256,50000	43,14759
J2T3M4	2	3	281,37500	51,63868
J2T4M1	2	4	132,37500	25,91159
J2T4M2	2	4	165,25000	35,11105
J2T4M3	2	4	144,87500	43,23604
J2T4M4	2	4	171,25000	41,91744
J2T5M1	2	5	220,50000	77,66043
J2T5M2	2	5	221,75000	46,55716
J2T5M3	2	5	239,37500	49,37593
J2T5M4	2	5	303,12500	51,65943

Tableau 9 (suite)

J3T1M1	3	1	1	365,87500	38,74988
J3T1M2	3	1	2	299,00000	27,25541
J3T1M3	3	1	3	359,25000	34,00735
J3T1M4	3	1	4	367,50000	37,97907
J3T2M1	3	2	1	156,62500	27,58332
J3T2M2	3	2	2	188,50000	16,27443
J3T2M3	3	2	3	148,12500	61,86492
J3T2M4	3	2	4	163,62500	61,11099
J3T3M1	3	3	1	229,37500	106,79478
J3T3M2	3	3	2	213,25000	55,02142
J3T3M3	3	3	3	266,75000	62,74153
J3T3M4	3	3	4	282,62500	75,40166
J3T4M1	3	4	1	142,75000	42,67067
J3T4M2	3	4	2	129,87500	40,06936
J3T4M3	3	4	3	114,12500	42,45481
J3T4M4	3	4	4	149,25000	47,95459
J3T5M1	3	5	1	221,00000	106,20734
J3T5M2	3	5	2	202,62500	45,26095
J3T5M3	3	5	3	201,87500	41,40199
J3T5M4	3	5	4	255,25000	55,55619
J4T1M1	4	1	1	295,50000	28,07643
J4T1M2	4	1	2	307,75000	28,32843
J4T1M3	4	1	3	336,37500	38,11613
J4T1M4	4	1	4	352,25000	48,81379
J4T2M1	4	2	1	179,12500	33,13797
J4T2M2	4	2	2	184,37500	29,97112
J4T2M3	4	2	3	164,37500	54,95176
J4T2M4	4	2	4	196,62500	55,93603
J4T3M1	4	3	1	237,12500	91,76747
J4T3M2	4	3	2	255,37500	57,89137
J4T3M3	4	3	3	281,87500	83,51123
J4T3M4	4	3	4	298,62500	39,31535
J4T4M1	4	4	1	170,87500	37,42588
J4T4M2	4	4	2	142,75000	12,52141
J4T4M3	4	4	3	131,37500	21,87587
J4T4M4	4	4	4	167,37500	32,53451
J4T5M1	4	5	1	238,25000	45,07692
J4T5M2	4	5	2	231,75000	36,05452
J4T5M3	4	5	3	255,12500	64,50125
J4T5M4	4	5	4	271,37500	53,62286

J_1 à J_4 = joueur ayant effectué le tir; T_1 = situation de lumières;

T_2 = situation de tirs proches avec écran; T_3 = situation de tirs loin

avec écran; T_4 = situation de tirs proches sans écran; T_5 = situation de tirs loin sans écran; M_1 = main gauche; M_2 = main droite; M_3 = jambe gauche; M_4 = jambe droite.

Tableau 10

Moyennes des buts comptés aux différents membres
 pour chacun des gardiens de but en fonction
 des situations de tirs proches
 avec ou sans écran

Sujets	Proche							
	Avec écran				Sans écran			
	M.G. ^a	M.D.	J.G.	J.D.	M.G.	M.D.	J.G.	J.D.
1	9	6	12	9	5	7	10	10
2	9	7	8	5	5	3	10	5
3	6	7	9	10	6	6	6	8
4	7	8	15	13	11	7	16	16
5	9	13	13	13	12	6	13	12
6	9	5	11	12	13	8	11	8
7	8	10	12	11	11	8	11	9
8	3	4	6	5	4	11	10	10

^aM.G. = main gauche; M.D. = main droite; J.G. = jambe gauche;
 J.D. = jambe droite.

Tableau 11

Moyennes des buts comptés aux différents membres
 pour chacun des gardiens de but en fonction
 des situations de tirs loin
 avec ou sans écran

Sujets	Loin							
	Avec écran				Sans écran			
	M.G. ^a	M.D.	J.G.	J.D.	M.G.	M.D.	J.G.	J.D.
1	0	1	3	2	0	0	1	2
2	2	1	4	1	2	0	1	1
3	0	1	1	0	0	1	2	1
4	0	1	2	2	2	4	4	2
5	3	1	0	3	1	0	2	1
6	1	0	5	0	1	0	2	1
7	0	0	0	1	0	1	1	1
8	0	0	1	2	1	3	4	6

^aM.G. = main gauche; M.D. = main droite; J.G. = jambe gauche;
 J.D. = jambe droite.

Tableau 12

Analyse de la variance sur le nombre de buts comptés

Source de variation	<u>dl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>
Tir (T)	3	615.696	62.15*
Erreur (T)	21	9.908	
Segments (S)	3	39.780	10.15*
Erreur (S)	21	3.920	
T x S	9	3.448	1.32
Erreur (T x S)	63	2.616	

*p < .05.

Tableau 13

Analyse de la variance du nombre de buts comptés
pour les situations de tirs

Source de variance	<u>dl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>
Ecran (E)	1	1.532	.15
Distances (D)	1	1845.280	186.24*
E x D	1	0.280	.03
Erreur	21	9.908	

*p < .05.

Tableau 14

Analyse de la variance du nombre de buts comptés
pour les segments

Source de variation	<u>dl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>
Membres inférieurs et supérieurs (M)	1	108.780	27.75*
Côtés (C)	1	9.032	2.30
M x C	1	1.532	.39
Erreur	21	3.920	

*p < .05.

ANNEXE II

Caractéristiques de l'appareil de détection de mouvement

Appareils de détection de mouvement

Afin de détecter à quel moment le gardien de but amorçait sa réponse, quatre appareils de détection de mouvement (DM) furent mis au point. De forme cylindrique, le DM (Figure 7) mesurait 7.62 cm de longueur par 3.18 cm de diamètre. La paroi de l'appareil était faite d'aluminium. Il contenait une masse de cuivre de 2.54 cm de longueur par 1.9 cm de diamètre. La masse de cuivre était maintenue en suspension dans l'appareil par une tige d'acier de 8 cm de longueur et de .889 mm de diamètre. La tige d'acier constituait le ressort en flexion permettant un contact latéral de la masse de cuivre avec la paroi de l'appareil dans toutes les directions. Deux ressorts en compression étaient installés autour de la tige et de chaque côté de la masse; ceux-ci assuraient un contact similaire vers le haut ou vers le bas de l'appareil. De plus, ces deux ressorts en compression étaient ajustés de façon à maintenir la masse de cuivre au centre du capteur (surface de contact) lorsque l'appareil était à l'état de repos. L'espace compris entre la paroi de l'appareil et la masse de cuivre était de .16 cm. Au moindre mouvement rapide, cette masse était projetée contre une des surfaces de contact de l'appareil, détectant ainsi le début du mouvement tout en permettant l'enregistrement d'un signal électrique.

Dans le but de déterminer la validité ainsi que la fidélité des DM, deux étapes furent entreprises. La première étape consistait à comparer l'efficacité d'un premier DM à celle d'un micro-commutateur, appareil fréquemment utilisé pour la mesure du temps de réaction. L'efficacité du DM fut déterminée pour différents types de mouvements. La seconde

1. Paroi
2. Masse de cuivre
3. Tige d'acier
4. Ressort en compression

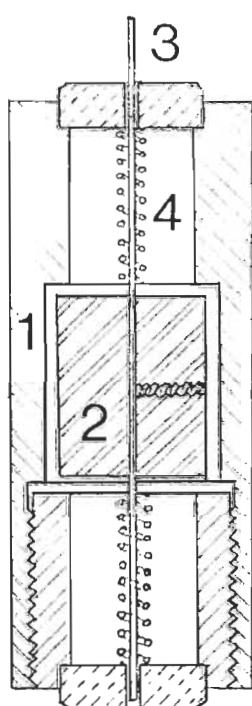


Figure 7. Vue en coupe de l'appareil de détection de mouvement.

étape visait à comparer les résultats obtenus par les quatre appareils de détection lorsqu'ils étaient appelés à fonctionner simultanément lors d'un même mouvement. Comme pour la première étape, l'efficacité de ces appareils, en rapport avec différents types de mouvement, fut analysée. De plus, le micro-commutateur servait de point de comparaison avec les quatre DM.

Etape 1: validité et fidélité du détecteur de mouvement

Méthode. Sur demande, un sujet se tenait debout et prenait une position similaire à la position de base du gardien de but au hockey. Le DM était fixé fermement à l'intérieur de sa main gauche. La main du sujet était appuyée contre un micro-commutateur fixé à une table. Le micro-commutateur était installé de façon à se mouvoir dans le même sens que le mouvement. Deux lumières étaient fixées sur un panneau de bois de 30 par 40 cm, situé à 3 m à l'avant du sujet. La première lumière (lumière blanche) indiquait le début de la période de préparation. La seconde lumière (lumière rouge) s'allumait suite à une période préparatoire variable (de 1 à 3 sec) pour indiquer au sujet de produire le plus rapidement possible un des différents types de mouvement rencontrés chez le gardien de but au hockey. Les types de mouvement que le sujet devait produire étaient: (a) des mouvements horizontaux, (b) des mouvements verticaux ascendants, (c) des mouvements verticaux descendants, (d) des mouvements en diagonale. Deux chronomètres étaient actionnés au moment de l'allumage de la lumière rouge. Dès que le sujet amorçait sa réponse, ces deux chronomètres étaient arrêtés, le premier par le DM et le second par le micro-commutateur.

Pour chacune des quatre catégories de mouvement, 100 essais ont été complétés.

Résultat et discussion. Les comparaisons des temps de réaction obtenus à l'aide des deux appareils, pour les différents types de mouvement, apparaissent au Tableau 15. Les différences obtenues étaient respectivement de 7 ms pour des mouvements horizontaux, 1.6 ms pour des mouvements verticaux ascendants, 10.8 ms pour des mouvements verticaux descendants et 5.8 ms pour des mouvements exécutés en diagonale. Ces résultats laissaient voir de légères différences entre les mesures relevées par le DM et celles obtenues à l'aide du micro-commutateur. La différence observée pour les mouvements verticaux descendants (10.8 ms) peut être due, au moins en partie, à la force devant être exercée vers le haut pour maintenir le micro-commutateur fermé. L'erreur moyenne du DM par comparaison au micro-commutateur était de 6.3 ms pour l'ensemble des mouvements. Cette erreur a pu être causée par certaines composantes mécaniques de l'appareil. Les écarts-types des données relevées pour les deux appareils sont demeurés constants pour une même catégorie de mouvement; la variabilité des mesures fut donc équivalente pour les deux types d'appareils. Pour ce qui est de la fidélité des deux appareils sous différentes conditions, le calcul de l'alpha de Cronbach a laissé voir une très forte fidélité pour les deux appareils (.97 et .94) en faveur du DM.

En conclusion de cette première étape, il semblait que le DM pouvait être utilisé pour mesurer le moment d'initiation des mouvements rapides comme ceux effectués par le gardien de but au hockey sur glace. Par conséquent, trois appareils additionnels furent construits.

Tableau 15

Moyennes^a et écarts-types des temps de réaction obtenus
 pour différents mouvements à l'aide d'un micro-commutateur
 et d'un appareil de détection de mouvement

Sorte de mouvement		Appareil de détection	Micro-commutateur	Différence (ms)
Mouvement horizontal	\bar{X}	298.33	305.38	7.0
	s	44.50	44.60	
Mouvement vertical ascendant	\bar{X}	298.75	297.19	1.6
	s	34.12	33.34	
Mouvement vertical descendant	\bar{X}	344.87	334.04	10.8
	s	39.05	39.17	
Mouvement en diagonal	\bar{X}	304.01	298.21	5.8
	s	34.74	34.88	

^aMoyennes basées sur 100 essais.

Etape 2: validité des quatre détecteurs de mouvement

Méthode. Les quatre DM étaient solidement fixés ensemble dans un même plan. Ceux-ci furent montés sur un bloc de bois pouvant être déplacé entre deux rails. Une corde, reliée à l'extrémité du bloc, permettait le déplacement horizontal des quatre appareils. Dans sa position de départ, le bloc était appuyé contre un micro-commutateur. Le moindre déplacement du bloc déclenchaît ainsi le micro-commutateur. Un sujet, debout à l'extrémité des rails entre lesquelles pouvait être déplacé le bloc, tenait une corde tendue dans sa main gauche. La présentation d'un signal sonore indiquait au sujet d'amorcer un mouvement du bras comme s'il avait à capturer une rondelle de sa main. Le signal actionnait cinq chronomètres. Ceux-ci servaient à mesurer le temps de réaction du sujet. Le premier chronomètre indiquait le temps de réaction du sujet tel que mesuré par le micro-commutateur alors que les quatre autres chronomètres relevaient les mesures effectuées par chacun des quatre DM. Afin de contrôler l'effet de la position des appareils sur le bloc de bois, celle-ci était modifiée après chaque série de 50 essais. Après 50 essais, une rotation de 90 degrés des appareils était exercée. Pour des mouvements horizontaux, 200 essais furent ainsi effectués.

Pour les mouvements verticaux ascendants, le sujet tenait le bloc de bois dans ses mains et appuyait le bloc contre un micro-commutateur fixé sur une table. Suite à un signal sonore, un mouvement rapide vers le haut était exécuté. Les temps d'initiation de la réponse du sujet, à partir du signal sonore, étaient retenus par les cinq chronomètres précédemment décrits. Les mêmes procédures

furent effectuées pour les mouvements verticaux descendants, le commutateur étant fixé cette fois-ci sur le côté de la table. Dans chacune des conditions, 50 essais furent exécutés.

Résultats et discussion. Les résultats obtenus par les différents DM, lorsque comparés au micro-commutateur, sont présentés au Tableau 16. Les différences des moyennes obtenues par le DM et le micro-commutateur variaient selon la position des appareils sur le bloc. Ces différences se situaient entre .4 et 10.6 ms. Les écarts-types des résultats obtenus par un DM et le micro-commutateur demeuraient constants à chacune des positions de l'appareil. La plus grande différence observée entre les écarts-types des deux instruments de mesure était de 1.7, indiquant une variabilité semblable de la part des deux instruments de mesure.

La comparaison entre les moyennes ainsi que les écarts-types obtenus à l'aide des DM et ceux observés à l'aide d'un micro-commutateur dans une position donnée, permettait d'établir une position efficace de travail pour chacun des appareils par rapport à différents types de mouvement. En effet, si ces résultats étaient semblables dans une position donnée, pour un type particulier de mouvement, l'utilisation du DM dans les mêmes conditions devenait pertinente. Pour les mouvements horizontaux, la position idéale de chacun des appareils, lorsque comparés au micro-commutateur, était: 270 degrés pour le DM1, 180 degrés pour le DM2, 0 degré pour le DM3 et 0 degré pour le DM4 (voir le Tableau 16).

Le Tableau 17 offre la même information pour des mouvements verticaux ascendants et descendants. Pour des mouvements verticaux

Tableau 16

Moyennes^a et écarts-types des temps de réaction obtenus pour des mouvements horizontaux
 à l'aide d'un micro-commutateur et de quatre appareils de détection de mouvements
 à différentes positions

Positions		Micro-commutateur		DM1		Micro-commutateur		DM2		Micro-commutateur		DM3		Micro-commutateur		DM4	
0°	\bar{X}	331.6	324.4	338.2	341.3	321.0	320.5	336.9	337.3	321.0	320.5	336.9	337.3	321.0	320.5	336.9	337.3
	s	56.1	55.5	75.7	74.7	77.1	76.4	68.7	67.9	77.1	76.4	68.7	67.9	77.1	76.4	68.7	67.9
		-7.0		+3.1		-0.5		+0.4									
90°	\bar{X}	338.2	342.3	321.0	329.5	336.9	341.5	331.6	330.1	338.2	341.5	331.6	330.1	338.2	341.5	331.6	330.1
	s	75.7	74.9	77.1	76.4	68.7	68.9	56.1	55.1	77.1	76.4	68.7	68.9	77.1	76.4	68.7	68.9
		+4.1		+8.5		+4.6		-1.5									
180°	\bar{X}	321.0	331.6	336.9	337.2	331.6	338.4	338.2	345.3	321.0	338.4	338.2	345.3	321.0	338.4	338.2	345.3
	s	77.1	76.4	68.7	69.0	56.1	54.4	75.7	74.9	77.1	76.4	56.1	54.4	77.1	76.4	56.1	54.4
		+10.6		+0.3		+6.8		+7.1									
270°	\bar{X}	336.9	339.8	331.6	334.3	338.2	339.3	321.0	331.6	336.9	339.3	321.0	331.6	336.9	339.3	321.0	331.6
	s	68.7	68.1	56.1	54.5	75.7	75.3	77.1	76.4	68.7	68.1	56.1	54.5	75.7	75.3	77.1	76.4
		+2.7		+2.7		+1.1		+10.6									

^aMoyennes basées sur 50 essais.

Tableau 17

Moyennes^a et écarts-types des temps de réaction obtenus pour des mouvements verticaux ascendants et descendants à l'aide d'un micro-commutateur et de quatre appareils de détection de mouvement

Mouvements	Commutateur	DM1	DM2	DM3	DM4
Vertical ascendant	\bar{X} s	378.60 78.24	369.80 77.48	364.30 77.40	364.70 77.45
Vertical descendant	\bar{X}	406.10 99.50	416.90 97.63	410.70 99.45	406.80 98.37

^aMoyennes basées sur 50 essais.

ascendants, les différences entre les appareils et le micro-commutateur étaient de 8.8 ms pour l'appareil 1, de 14.3 ms pour l'appareil 2, de 13.9 ms pour l'appareil 3 et de 10.8 ms pour l'appareil 4. La plus grande différence des moyennes retrouvée entre les quatre DM, pour ce type de mouvement, correspondait à 5.1 ms. Les quatre DM pouvaient donc être considérés comme équivalents. La différence moyenne entre les DM et le micro-commutateur était de -11.9 ms (11.9 ms plus rapide que le micro-commutateur). Cette différence était relativement stable pour les quatre DM.

Pour les mouvements verticaux descendants, les différences entre les DM et le micro-commutateur s'établissaient à: 10.8 ms pour le DM1, 4.6 ms pour le DM2, 0.7 ms pour le DM3 et 0.7 ms pour le DM4. La plus grande différence de moyenne retrouvée entre les quatre DM était de 10.1 ms. Pour ce type de mouvement, les appareils 3 et 4 ont laissé voir des résultats moyens similaires à celui obtenu par le micro-commutateur (406 ms). A l'intérieur des conditions expérimentales de l'étude sur le gardien de but au hockey sur glace, seuls les membres supérieurs (mains) exécutaient des mouvements de cette catégorie. Les DM1 et 2 furent donc utilisés aux mains du gardien de but.

Les écarts-types des résultats obtenus à l'aide des quatre DM et le micro-commutateur demeurèrent constants pour les deux types de mouvement (mouvement vertical ascendant et descendant). La plus grande différence entre les écarts-types des DM et le commutateur, pour les deux types de mouvement, correspondait à 1.87, démontrant une variabilité équivalente des instruments de mesure.

Le Tableau 18 montre les corrélations entre les résultats obtenus sur les différents appareils de détection et le commutateur pour une position donnée lors des mouvements horizontaux. Les différentes corrélations entre les données fournies par les différents instruments de mesure se situent entre .9894 et .9998. Pour ce qui est des mouvements verticaux ascendants et descendants, les différentes corrélations sont présentées au Tableau 19. Elles varient entre .9962 et .9996 pour des mouvements ascendants et entre .9800 et .9986 pour des mouvements descendants. Ces résultats indiquent un degré très élevé de concordance entre les appareils, et ce, peu importe le type de mouvement.

En conclusion, il apparaît que les quatre DM peuvent être utilisés pour la détection de l'initiation de mouvements rapides tels que ceux rencontrés chez le gardien de but au hockey sur glace.

Tableau 18

Corrélations entre les résultats obtenus à l'aide des différents appareils^a
 à des positions variables pour des mouvements horizontaux

Positions	r0, 1	r0, 2	r0, 3	r0, 4	r1, 2	r1, 3	r1, 4	r2, 3	r2, 4	r3, 4
1	.9982	.9931	.9945	.9972	.9961	.9974	.9991	.9997	.9985	.9992
2	.9946	.9949	.9958	.9939	.9998	.9998	.9997	.9996	.9994	.9995
3	.9894	.9950	.9992	.9765	.9958	.9921	.9797	.9962	.9760	.9786
4	.9969	.9949	.9911	.9979	.9973	.9953	.9994	.9986	.9975	.9950

^a0: micro-commutateur; 1: appareil de détection 1; 2: appareil de détection 2; 3: appareil de détection 3; 4: appareil de détection 4.

Tableau 19

Corrélations entre les résultats obtenus à l'aide des différents appareils^a
 pour des mouvements verticaux ascendants et descendants

Mouvements	r0, 1	r0, 2	r0, 3	r0, 4	r1, 2	r1, 3	r1, 4	r2, 3	r2, 4	r3, 4
Vertical ascendant	.9969	.9962	.9994	.9984	.9996	.9972	.9968	.9971	.9965	.9989
Vertical descendant	.9800	.9883	.9986	.9977	.9888	.9840	.9870	.9911	.9902	.9984

^a0: micro-commutateur; 1: appareil de détection 1; 2: appareil de détection 2; 3: appareil de détection 3; 4: appareil de détection 4.