



HAL
open science

**Modélisation et méta-analyse des effets du domaine
d'action motrice pratiqué sur la conduite et la prise de
décision motrices des sportifs : étude
quasi-expérimentale au moyen d'un modèle de
simulation électronique et numérique**

Boubaker Ben Ali

► **To cite this version:**

Boubaker Ben Ali. Modélisation et méta-analyse des effets du domaine d'action motrice pratiqué sur la conduite et la prise de décision motrices des sportifs : étude quasi-expérimentale au moyen d'un modèle de simulation électronique et numérique. Education. Université de Bordeaux; Université virtuelle de Tunis, 2018. Français. NNT : 2018BORD0299 . tel-02133850

HAL Id: tel-02133850

<https://theses.hal.science/tel-02133850>

Submitted on 20 May 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

THÈSE EN COTUTELLE PRÉSENTÉE
POUR OBTENIR LE GRADE DE

**DOCTEUR DE
L'UNIVERSITÉ DE BORDEAUX
ET DE L'UNIVERSITÉ VIRTUELLE DE TUNIS**

ÉCOLE DOCTORALE SOCIÉTÉS, POLITIQUE, SANTÉ PUBLIQUE (EDSP2)
ÉCOLE DOCTORALE DIDACTIQUES, SCIENCES DE L'ENSEIGNEMENT, MÉTIERS DE
L'ÉDUCATION ET DE LA FORMATION (DISEMEF - ISEFC)

SPÉCIALITÉS
SCIENCES DE L'ÉDUCATION
DIDACTIQUE DES ACTIVITÉS PHYSIQUES ET SPORTIVES (APS)

Par : Boubaker BEN ALI

**MODÉLISATION ET MÉTA-ANALYSE DES EFFETS DU DOMAINE
D'ACTION MOTRICE PRATIQUÉ SUR LA CONDUITE ET LA
PRISE DE DÉCISION MOTRICES DES SPORTIFS**

ÉTUDE QUASI EXPÉRIMENTALE AU MOYEN D'UN MODÈLE DE SIMULATION
ÉLECTRONIQUE ET NUMÉRIQUE

Sous la co-direction des Professeurs :

Éric DUGAS
&
Abdelmajid NACEUR

Soutenue le 06 décembre 2018

Membres du jury :

M. LIQUÈTE, Vincent	Professeur des Universités	Université de Bordeaux	Président du jury
M. FERRÉOL, Gilles	Professeur des Universités	Université de Franche-Comté	Rapporteur
M. ZOUCHE, Mohamed	Maître de conférences HDR	Université de Sfax	Rapporteur
Mme. CHATTI, Saloua	Professeure des Universités	Université de Tunis	Examinatrice
M. DUGAS, Éric	Professeur des Universités	Université de Bordeaux	Co-directeur de thèse
M. NACEUR, Abdelmajid	Professeur des Universités	Université Virtuelle de Tunis	Co-directeur de thèse

MODÉLISATION ET MÉTA-ANALYSE DES EFFETS DU DOMAINE D'ACTION MOTRICE PRATIQUÉ SUR LA CONDUITE ET LA PRISE DE DÉCISION MOTRICES DES SPORTIFS

ÉTUDE QUASI EXPÉRIMENTALE AU MOYEN D'UN MODÈLE DE SIMULATION ÉLECTRONIQUE ET NUMÉRIQUE

Résumé :

Les contraintes liées au système de signes véhiculés par le comportement humain multiplient les difficultés face à toutes les formes d'analyses, particulièrement celles qui se fondent sur l'observation. Par exemple, les jeux sportifs peuvent, par leur richesse et leur complexité, restreindre le jugement de l'observateur, notamment lorsqu'il s'agit d'étudier des conduites et des prises de décisions motrices in situ, là où le pratiquant évolue dans un rapport consubstantiel avec son environnement. C'est à ce niveau que les recherches en praxéologie proposent l'analyse de la logique interne des situations ludosportives à travers une démarche systémique et structurale et une classification de pratiques sportives et ludomotrices en huit domaines d'action motrice distincts. Les poutres maîtresses de ces domaines d'action sont : la nature du rapport du sujet avec le milieu physique (milieu certain ou incertain) ainsi que la présence d'interaction motrice liée à la présence d'adversaires et/ou de partenaires.

Nous avons mené une méta-analyse de trois domaines d'action motrice au cœur desquels les sportifs pratiquent dans un milieu domestiqué, dont un domaine psychomoteur (agir en solo) et deux domaines sociomoteurs (agir contre des adversaires et agir avec des partenaires et des adversaires). Nous avons adopté une démarche méthodologique qui fait appel à l'outil de modélisation électronique et numérique. Ce travail s'articule autour de la science de l'action motrice, des sciences de l'Éducation, de la didactique des APS et des sciences de l'ingénierie électronique et numérique. La problématique tente de mettre en évidence les effets potentiels d'une pratique motrice régulière de trois domaines d'action distincts sur les conduites et les prises de décision motrices. Autrement dit, chaque domaine d'action motrice comprend des activités ludomotrices homogènes au regard de leurs traits de logique interne, influençant ainsi certains schémas d'actions spécifiques sur la conduite motrice du pratiquant, propices au façonnage d'habitus moteurs. Les investigations se construisent autour d'un modèle expérimental spécifique appelé « B-percept[®] », modèle créé à partir d'un jeu ludomoteur traditionnel, le « jeu des Quatre coins ». Ce système de mesures innovant et évolutif est utilisé

pour évaluer et comparer les conduites de sportifs des trois domaines précités et de non-sportifs. Le protocole B-percept[®] mesure la vitesse de réaction simple et complexe, tant visuelle que sonore des pratiquants. Par ailleurs, outre les observations des sportifs agissants, nous avons proposé des tests de prédictions de score et d'estime de soi (PSPP) et un entretien post-test avec les sujets, ceci afin de mieux appréhender et comprendre les conduites motrices exécutées.

Les résultats obtenus ont montré qu'une pratique sportive influencerait de manière positive le temps de réaction simple et complexe des sportifs par rapport aux non-pratiquants de sports. De surcroit, elle pourrait développer significativement leur sentiment d'auto-efficacité, ce qui se traduirait par une meilleure capacité de prédiction des scores dans les tests B-percept[®]. Globalement, on relève aussi des résultats plus tranchés entre les domaines sociomoteur et psychomoteur, notamment dans la prise de décision au cours des situations complexes. Ces résultats ont été vérifiés à travers une méta-analyse par domaines, par algorithme moteur et par habitus moteurs.

Fort de ces résultats, le modèle B-percept[®] pourra trouver des extensions dans le domaine de l'enseignement en éducation physique et sportive, de l'entraînement sportif et dans les centres de formation des élèves à besoins spécifiques. Dans le champ de l'EPS, notre objectif est de contribuer à la réflexion et à la conception des contenus et de la programmation des activités physiques et sportives en ciblant, de façon pertinente et cohérente, les choix des situations motrices selon les domaines d'action ludomotrice.

Mots-clés : Domaine d'action – Modélisation – Jeu des Quatre coins – B-percept[®] – Sport psychomoteur – Sport sociomoteur – Sciences de l'éducation – Didactiques des APS – Praxéologie motrice – Décision motrice

MODELING AND META-ANALYSIS OF THE MOTOR-ACTION DOMAIN EFFECTS ON BEHAVIOR AND DECISION MAKING OF SPORTS PRACTITIONERS

QUASI EXPERIMENTAL STUDY USING AN ELECTRONIC AND DIGITAL SIMULATION MODEL

Abstract: In sports and physical activities, gestures often carry an affective connotation. However the constraints due to their complexity when used in the communication process as signs system produced by human behavior could multiply difficulties on the of scientific analyses and studies. Thus, methods used to interpret the human movements and gestures have evolved in last decades, due to an increasing use of quantitative data. Nowadays researchers are working on decision-making by collecting behavioral significant information, especially during human-interactions in sports activities. Thus, since more than forty years, researches such as in motor praxeology analysis the internal logic of sports practices through systemic and structural analyses. Consequently a classification of sports activities was raised and gave eight different domains of motor action. These domains are based on the nature of physical environment (certain or uncertain environment), the attendance of opponents and/or partners.

The aim of this thesis is to propose a systemic and structural methodological approach by comparing through a meta-analysis the impact of a regular sports practice in three different domains of motor activities on motor-behavior and decision-making. Our approach is built on an experimental model previously established by modeling the paradoxal game called the “four corners game”. Thus a smart wireless system for modeling visual and auditory searching behavior was conceived for measuring simple and complex reaction time. B-percept[®] helps as well to make observations, self-efficacy survey, test score-predictions and personal self-physical profile.

This research allowed us to find relevant results. However, we need to be cautious about their generalization. Indeed, we have found that practicing sport positively influences the simple and complex reaction times and significantly increases self-efficacy of sports practitioners. Moreover, they could have a better ability to predict their scores at B-percept[®] tests. Meta-analysis through sports specialties and habitus were proceeded to improve results’ analyzes, however, we still needing several investigations through future researches to propose a generalization of the equation model of B-percept[®]. In the near future, this experimental new model will be available for researchers in physical education and sports, teachers and coaches. It could also be proposed to training centers for students with special needs (handicap). We are looking forward helping to improve scholar programs made from sports activities as to be classified through the domain of actions.

Keywords : Domain of action – Modeling – The Four Corners Game – B-percept[®] – Psychomotor sport – Social-motor sport – Education Sciences – Didactics of Physical Activities and Sport – Motor-praxeology – Decision making

Unités de recherche

UBX : LACES, EA 7437, 3 ter, place de la Victoire 33076 Bordeaux Cedex France.

UVT : ISEFC - ECOTIDI – UR16ES10, 43, rue de la Liberté 2019 Le Bardo Tunisie.

Remerciements

À ceux qui croient en l'absence de barrières entre les sciences.

À ma famille.

Au B-percept[®]-Team.

J'adresse mes sincères remerciements à :

Mes directeurs de thèse Pr Abdelmajid Naceur et Pr Éric Dugas qui ont veillé de près à donner de l'originalité à ce travail. Merci pour votre présence, votre soutien et votre confiance.

Aux membres du jury pour le temps consenti et leurs efforts fournis pour l'évaluation de ce travail.

Mes amis (es) qui se reconnaîtront dans ce travail et qui ont été là pour le voir se concrétiser.

Mes étudiants, mes collègues et aux individus qui ont pris part aux expérimentations.

Table des matières

Listes des Abréviations.....	XV
Liste des Tableaux.....	XVI
Liste des Figures.....	XX
INTRODUCTION GENERALE.....	1
CHAPITRE 1: FONDEMENTS THÉORIQUES & CONCEPTUELS.....	15
Introduction	14
1. Fondements épistémologiques de « <i>l'homme en action</i> ».....	15
2. L'homme en action sous la loupe des sciences.....	15
2.1. L'apprentissage comme question perdurable dans la recherche.....	15
2.2. Du point de vue de la science de « <i>l'action motrice</i> ».....	17
3. Précisions conceptuelles.....	18
3.1. Concept de « <i>l'action motrice</i> ».....	19
3.2. Concept de « <i>domaine</i> » de l'action motrice.....	19
4. Principes de la classification systémique et structurale des jeux sportifs : Un redéploiement ou une conception ?.....	20
4.1. Le fondement institutionnel.....	22
4.2. La présence de codes.....	23
4.3. Le respect des universaux.....	23
4.4. La présence d'« <i>interaction motrice</i> ».....	24
4.4.1. Types d'interactions.....	24
4.4.2. « <i>Communication</i> » et « <i>Contre-communication</i> » motrices.....	25
4.4.3. Le « <i>rôle</i> » et le « <i>sous-rôle</i> » sociomoteurs.....	26
5. Modalités de la classification des domaines de l'action motrice.....	28
5.1. Apport de la théorie des graphes des mathématiques.....	28
5.2. Le concept de « <i>logique interne</i> ».....	29
5.3. Le concept de « <i>logique externe</i> ».....	30
5.4. Les situations dites « <i>inclassables</i> ».....	31
6. Particularités des domaines d'action motrice institutionnalisés de masse pratiquante.....	31
6.1. Les spécificités du domaine d'action psychomotrice $\overline{\text{IPA}}$ désigné (\emptyset).....	32
6.1.1. Les situations psychomotrices en « <i>comotricité de simultanéité</i> ».....	33
6.1.2. Les situations psychomotrices en « <i>comotricité d'alternance</i> ».....	33
6.2. Les domaines d'action sociomotrice de coopération et d'opposition $\overline{\text{IPA}}$ et $\overline{\text{IPA}}$ désignés (PA) et (A).....	33
6.2.1. Le domaine d'action sociomotrice d'opposition $\overline{\text{IPA}}$ désigné (PA).....	33
6.2.2. Le domaine d'action sociomotrice d'opposition $\overline{\text{IPA}}$ désigné (A).....	34
7. Jeux sportifs et conduites motrices.....	34
7.1. La « <i>conduite motrice</i> ».....	35
7.2. Le « <i>comportement moteur</i> ».....	35
7.3. Le « <i>transfert d'apprentissage</i> ».....	36

7.4.	L' « <i>intelligence motrice</i> »	37
7.4.1.	L' « <i>intelligence motricisante</i> »	39
7.4.2.	L' « <i>intelligence morticiée</i> »	39
7.5.	Les renversements d'alliances : Le cas des situations paradoxales	40
8.	Les conduites de décision et de préaction motrices	41
8.1.	La décision motrice simple	44
8.2.	La décision motrice complexe	45
8.3.	Le rôle de l'attention dans la décision motrice	47
8.3.1.	Les degrés de la conscience et la régulation de l'attention	47
8.3.2.	Principe du codage et du décodage sémioteurs.....	48
8.3.3.	L'attention sélective face aux stimuli de l'environnement	49
8.3.4.	L'orientation de l'attention	50
8.3.5.	La focalisation de l'attention	51
8.4.	Le rôle de la perception dans la prise de décision motrice	51
8.4.1.	La perception, les perceptions.....	52
8.4.2.	La perception visuelle.....	53
8.4.2.1.	La perception du mouvement.....	54
8.4.2.2.	La perception de la couleur.....	55
8.4.3.	La perception auditive.....	56
8.4.3.1.	Précisions terminologiques et techniques	57
8.4.3.2.	Les sons audibles et les limites du bruit.....	58
8.4.3.3.	Localisation de la direction du son	59
8.4.4.	La perception kinesthésique.....	60
8.5.	Émotions, motivations et prise de décision motrice	60
8.6.	Estime de soi physique et décision motrice	62
8.7.	Sentiment d'auto-efficacité et décision motrice.....	65
8.7.1.	Sources du sentiment d'auto-efficacité	66
8.7.2.	Sentiment d'auto-efficacité et types de tâches	67
8.8.	Rapport du pratiquant au ludosystème selon Parlebas.....	68
8.9.	Le rapport à l'espace.....	68
8.9.1.	L'espace perçu comme distance à franchir	69
8.9.2.	L'espace perçu comme cible à atteindre	69
8.9.3.	L'espace perçu comme distance d'affrontement	70
8.9.4.	L'espace perçu comme distance de garde.....	70
8.9.5.	L'espace individuel d'interaction	70
8.10.	Le rapport au temps	70
8.11.	Le rapport aux objets	71
9.	Conclusions du chapitre	73

CHAPITRE 2 : ÉTUDE DU JEU DES QUATRE COINS & CONCEPTION DU MODÈLE B-PERCEPT®.....74

Introduction	75
1. Trécarré du concept de modélisation	76
1.1. La modélisation mathématique.....	76
1.2. La modélisation des phénomènes complexes	77
1.3. La modélisation des situations motrices.....	78
1.4. La modélisation du comportement moteur	78

1.5.	La modélisation des communications motrices	79
1.6.	Le signifié des comportements et des gestes	80
2.	La modélisation des interactions motrices dans un jeu informel : Cas du jeu des « Quatre coins »	81
2.1.	Particularités liées à la forme de carré	83
2.2.	Les extensions de la forme du carré.....	86
3.	La modélisation des interactions motrices et des interactions dans l’octogone : Cas du jeu des « Huit coins ».....	86
3.1.	Les particularités de l’octogone	87
3.2.	Représentation des interactions sous la forme d’un octogone	88
3.3.	Gestion de l’espace et des distances de l’octogone.....	88
3.4.	Graphe des communications dans l’octogone.....	89
4.	Modélisation électronique de « l’octogone logique ».....	90
4.1.	Du modèle mathématique au modèle électronique.....	91
4.2.	Transposition géométrique du jeu des Huit coins	91
4.3.	Les comportements porteurs de sens.....	92
4.4.	Interprétation des comportements observables	93
4.5.	Des postures et des gestes aux signaux	94
5.	Validation expérimentale du modèle : Des Huit coins au B-percept®	94
5.1.	Étude des situations motrices : De l’observation à la conceptualisation	95
5.2.	Limites épistémologiques éventuelles du procédé de modélisation adopté	96
6.	Conclusions du chapitre	97
 CHAPITRE 3 : CONCEPTION MATÉRIELLE ET LOGICIELLE ET VALIDATION TECHNIQUE ET SCIENTIFIQUE DU B-PERCEPT®		98
Introduction		99
1.	Tracé historique et épistémologique du protocole B-percept® test	100
2.	Détermination des variables mesurables	100
2.1.	Les variables liées au milieu	101
2.2.	Représentation des stimuli	101
2.3.	Le choix du stimulus lumineux	102
2.4.	Le choix du stimulus auditif.....	103
3.	Principes de la conception électronique du B-percept®	104
3.1.	Concevoir un matériel peu encombrant.....	105
3.2.	Concevoir un système mobile.....	106
4.	Les étapes de la conception électronique du B-percept®	106
4.1.	Analyser les besoins	107

4.2.	Affiner les besoins.....	107
4.3.	Dessin des circuits et conception des logiciels	107
4.4.	Intégration du système.....	107
4.5.	Le test du système	107
5.	Étapes du prototypage et de la validation du B-percept®	108
5.1.	Le prototype électrique	108
5.2.	Prototype électronique v.1.1 : La « Boîte noire »	109
5.3.	Prototype électronique v.1.2 : Le sans-fil	110
5.3.1.	Le module B-percept C-Board.....	110
5.3.2.	Le module XBee.....	111
5.3.2.1.	La communication « RF ».....	111
5.3.2.2.	Gestion réseau	112
5.3.2.3.	La consommation	112
5.3.2.4.	Description du module XBee	112
5.3.3.	Le module B-percept S-Board.....	113
5.3.3.1.	Le Microcontrôleur Microchip 16F877A	113
5.3.3.2.	Le module RF RX-4M50RR30SF.....	115
5.3.4.	Le module B-percept P-Board.....	115
5.3.5.	Schéma de montage des composantes du module B-percept S-Board	116
6.	Liaison des différents modules du B-percept® et fonctionnement du système en protocole ZigBee™.....	116
7.	Conception de l'interface logicielle du B-percept®	117
7.1.	Le choix de développer en <i>Java Fx2</i>	118
7.2.	Analyse des besoins et intégration des modules dans l'interface <i>Java™</i>	118
7.3.	Module (1) : L'interface principale B-percept®	119
7.4.	Module (2) : L'interface de connexion (port Com).....	120
7.5.	Module (3) : L'interface de gestion de la base des données des sujets.....	121
7.6.	Module (4) : L'interface de gestion des résultats.....	122
8.	Calibrage et validation scientifique du B-percept®	122
8.1.	Calibrage du B-percept®	122
8.2.	La méthode de calibrage	123
8.3.	L'incertitude due au temps de réaction humain.....	124
8.4.	Calibrage de la mesure de la durée d'une « seconde »	124
9.	Validation du modèle par la comparaison des comportements codés dans le jeu des Huit coins avec ceux du B-percept®	126
9.1.	Les comportements répétitifs et comparables.....	126

9.2.	Les comportements non répétitifs ou spécifiques	127
10.	Analyse comparative entre les comportements d'interaction sollicités par B-percept [®] et ceux sollicités par le jeu des Huit coins	128
10.1.	Les mouvements faits avec la tête	128
10.2.	Les mouvements faits avec le tronc	129
10.3.	Les mouvements de tout le corps.....	130
10.4.	Les mouvements des bras.....	131
10.5.	Les mouvements des jambes	132
10.6.	Les positions statiques	133
11.	Conclusions du chapitre	135
CHAPITRE 4 : APPROCHE ET DISPOSITIFS DE LA RECHERCHE.....		137
	Introduction	136
1.	Position du problème et formulation des questions de la recherche	138
1.1.	Problématisation.....	138
1.2.	Questionnement.....	139
2.	Choix des variables	140
2.1.	Variable dépendante	140
2.2.	Variabes indépendantes	141
2.3.	Variabes neutralisées	141
3.	Hypothèses.....	142
3.1.	Hypothèse préalable : L'outil B-percept [®]	142
3.2.	Hypothèse spécifique (1)	142
3.3.	Hypothèse spécifique (2)	143
3.4.	Hypothèse spécifique (3)	143
3.5.	Hypothèse spécifique (4)	143
4.	Méthodes et procédures	143
5.	Protocole expérimental	144
5.1.	Population d'étude.....	145
5.2.	Choix des domaines d'action motrice à étudier	145
5.2.1.	Domaine d'action psychomotrice \overline{IPA} désigné (\emptyset).....	145
5.2.2.	Domaines d'action sociomotrice de coopération et d'opposition \overline{IPA} et \overline{IPA} désignés (PA) et (A).....	146
5.2.3.	Constitution de l'échantillon : Base de données des sujets participants	148
5.2.3.1.	Particularités de l'échantillon de l'étude.....	149
5.2.3.2.	Constitution des groupes.....	149

5.3.	Outils d'investigation	150
5.3.1.	Le protocole B-percept [®]	150
5.3.1.1.	Les tests de temps de réaction simples (TRVS et TRAS) et complexes (TRVC et TRMX)	150
5.3.1.2.	Test de prédiction des scores au B-percept [®]	154
5.3.1.3.	L'échelle d'auto-efficacité dans la résolution de problèmes	155
5.3.1.4.	L'inventaire d'estime de soi (PSPP)	156
5.3.2.	L'entretien post-test.....	157
5.3.3.	Outils statistiques d'analyse des données.....	158
6.	Plan expérimental	160
CHAPITRE 5 : RÉSULTATS DES TESTS B-PERCEPT[®] : TEMPS DE RÉACTIONS SIMPLES ET COMPLEXES.....		161
Introduction		162
1.	Analyse factorielle des résultats aux tests B-percept [®] des groupes étudiés.....	163
1.1.	Plan factoriel des résultats aux tests TRS.....	164
1.2.	Plan factoriel des résultats aux tests TRC	165
2.	Temps de réaction simples et complexes des sportifs et des non-sportifs	165
3.	Analyse des TRS et des TRC en fonction du domaine d'action motrice	167
3.1.	Temps de réaction visuel simple.....	167
3.2.	Temps de réaction auditif simple.....	168
3.3.	Temps de réaction visuels complexes	169
3.4.	Temps de réaction visuel et auditif mixtes et complexes	170
4.	Comparaison des TRS et des TRC en fonction des domaines d'action motrice.....	171
5.	Analyse des TRS et des TRC en fonction de l'algorithme moteur.....	172
5.1.	Analyse des TRVS en fonction de l'algorithme moteur	172
5.2.	Analyse des TRAS en fonction de l'algorithme moteur	173
5.3.	Analyse des TRVC en fonction de l'algorithme moteur.....	174
5.4.	Analyse des TRMX en fonction de l'algorithme moteur	175
6.	Analyse des TRS et des TRC en fonction de l'habitus moteur.	176
6.1.	Analyse du TRVS en fonction de l'habitus moteur.....	177
6.2.	Analyse du TRAS en fonction de l'habitus moteur.....	178
6.3.	Analyse du TRVC en fonction de l'habitus moteur	179
6.4.	Analyse du TRMX en fonction de l'habitus moteur	180
7.	Classification hiérarchique des temps de réactions aux stimuli simples et complexes en fonction des domaines d'action motrice.....	181
7.1.	Distribution des résultats au test TRVS selon les domaines d'action motrice	181

7.2.	Distribution des résultats au test TRAS selon les domaines d'action motrice	183
7.3.	Distribution des résultats au test TRVC selon les domaines d'action motrice	184
7.4.	Distribution des résultats au test TRMX selon les domaines d'action motrice	185
8.	Conclusions du chapitre	186
CHAPITRE 6 : RÉSULTATS DES TESTS B-PERCEPT® : PREDICTIONS DES SCORES		188
	Introduction	189
1.	Comparaison des prédictions des scores aux tests B-percept® chez les sportifs et les non-sportifs.....	190
1.1.	Prédictions des scores aux tests TRS	190
1.2.	Prédictions des scores aux tests TRC.....	191
1.3.	Comparaison entre les sportifs et les non-sportifs dans chaque test.....	193
2.	Prédictions des scores aux tests B-percept® selon le domaine d'action motrice	194
2.1.	Prédictions des scores au test TRVS.....	194
2.2.	Prédictions des scores au test TRAS.....	195
2.3.	Prédictions des scores au test TRVC	196
2.4.	Prédictions des scores au test TRMX.....	198
3.	Prédictions des scores aux tests B-percept® selon l'algorithme moteur	199
3.1.	Prédictions des scores au test TRVS.....	199
3.2.	Prédictions des scores au test TRAS.....	200
3.3.	Prédictions des scores au test TRVC.....	202
3.4.	Prédictions des scores au test TRMX.....	203
4.	Comparaison des prédictions des scores aux tests B-percept® en fonction de l'habitus moteur.....	204
4.1.	Prédictions des scores au test TRVS.....	204
4.1.1.	Avant le test TRVS.....	205
4.1.2.	Après le test TRVS.....	205
4.1.3.	Résultats réels au test TRVS	206
4.2.	Prédictions des scores au test TRAS.....	207
4.2.1.	Avant le test TRAS.....	208
4.2.2.	Après le test TRAS	208
4.2.3.	Résultats réels au test TRAS	209
4.3.	Prédictions des scores au test TRVC	210
4.3.1.	Avant le test TRVC	210
4.3.2.	Après le test TRVC	211
4.3.3.	Résultats réels au test TRVC.....	212

4.4.	Prédictions des scores au test TRMX.....	213
4.4.1.	Avant le test TRMX.....	213
4.4.2.	Après le test TRMX.....	214
4.4.3.	Résultats réels au test TRMX.....	215
5.	Conclusions du chapitre	217
CHAPITRE 7 : RÉSULTATS DES TESTS B-PERCEPT® : SENTIMENT D'AUTO-EFFICACITÉ & ESTIME DE SOI DANS LE DOMAINE CORPOREL.....		219
	Introduction	220
1.	Étude des résultats du questionnaire B-percept® d'auto-efficacité personnelle.....	221
1.1.	Analyse comparative des résultats au test d'auto-efficacité personnelle dans les situations simples et complexes	221
1.1.1.	Sentiment d'auto-efficacité face aux situations simples (TRS)	222
1.1.2.	Sentiment d'auto-efficacité face aux situations complexes (TRC)	223
1.2.	Sentiment d'auto-efficacité face aux situations simples et complexes selon le domaine d'action motrice	225
1.2.1.	Sentiment d'auto-efficacité face aux situations simples selon le domaine d'action motrice.....	225
1.2.2.	Sentiment d'auto-efficacité face aux situations complexes selon le domaine d'action motrice.....	226
1.3.	Sentiment d'auto-efficacité face aux situations simples et complexes selon l'algorithme moteur.....	227
1.3.1.	Sentiment d'auto-efficacité face aux situations simples selon l'algorithme moteur.....	227
1.3.2.	Sentiment d'auto-efficacité face aux situations complexes selon l'algorithme moteur ..	228
1.4.	Sentiment d'auto-efficacité face aux situations simples et complexes selon l'habitus moteur.....	229
1.4.1.	Sentiment d'auto-efficacité face aux situations simples selon l'habitus moteur	230
1.4.2.	Sentiment d'auto-efficacité face aux situations complexes selon l'habitus moteur	230
2.	Étude des résultats de l'inventaire d'estime de soi du point de vue corporel (PSPP)	231
2.1	Estime de soi du point de vue corporel : Selon le domaine d'action motrice	231
2.2.	Estime de soi du point de vue corporel : Selon l'algorithme moteur	233
2.3.	Estime de soi du point de vue corporel : Selon l'habitus moteur et le rôle stratégique ..	234
2.3.1.	Estime de soi du point de vue corporel en Athlétisme	234
2.3.2.	Estime de soi du point de vue corporel aux Sports de combat.....	235
2.3.3.	Estime de soi du point de vue corporel au Football, Handball et Basket-ball.....	236
3.	Conclusions du chapitre	238

CHAPITRE 8 : SYNTHÈSE & DISCUSSION DES RÉSULTATS	239
Introduction	240
1. Modèle B-percept [®] : Validation de la simulation électronique et numérique.....	241
1.1. Précision des mesures du système B-percept [®]	241
1.2. Analogie des comportements observés entre le jeu des Huit coins et le protocole B-percept [®]	242
2. Comparaison des sportifs et des non-sportifs selon les tests B-percept [®]	244
3. Effets des domaines d'action motrice sur les temps de réactions : Situons nos résultats au cœur de chaque domaine.....	244
3.1. Domaine d'activités psychomotrices (\emptyset)	245
3.2. Domaine d'activités sociomotrices d'opposition (A)	246
3.3. Domaine d'activités sociomotrices de coopération/opposition (PA).....	247
4. Effet des domaines d'action motrice sur les temps de réactions : Situons nos résultats dans les comparaisons inter-domaines d'action.....	250
4.1. Domaine psychomoteur (\emptyset) <i>versus</i> domaines sociomoteurs (A) et (PA)	250
4.2. Domaines sociomoteurs (A) <i>versus</i> (PA).....	251
5. Concordances des temps de réaction TRS et TRC avec le sentiment d'auto-efficacité et les prédictions des scores	254
5.1. Auto-efficacité et prédictions des scores aux tests TRS	254
5.2. Auto-efficacité et prédictions des scores aux tests TRC.....	255
6. Rapport entre les domaines d'action et le niveau d'estime de soi corporel	258
CONCLUSION GENERALE	261
BIBLIOGRAPHIE	270
Liste des Index	303
ANNEXES	306

Liste des abréviations

➤ **Domaines d'action motrice :**

(∅) : Domaine d'action psychomotrice où le pratiquant agit seul en action cyclique de simultanéité (course en couloir) ou acyclique d'alternance (concours de sauts ou de lancers).

(A) : Domaine d'action sociomotrice d'opposition. La logique interne du jeu impose dans ce cas l'affrontement essentiel et direct avec un adversaire.

(PA) : Domaine d'action sociomotrice d'opposition et de coopération. La logique interne suppose l'interaction pratique avec un partenaire et contre un adversaire.

➤ **Tests B-percept[®] :**

TRS : temps de réaction simple.

TRC : temps de réaction complexe.

TRVS : temps de réaction visuel simple.

TRAS : temps de réaction auditif simple.

TRVC : temps de réaction visuel complexe.

TRMX : temps de réaction mixte visuel et auditif.

➤ **Unités et termes techniques :**

dB : unité qui exprime le niveau sonore en « Décibels » en référence à Alexandre Graham Bell.

LED : diode électroluminescente.

Hertz : écrite (Hz), du nom du physicien allemand *Heinrich Hertz*.

PCB : Printed Circuit Board (circuit imprimé).

RF : fréquence radio exprimée en « Hz ».

Kbps : kilo bit par seconde qui désigne la vitesse de transmission des données par seconde.

MHz : Méga Hertz (10^6 Hz).

GHz : Giga Hertz (10^9 Hz).

LUX : le lux est une unité de mesure de l'éclairement lumineux.

IEEE : norme attribuée par « Institute of Electrical and Electronics Engineers ».

Liste des Tableaux

Chapitre 1	Page
Tableau 1. 1 : Légende des fonctions des aires du cortex visuel (Rosenzweig , Leiman <i>et al.</i> , 2001).....	56
Tableau 1. 2 : Légende des fonctions des aires du cortex visuel	58
Tableau 1. 3 : Différents niveaux de fréquences audibles (Goyé, 2002, p. 14).....	59
Tableau 1. 4 : Correspondance des distances d'interaction motrice/sociale entre Parlebas et Hall.....	70
Chapitre 2	
Tableau 2.1 : Calcul des espaces d'action interindividuelle dans les domaines d'action motrice étudiés	87
Tableau 2.2 : Matrices des réseaux d'interaction motrice entre le joueur du milieu et ceux de la périphérie.....	90
Chapitre 3	
Tableau 3. 1 : Caractéristiques techniques du Microcontrôleur 16F877A/40 pins	114
Tableau 3. 2 : Caractéristiques techniques du module RF RX-4M50RR30SF selon la documentation Aurel Ver.26012001/2015	115
Tableau 3. 3 : Comparaison des protocoles sans fil	117
Tableau 3. 4 : Durée du clignotement de la LED pour l'intervalle de « 1 » seconde.....	125
Tableau 3. 5 : Résultats des mesures et Incertitude-type estimée	126
Tableau 3. 6 : Fréquences moyennes des comportements codés aux Huit-coins et au B-percept®	127
Tableau 3. 7 : Comparaison des mouvements de la tête pour la recherche visuelle chez les sujets participant au jeu des Huit coins et au modèle de simulation B-percept®	128
Tableau 3. 8 : Comparaison de l'intervention des mouvements du tronc dans la recherche visuelle chez les sujets participant au jeu des Huit coins et au modèle de simulation B-percept®	129
Tableau 3. 9 : Comparaison de l'intervention des mouvements de tout le corps dans la recherche visuelle de sources d'interaction chez les sujets participant au jeu des Huit coins et au modèle de simulation B-percept®	130
Tableau 3. 10 : Comparaison des mouvements des bras chez les sujets, pour pointer la cible ou le signal sollicitant l'attention comme objet d'interaction avec l'environnement entre le jeu des Huit coins et le modèle de simulation B-percept® et le	131
Tableau 3. 11 : Comparaison des mouvements des bras chez les sujets, pour pointer la cible ou le signal sollicitant comme objet d'interaction avec l'environnement entre et les Huit coins et le modèle de simulation B-percept®	132
Tableau 3. 12 : Comparaison des mouvements des moments de position statique adoptés par les sujets au cours du jeu des Huit coins et du modèle de simulation B-percept®	133

Chapitre 4

Tableau 4. 1 : Spécificités des groupes participant aux expérimentations	150
Tableau 4. 2 : Plan expérimental des démarches empiriques	160

Chapitre 5

Tableau 5. 1 : Comparaison des temps de réactions simples et complexes des sportifs et des non sportifs pour la moyenne de 100 mesures répétées par le protocole B-percept®	166
Tableau 5. 2 : Comparaison des moyennes des résultats des groupes en fonction du domaine d'action durant 100 mesures au test de TRVS	167
Tableau 5. 3 : Comparaison des moyennes des résultats des groupes en fonction du domaine d'action durant 100 mesures au test de TRAS	168
Tableau 5. 4 : Comparaison des moyennes des résultats des groupes en fonction du domaine d'action durant 100 mesures au test de TRVC	169
Tableau 5. 5 : Comparaison des moyennes des résultats des groupes en fonction du domaine d'action durant 100 mesures au test de TRMX	171
Tableau 5. 6 : Comparaison des moyennes intragroupes et inter-tests, en fonction, des temps de réaction en présence de stimuli auditifs et visuels simples et complexes.	172
Tableau 5. 7 : Comparaison des moyennes des résultats des groupes en fonction de l'algorithme moteur pour 100 mesures au test de TRVS	173
Tableau 5. 8 : Comparaison des moyennes des résultats des groupes en fonction de l'algorithme moteur pour 100 mesures au test de TRAS	174
Tableau 5. 9 : Comparaison des moyennes des résultats des groupes en fonction de l'algorithme moteur pour 100 mesures au test de TRVC	175
Tableau 5. 10 : Comparaison des moyennes des résultats des groupes en fonction de l'algorithme moteur pour 100 mesures au test de TRMX	176
Tableau 5. 11 : Comparaison des moyennes des résultats des groupes en fonction de l'habitus moteur pour 100 mesures au test de TRVS	177
Tableau 5. 12 : Comparaison des moyennes des résultats des groupes en fonction de l'habitus moteur pour 100 mesures au test de TRAS	178
Tableau 5. 13 : Comparaison des moyennes des résultats des groupes en fonction de l'habitus moteur pour 100 mesures au test de TRVC	179
Tableau 5. 14 : Comparaison des moyennes des résultats des groupes en fonction de l'habitus moteur pour 100 mesures au test de TRMX	180
Tableau 5. 15 : Comparaison des distributions des proportions du temps de réaction visuel simple après 100 mesures au test de TRVS	182
Tableau 5. 16 : Comparaison des distributions des proportions du temps de réaction visuel simple après 100 mesures au test de TRAS	183
Tableau 5. 17 : Comparaison des distributions des proportions du temps de réaction visuel simple après 100 mesures au test de TRVC	184
Tableau 5. 18 : Comparaison des distributions des proportions du temps de réaction visuel simple après 100 mesures au test de TRMX	185

Chapitre 6

Tableau 6. 1 : Comparaison des résultats des prédictions de scores avant le test de TRVS en fonction de la pratique sportive (pratiquant sportif ou non-sportifs)	193
Tableau 6. 2 : Comparaison des résultats des prédictions de scores au test TRVS selon le domaine d'action motrice correspondant	194

Tableau 6. 3 : Comparaison des résultats des prédictions de scores au test TRAS selon le domaine d'action motrice correspondant.....	196
Tableau 6. 4 : Comparaison des résultats des prédictions de scores au test TRVC selon le domaine d'action motrice correspondant.....	197
Tableau 6.5 : Comparaison des résultats des prédictions de scores au test TRMX selon le domaine d'action motrice correspondant.....	198
Tableau 6. 6 : Comparaison des résultats des prédictions de scores au test TRVS selon l'algorithme moteur correspondant.....	200
Tableau 6. 7 : Comparaison des résultats des prédictions de scores au test TRAS selon l'algorithme moteur correspondant.....	201
Tableau 6. 8 : Comparaison des résultats des prédictions de scores au test TRVS selon l'algorithme moteur correspondant.....	202
Tableau 6. 9 : Comparaison des résultats des prédictions de scores au test TRVS selon l'algorithme moteur correspondant.....	203
Tableau 6. 10 : Comparaison des résultats des prédictions de scores avant le test TRVS et détermination des sous-ensembles homogènes selon l'habitus moteur du pratiquant moteur.....	205
Tableau 6. 11 : Comparaison des résultats des prédictions de scores après le test TRVS et détermination des sous-ensembles homogènes selon l'habitus moteur du pratiquant moteur.....	206
Tableau 6. 12 : Comparaison des résultats réels au test TRVS et détermination des sous-ensembles homogènes selon l'habitus moteur du pratiquant moteur.....	207
Tableau 6. 13 : Comparaison des résultats avant le test TRAS et détermination des sous-ensembles homogènes selon l'habitus moteur du pratiquant.....	208
Tableau 6. 14 : Comparaison des résultats des prédictions après le test TRAS et détermination des sous-ensembles homogènes selon l'habitus moteur du pratiquant.....	209
Tableau 6. 15 : Comparaison des résultats réels du test TRAS et détermination des sous-ensembles homogènes selon l'habitus moteur du pratiquant.....	210
Tableau 6. 16 : Comparaison des résultats avant le test TRVC et détermination des sous-ensembles homogènes selon l'habitus moteur du pratiquant.....	211
Tableau 6. 17 : Comparaison des résultats après le test TRVC et détermination des sous-ensembles homogènes selon l'habitus moteur du pratiquant.....	212
Tableau 6. 18 : Comparaison des scores réels au test TRVC et détermination des sous-ensembles homogènes selon l'habitus moteur du pratiquant.....	213
Tableau 6. 19 : Comparaison des prédictions de scores avant les tests TRMX et détermination des sous-ensembles homogènes selon l'habitus moteur du pratiquant.....	214
Tableau 6. 20 : Comparaison des prédictions de scores après le test TRMX et détermination des sous-ensembles homogènes selon l'habitus moteur du pratiquant.....	215
Tableau 6. 21 : Comparaison des prédictions des résultats réels au test TRMX et détermination des sous-ensembles homogènes selon l'habitus moteur du pratiquant.....	216

Chapitre 7

Tableau 7. 1 : Comparaison du niveau du sentiment d'auto-efficacité dans la réalisation de la tâche simple TRVS et de la tâche complexe TRVC.....	224
Tableau 7. 2 : Comparaison des résultats au test d'auto-efficacité face aux tâches simples de type TRS et détermination des sous-ensembles homogènes parmi les domaines d'action motrice étudiés.....	225
Tableau 7. 3 : Comparaison des résultats au test d'auto-efficacité face aux tâches complexes de type TRC et détermination des sous-ensembles homogènes parmi les domaines d'action motrice étudiés.....	226

Tableau 7. 4 : Comparaison des résultats au test d'auto-efficacité face aux tâches simples de type TRS et détermination des sous-ensembles homogènes selon l'algorithme moteur.....	228
Tableau 7. 5 : Comparaison des résultats au test d'auto-efficacité personnelle face aux tâches complexes de type TRC et détermination des sous-ensembles homogènes selon l'algorithme moteur....	229
Tableau 7. 6 : Matrice des corrélations (Pearson [n]) des variables formant les échelles d'estime de soi au niveau corporel.....	232
Tableau 7. 7 : Matrice des corrélations (Pearson [n]) des variables formant les échelles d'estime de soi selon le domaine d'action motrice.....	233
Tableau 7. 8 : Matrice des corrélations (Pearson [n]) des variables formant les échelles d'estime de soi selon l'algorithme moteur	233
Tableau 7. 9 : Matrice de corrélations (Pearson [n]) des variables formant les échelles d'estime de soi chez les athlètes.....	235
Tableau 7. 10 : Matrice de corrélations (Pearson [n]) des variables formant les échelles d'estime de soi chez les pratiquants de sports d'opposition.....	236
Tableau 7. 11 : Matrice de corrélations (Pearson [n]) des variables formant les échelles d'estime de soi chez les pratiquants de sports d'opposition et de coopération.....	237

Liste des Figures

Chapitre 1

Page

- Figure 1. 1 : Illustration des deux grandes catégories de jeux sportifs selon la classification de Parlebas..... 23
- Figure 1. 2 : Illustration des différentes catégories de jeux sportifs selon les caractéristiques de leurs systèmes de règles (Parlebas, 1986, p. 48) 26
- Figure 1. 3 : Illustration de deux exemples de rôles et de sous-rôles sociomoteurs de situations ludomotrices. (A) Basket-ball comme jeu sportif dont le système de réseau est stable (n-exclusif). (B) Jeu des Quatre coins, dont le système est non exclusif ou ambivalent..... 27
- Figure 1. 4 : Illustration du simplexe des huit domaines d'action motrice proposés par Parlebas (1981), où (I) représente le milieu, (P) représente le partenaire et (A) représente l'adversaire. Chaque variable surlignée indique l'absence de celle-ci. Un milieu surligné indique qu'il est certain, connu et domestiqué par le pratiquant..... 28
- Figure 1. 5 : Illustration de l'augmentation du nombre de pratiquants du Football (Domaine « PA »). Statistiques faites par le « Big Count » réalisées en 2006. 32
- Figure 1. 6 : (A) Illustration de la cartographie des aires du cortex visuel humain. (B) Illustration de la répartition des cellules (cônes) responsables de la réception de lumière sur la rétine et de la discrimination des couleurs 56
- Figure 1. 7 : Illustration de la longueur de propagation d'une onde de son en fonction du temps..... 58
- Figure 1. 8 : Illustration des trajets parcourus par l'événement auditif : (A) En fonction de la fréquence d'un son pur présenté dans l'axe de la tête (Goyé, 2002, p. 59). (B) Modèle de référence de Blauert (1969, p. 207)..... 60
- Figure 1. 9 : Structure du concept de soi selon Shavelson, Hubner *et al.* (1976, p. 413) (traduite par nos soins) 64
- Figure 1. 10 : Organisation hiérarchisée à trois niveaux des perceptions de soi selon Fox et Corbin (1989) traduite et reproduite par Ninot, Delignières *et al.* (2000) 65

Chapitre 2

- Figure 2. 1 : Représentation géométrique (A= numérique ; B = réelle) des relations d'interaction au jeu des Quatre coins. (B) et (B') Déroulement du jeu..... 82
- Figure 2. 2 : Représentations géométriques des relations d'interactions au jeu des Quatre coins (A) par rapport au carré logique des oppositions (B) 84
- Figure 2. 3 : (A) Dans le carré il existe deux relations d'« Opposition » : la contrariété et la contradiction. (B) Les deux types d'oppositions sont liés : le contraire implique la contradictoire (Moretti, 2015)..... 84
- Figure 2. 4 : Une fois superposés, les deux triangles présentant la contrariété et la contradiction font apparaître un carré logique d'oppositions avec une base qui correspond au moment d'attente

<p>dans le jeu. (B) Une fois superposés, les deux carrés laissent apparaître un rôle déclaré qui cache un sous-rôle. S = Solidaire ; R = Rival ; NS = non solidaire ; NR = non rival. (C) Illustration du réseau de changements de sous-rôles sociomoteurs (Quatre coins) selon Parlebas (1975, p. 128). Nous avons, en outre, situé et lié avec une flèche le moment d'attente entre les deux illustrations.....</p>	85
<p>Figure 2. 5 : Illustration de : (A) Nombre total d'interactions entre les joueurs des Huit coins placés en forme d'octogone des oppositions. Étant donné que le jeu est paradoxal, le nombre des arêtes double (B) Nombre total des interactions du joueur du centre avec son entourage.....</p>	89
<p>Figure 2. 6 : Conformément au jeu des Quatre coins, le modèle des Huit coins présente un bi-graphe à relations symétriques, non exclusif, complet, non équilibré.....</p>	90
<p>Figure 2. 7: (A) Situation de jeu réel des Huit coins (basketteurs). (B) Illustration des communications et matrices associées au jeu des Huit coins. Ce réseau est ambivalent, aux relations enchevêtrées [en référence aux travaux de Parlebas (1974, 2005 b)]. (C) Illustration de l'approche sémiotrice (incertitude de l'environnement sonore et/ou visuel) dénuée de communications praxiques.....</p>	95

Chapitre 3

<p>Figure 3. 1 : Type de sollicitations sensorielles et informationnelles externes évaluées par le protocole B-percept®</p>	101
<p>Figure 3. 2 : Typon du circuit imprimé (PCB) comportant les LEDs et le Buzzer afin de reproduire les stimuli visuels et auditifs (Protus 8)</p>	102
<p>Figure 3. 3 : Spectre des couleurs selon leur longueur d'onde. Ce spectre continu représente l'étalement des longueurs d'onde étudié scientifiquement pour la première fois par Isaac Newton (1643-1727). Un simple dispositif à prisme ou à réseau de diffraction, associé à une fente ou à une faible ouverture permet l'observation de ce phénomène de dispersion de la lumière blanche.</p>	103
<p>Figure 3. 4 : (A) Illustration du Buzzer monté sur la carte S-Board. (B) Dimensions en millimètre.....</p>	104
<p>Figure 3. 5 : Illustration des trois versions du système B-percept marquant les trois principales étapes de son développement matériel. La version 1.0 représente la conception gérée de façon électrique. La version 1.1 est la première conception électronique embarquée filaire. La version 1.2 est celle qui marque le passage à la transmission des données sans fil.</p>	106
<p>Figure 3. 6 : Illustration du time-line jusqu'à décembre 2018 des différentes étapes de la conception, du développement et de la validation industrielle et scientifique du B-percept®</p>	108
<p>Figure 3. 7 : Illustration du B-percept® dans sa version électrique</p>	109
<p>Figure 3. 8 : Illustration du B-percept® dans sa version électronique v1.1</p>	110
<p>Figure 3. 9 : B-percept® C-Board : interfaçage XBee2 avec circuit intégré FTDi Chip FT 232 RL</p>	111
<p>Figure 3. 10 : Le module XBee utilisé dans le système B-percept®</p>	112
<p>Figure 3. 11 : Illustration du système de communications de données RF dans un environnement à interface UART utilisant des modules XBee.....</p>	113
<p>Figure 3. 12 : Illustration et Typon du Microcontrôleur 16F877A/40 pins</p>	114
<p>Figure 3. 13 : (A) Illustration et (B) dimensions du récepteur RF de référence « RX 4M50RR30SF à 433Mhz.....</p>	115
<p>Figure 3. 14 : Schéma des liaisons des composantes du module B-percept P-Board</p>	116
<p>Figure 3. 15 : Schéma des liaisons des composantes du module B-percept S-Board</p>	116
<p>Figure 3. 16 : Comparatif des standards de transmission de données sans fil selon la portée en mètre (m) et la capacité de transfert de données en bit par seconde en méga (M).....</p>	117
<p>Figure 3. 17 : Illustration de l'interface utilisateur (IU) du B-percept® avec ses différentes fonctionnalités</p>	120

Figure 3. 18 : Interface utilisateur (IU) du B-percept [®] : configuration du port de communication et interaction avec les modules externes	121
Figure 3. 19 : Interface utilisateur (IU) du B-percept [®] : interface de gestion de la base de données des sujets participant à l'expérimentation.....	121
Figure 3. 20 : Illustration de l'interface utilisateur (IU) du B-percept [®] : illustration graphique et table des résultats des temps de réactions des sujets participants à l'expérimentation.....	122
Figure 3. 21 : Illustration du processus de calibrage : (A) Placement du B-percept [®] sur plan bleu en face de la camera à haute vitesse et synchronisation avec l'ordinateur distant. (B) Détramage de la vidéo pour avoir 480 ips. (C) Moments de changement de luminescence de la LED.....	123
Figure 3. 22 : Illustration des graphiques Bland et Altman entre les comparaisons de synchronisation : Caméra vidéo haute vitesse contre B-percept [®]	125
Figure 3. 23 : Illustration des catégories des mouvements observés et codés dans les deux situations motrices étudiées (Jeu des Huit coins et modèle B-percept [®]).	127
Figure 3. 24 : (A) Illustration des fréquences moyennes de la sollicitation de la tête au cours de la recherche de signaux visuels par le sujet au B-percept [®] (BP) et au jeu des Huit coins (EC).	129
Figure 3. 25 : (A) Illustration des fréquences moyennes de la sollicitation du tronc dans la recherche de signal visuel d'interaction chez les sujets au B-percept [®] (BP) et au jeu des Huit coins (HC).	130
Figure 3. 26 : (A) Illustration des fréquences d'utilisation du pivotement de tout le corps sur place dans la recherche de signaux visuels d'interaction au B-percept [®] (BP) et au jeu des Huit coins (EC).	131
Figure 3. 27 : (A) Illustration des moyennes de l'utilisation des bras pour pointer la direction du signal d'interaction avec l'environnement produit pour le B-percept [®] (BP) et au cours du jeu des Huit coins (EC). (B) Illustration des limites de concordance entre les deux situations motrices dans la sollicitation du bras pour pointer les cibles	132
Figure 3. 28 : (A) Illustration des fréquences moyennes de la sollicitation de la tête dans la recherche de signal visuel chez les sujets au B-percept [®] (BP) et au jeu des Huit coins (EC).	133
Figure 3. 29 : (A) Illustration des fréquences moyennes de la sollicitation de la tête dans la recherche de signal visuel chez les sujets au B-percept [®] (BP) et au jeu des Huit coins (EC). (B) Illustration de la limite d'agrément entre les deux situations motrices dans la sollicitation des mêmes types de comportements moteurs.....	134

Chapitre 4

Figure 4. 1 : Illustration des variables : dépendante, indépendantes et neutralisées définies au cours de l'étude et détermination des liens vis-à-vis des variables explicatives intégrées dans le protocole B-percept [®]	141
Figure 4. 2 : Illustration des trois pratiques sportives étudiées, appartenant au domaine d'action motrice (Ø).....	146
Figure 4. 3 : Illustration des trois pratiques sportives étudiées, appartenant au domaine d'action motrice (PA)	147
Figure 4. 4 : Illustration des trois pratiques sportives étudiées, appartenant au domaine d'action motrice (A)	148
Figure 4. 5 : Interface B-percept [®] d'informations sur le sujet en test	148
Figure 4. 6 : Zones géographiques de localisation des échantillons de l'étude en Tunisie.	149
Figure 4. 7 : Interface 1 du test B-percept [®] : (a) présente la rubrique de gestion de la base de données des sujets participant au test en cours. La rubrique (b) présente les données générales du test (lieu, date, etc.), (c) donne le choix du type de test voulu, (d) gère la luminosité ambiante en LUX. La rubrique (e) gère le nombre de stimuli, la durée et la latence. (f) gère le nombre de répétitions, la distance du signal et sa hauteur (g) est le LOG qui montre l'évolution de	

l'enregistrement des résultats et les informations concernant la communication sans fil avec les cartes électroniques (ver. 1.07/2017)	151
Figure 4. 8 : Le système de simulation B-percept [®] : l'illustration (B) montre un kinogramme à trois images du comportement de recherche de signal en temps réel par le sujet en test. L'illustration (A) montre l'utilisation d'un environnement de simulation complexe du processus utilisé pour modéliser et observer les comportements des sujets en test B-percept [®]	153
Figure 4. 9 : Différentes étapes du test B-percept [®] : temps de réaction visuel simple (TRVS), temps de réaction auditif simple (TRAS), temps de réaction visuel complexe (TRVC) et temps de réaction mixte simple et complexe (TRMX).	154
Figure 4. 10 : Interface B-percept [®] : (A) Prédiction des scores avant le test. (B) Prédiction des scores à la fin du test	155
Figure 4. 11 : Interface 2 du test B-percept [®] : Estime d'auto-efficacité (Problem-Solving Self-Efficacy Bandura, 2006).....	156
Figure 4. 12 : Interface 3 B-percept [®] : évaluation de l'estime de soi dans le domaine corporel.....	157
Figure 4. 13 : Illustration de la courbe de normalité selon laquelle nous avons fait la classification des niveaux de performances aux tests B-percept [®]	158

Chapitre 5

Figure 5. 1 : Illustration des plans factoriels et détermination des ellipses de confiance des résultats aux tests TRS (TRVS et TRAS) et TRC (TRVC et TRM) du B-percept [®] : (A) Lecture des résultats TRS en fonction de la variable pratique sportive (sportifs/non-sportifs) et des domaines d'action motrice (\emptyset , A et PA) avec détermination des barycentres (marqueurs jaunes) et des zones d'homogénéité. (B) Lecture en fonction des vecteurs de corrélations entre les domaines d'action et les tests TRS. (C) Lecture en fonction de la pratique et des domaines avec limitation des ellipses de confiance de chaque groupe eux test TRC. (D) lecture en fonction des vecteurs de corrélations entre les domaines d'action et les tests TRC.	163
Figure 5. 2 : Illustration des moyennes du temps de réaction visuel simple (TRVS), auditif simple (TRAS), visuel complexe (TRVC) et du temps de réaction auditif et visuel mixte (TRMX), chez les sportifs et les non-sportifs pour 100 essais aux protocole B-percept [®]	166
Figure 5. 3 : Moyennes du temps de réaction visuel simple (TRVS) selon le domaine d'action.....	168
Figure 5. 4 : Moyennes du temps de réaction auditif simple (TRAS) selon le domaine d'action.....	169
Figure 5. 5 : Moyennes du temps de réaction visuel complexe (TRVC) selon le domaine d'action.....	170
Figure 5. 6 : Moyennes du temps de réaction aux stimuli Mixtes (visuel et auditif) et complexes (TRMX) selon le domaine d'action.....	171
Figure 5. 7 : Illustration des moyennes des temps de réaction aux stimuli visuels simples (TRVS) selon l'algorithme moteur	173
Figure 5. 8 : Illustration des moyennes des temps de réaction aux stimuli auditifs simples (TRAS) selon l'algorithme moteur	174
Figure 5. 9 : Illustration des moyennes des temps de réaction aux stimuli visuels complexes (TRVC) selon l'algorithme moteur	175
Figure 5. 10 : Illustration des moyennes des temps de réaction aux stimuli auditifs et visuels mixtes et complexes (TRMX) selon l'algorithme moteur	176
Figure 5. 11 : Illustration des moyennes des temps de réaction aux stimuli visuels simples (TRAS) selon l'habitus moteur.....	178
Figure 5. 12 : Illustration des moyennes des temps de réaction aux stimuli auditifs simples (TRAS) selon l'habitus moteur.....	179
Figure 5. 13 : Illustration des moyennes des temps de réaction aux stimuli auditifs simples (TRAS) selon l'habitus moteur.....	180

Figure 5. 14 : Illustration des moyennes des temps de réaction aux stimuli auditifs simples (TRMX) selon l'habitus moteur.....	181
Figure 5. 15 : Illustration de la densité des performances par niveau de performance (A) et par domaine d'action motrice (B) au test B-percept [®] du temps de réaction visuel simple TRVS	182
Figure 5. 16 : Illustration de la densité des performances par niveau de performance (A) et par domaine d'action motrice (B) au test B-percept [®] du temps de réaction auditif simple TRAS	183
Figure 5. 17 : Illustration de la densité des performances par niveau de performance (A) et par domaine d'action motrice (B) au test B-percept [®] du temps de réaction visuel complexe TRVC.	184
Figure 5. 18 : Illustration de la densité des performances par niveau de performance (A) et par domaine d'action motrice (B) au test B-percept [®] du temps de réaction complexe Mixte TRMX.....	185

Chapitre 6

Figure 6. 1 : Représentation des plans factoriels des scores prédits, estimés et réalisés chez les sportifs et les non-sportifs au test de temps de réaction visuel simple (TRVS)	190
Figure 6. 2 : Représentation des plans factoriels des scores prédits, estimés et réalisés chez les sportifs et les non-sportifs au test de temps de réaction auditif simple (TRAS)	191
Figure 6. 3 : Représentation des plans factoriels des scores prédits, estimés et réalisés chez les sportifs et les non-sportifs au test de temps de réaction visuel complexe (TRVC)	192
Figure 6. 4 : Représentation des plans factoriels des scores prédits, estimés et réalisés chez les sportifs et les non-sportifs au test de temps de réaction visuel et auditif complexe (TRMX).....	192
Figure 6. 5 : Illustration en boîtes à moustaches des résultats des prédictions des sportifs et des non-sportifs aux tests simples et complexes du B-percept [®] . Une hétérogénéité remarquable des choix est illustrée chez les sportifs à travers l'étendue importante des percentiles lors des prédictions des TRVS et TRAS	193
Figure 6. 6 : Illustration en boîtes à moustaches des résultats des prédictions des scores que les sportifs pensent pouvoir puis avoir réalisé dans le test TRVS. Sur le graphique nous avons étiqueté les valeurs extrêmes, minimales et maximales, ainsi que la valeur de la médiane.	195
Figure 6. 7 : Illustration en boîtes à moustaches des résultats des prédictions des scores que les sportifs pensent pouvoir puis avoir réalisé dans le test TRAS. Sur le graphique nous avons étiqueté les valeurs extrêmes, minimales et maximales, ainsi que la valeur de la médiane.	196
Figure 6.8 : Illustration en boîtes à moustaches des résultats des prédictions des scores que les sportifs pensent pouvoir puis avoir réalisés dans le test TRVC. Sur le graphique nous avons étiqueté les valeurs extrêmes, minimales et maximales, ainsi que la valeur de la médiane.....	197
Figure 6. 9 : Illustration en boîtes à moustaches des résultats des prédictions des scores que les sportifs pensent pouvoir puis avoir réalisé dans le test TRMX. Sur le graphique nous avons étiqueté les valeurs extrêmes, minimales et maximales, ainsi que la valeur de la médiane.	198
Figure 6. 10 : Illustration en boîtes à moustaches des prédictions des scores que les sportifs pensent pouvoir puis avoir réalisé dans le test TRVS. Sur le graphique nous avons étiqueté les valeurs extrêmes, minimales et maximales en précisant l'habitus moteur du pratiquant	200
Figure 6. 11 : Illustration en boîtes à moustaches des prédictions des scores que les participants pensent pouvoir puis avoir réalisé dans le test TRAS. Sur le graphique nous avons étiqueté les valeurs extrêmes, minimales et maximales en précisant l'habitus moteur du pratiquant	203
Figure 6. 12 : Illustration en boîtes à moustaches des résultats des prédictions des scores que les participants pensent pouvoir puis avoir réalisé dans le test TRVC. Sur le graphique nous avons étiqueté les valeurs extrêmes, minimales et maximales, ainsi que la valeur de la médiane.	204
Figure 6. 13 : Illustration en boîtes à moustaches des résultats (médianes et quartiles) des prédictions des scores que les participants pensent pouvoir puis avoir réalisé, comparés aux scores réels dans le test TRMX.	205

Figure 6. 14 : Illustration en boîtes à moustaches des résultats des prédictions des scores que les participants pensent pouvoir réussir dans le test TRVS. La variation des formes de boîtes et de la valeur de la médiane ne se traduit pas, ici, en une différence statistiquement significative	206
Figure 6. 15 : Illustration en boîtes à moustaches des résultats des prédictions des scores que les participants pensent pouvoir réussir après le test TRVS. Seul le groupe des non-sportifs se détache du reste en ayant des pronostics significativement inférieurs	206
Figure 6. 16 : Illustration en boîtes à moustaches des résultats réels obtenus par les participants au test TRVS. Seul le groupe des non-sportifs se détache du reste en ayant des pronostics significativement inférieurs	207
Figure 6. 17 : Illustration en boîtes à moustaches des prédictions des scores avant le test TRAS	208
Figure 6. 18 : Illustration en boîtes à moustaches des prédictions des scores que les participants pensent avoir réussi dans le test TRAS. Seul le groupe des non-sportifs ayant des pronostics significativement inférieurs se détache du reste des participants	209
Figure 6. 19 : Illustration en boîtes à moustaches des résultats réels obtenus par les participants au test TRAS	210
Figure 6. 20 : Illustration en boîtes à moustaches des médianes et des quartiles de résultats des prédictions des scores avant le test TRVC	211
Figure 6. 21 : Illustration en boîtes à moustaches des médianes et des quartiles de résultats des prédictions des scores après le test TRVC	212
Figure 6. 22 : Illustration en boîtes à moustaches des médianes et des quartiles de résultats réels obtenus par tous les pratiquants au test TRVC selon l'habitus moteur	213
Figure 6. 23 : Illustration en boîtes à moustaches des médianes et des quartiles de résultats des prédictions des scores avant le test TRMX obtenus par tous les pratiquants selon l'habitus moteur	214
Figure 6. 24 : Illustration en boîtes à moustaches des médianes et des quartiles de résultats des prédictions des scores obtenus après le test TRMX par tous les pratiquants selon l'habitus moteur	215
Figure 6. 25 : Illustration en boîtes à moustaches des résultats des prédictions des scores que les participants pensent pouvoir puis avoir réalisé dans le test TRMX. Sur le graphique nous avons étiqueté les valeurs extrêmes, minimales et maximales, ainsi que la valeur de la médiane.	216

Chapitre 7

Figure 7. 1 : Représentation des plans factoriels des résultats au test d'auto-efficacité. Comparaison en fonction de la pratique (sportifs vs non-sportifs) et des domaines d'actions (\emptyset , A et PA). (A) Illustration du plan factoriel des tests TRS sous la forme d'ellipses de confiance en précisant les distances entre les barycentres de chaque domaine. (B) Illustration du plan factoriel des tests TRS sous la forme d'ellipses de confiance en précisant les distances entre les barycentres de chaque domaine.	221
Figure 7. 2 : Représentation des plans factoriels des corrélations entre le sentiment d'auto-efficacité dans les tests TRS et les tests TRC des scores prédits, estimés et réalisés. Comparaison en fonction des domaines d'actions (\emptyset , A et PA). (C) Illustration de la projection des tests simples et complexes avant rotation. (D) Illustration de la projection des tests simples et complexes après rotation Varimax	222
Figure 7. 3 : Plans factoriels illustrant les vecteurs de corrélations entre le sentiment d'auto-efficacité et les différentes prédictions aux tests TRS (TRVS et TRAS) et TRC (TRVC et TRMX)	223
Figure 7. 4 : Illustration des estimations d'auto-efficacité des sportifs et des non-sportifs face à la résolution des problèmes liés aux tâches simples et complexes	224

Figure 7. 5 : Illustration en boîtes à moustaches des résultats des réponses aux questionnaires d'auto-efficacité face aux tâches simples (Bandura, 2006) et illustration des pratiquants selon leur sentiment d'auto-efficacité personnelle et en fonction de leur domaine	226
Figure 7. 6 : Illustration en boîtes à moustaches des résultats des réponses aux questionnaires d'auto-efficacité face aux tâches complexes (Bandura, 2006) et illustration des pratiquants selon leur sentiment d'auto-efficacité personnelle en fonction de leurs domaines	227
Figure 7. 7 : Illustration en boîtes à moustaches des résultats des réponses aux questionnaires d'auto-efficacité (Bandura, 2006) et illustration des pratiquants selon leur sentiment d'auto-efficacité en fonction de l'algorithme moteur	228
Figure 7. 8 : Illustration en boîtes à moustaches des résultats des réponses aux questionnaires d'auto-efficacité face aux tâches simples (Bandura, 2006) et illustration des pratiquants selon leur sentiment d'auto-efficacité fonction de l'algorithme moteur	229
Figure 7. 9 : Illustration en boîtes à moustaches des médianes et des quartiles des résultats des réponses aux questionnaires d'auto-efficacité face aux tâches complexes (Bandura 2006) face à la résolution d'une tâche simple de type TRS, en fonction de l'habitus moteur du joueur	230
Figure 7. 10 : Illustration en boîtes à moustaches des médianes et des quartiles des résultats des réponses aux questionnaires d'auto-efficacité (Bandura, 2006) face à la résolution d'une tâche complexe de type TRC, en fonction de l'habitus moteur du joueur	231
Figure 7. 11 : Illustration des plans factoriels des ellipses de confiance et des vecteurs de corrélations entre les domaines et les sous-domaines selon le domaine d'actions motrices	232
Figure 7. 12 : Illustration des plans factoriels des ellipses de confiance et des vecteurs de corrélations entre les domaines et les sous-domaines selon l'algorithme moteur	234
Figure 7. 13 : Illustration des plans factoriels des ellipses de confiance et des vecteurs de corrélations entre les domaines et les sous-domaines selon l'habitus moteur chez les pratiquants du domaine (\emptyset)	235
Figure 7.14 : Illustration des plans factoriels des ellipses de confiance et des vecteurs de corrélations entre les domaines et les sous-domaines selon l'habitus moteur chez les pratiquants du domaine (A)	236
Figure 7.15 : Illustration des plans factoriels des ellipses de confiance et des vecteurs de corrélations entre les domaines et les sous-domaines selon l'habitus moteur chez les pratiquants du domaine (PA)	237

Chapitre 8

Figure 8. 1 : Illustration récapitulant les moyennes obtenues au terme de cent essais dans les tests TRS (TRVS et TRAS)	249
Figure 8. 2 : Illustration récapitulant les moyennes obtenues au terme de cent essais dans les tests TRC (TRVC et TRMX)	250
Figure 8. 3 : Comparaison de : (A) la position de recherche de signal au test B-percept [®] à (B), celle du combat chez les sportifs du domaine (A) tout en précisant que dans B-percept [®] ils n'avaient d'adversaires, donc ils n'étaient pas au même degré de sémiotricité	253
Figure 8. 4 : Illustration récapitulative des pourcentages de réponses obtenues selon le classement suivant : « Rapide », « Moyen », « Lent » pour le temps de réaction simple ; « Très efficace », « Efficace » et « Peu efficace » pour le sentiment d'auto-efficacité lors du test TRS	257

Figure 8. 5 : Illustration récapitulative des pourcentages de réponses obtenues selon le classement suivant : « Rapide », « Moyen », « Lent » pour le temps de réaction simple ; « Très efficace », « Efficace » et « Peu efficace » pour le sentiment d'auto-efficacité lors du test TRC..... 257

Introduction générale

*« Tant que je serai enseignant, je serai étudiant,
je ne vois pas comment je pourrais faire autrement si je veux donner un enseignement de qualité ».*

Pierre Parlebas (1975)

La complexité organisée (Morin, 1992) de l'environnement ou du système spatial (Lussault, 2016) dans laquelle l'homme peut évoluer le transforme lui-même en un système complexe (Legay, 1997), ce qui rend de nombreuses notions importantes pour l'explication et la compréhension du comportement de l'individu en action difficiles à explorer de façon exhaustive de la part de l'observateur dans le champ des Sciences Humaines et Sociales. Au demeurant, les levées successives de certains obstacles épistémologiques au cours des années 70 et 80, notamment avec le déclin du Behaviorisme et du Cognitivism (Jodelet, 2003), ont permis de prendre en compte le rôle des structures mentales dans la construction des interactions cognitives actives entre l'homme et son environnement. Elles ont abouti, en outre, à une nouvelle conception de l'élaboration des conduites de l'homme (Janet, 1889), tributaire de facteurs individuels et sociaux (Jodelet, 2003).

Les études menées depuis une trentaine d'années sur l'organisation des processus de l'apprentissage cognitif et moteur en fonction des formes d'interactions avec l'environnement (Dehaene-Lambertz, 2004 ; Langan et Seidler, 2011 ; Dehaene, 2012 ; Schwarb et Schumacher, 2012 ; Dehaene, 2013 ; Inhelder, Sinclair *et al.*, 2014 ; Turocy, 2015) ont également fait appel à plusieurs approches (telles que : psychodynamique, comportementale, sociale, ethnologique, génétique, cognitive) dont les critères de vérifications relèvent davantage de nouvelles perspectives de la recherche provoquée par un changement de paradigmes dans diverses sciences humaines (Denault, Larivée *et al.*, 2015). En effet, le développement des méthodes d'analyses et la sollicitation de technologies nouvelles dans les travaux de recherche expérimentale (Bianchi-Berthouze, Kim *et al.*, 2007 ; Bianchi-Berthouze, 2013 ; Caramiaux, Bevilacqua *et al.*, 2014) produisent actuellement des résultats riches et de plus en plus précis. Au demeurant, les travaux récents de Dehaene-Lambertz (2004), Seidler (2010) et Dehaene (2012) sur l'apprentissage et la mémoire, par exemple, mettent en valeur l'effet d'une pratique prolongée dans l'apparition de modifications réelles dans les comportements de l'homme. Dans ce sens, d'autres recherches

antérieures (Jacobson et Spiro, 1995 ; Perrenoud, 1997 ; Delignières, 2006) avaient déjà précisé que pour avoir des modifications permanentes, la pratique doit se faire dans un contexte d'interactions entre l'homme et son environnement où « *la mise en jeu de systèmes de signes directement associés aux conduites motrices* » (Parlebas, 1999, p. 324) pourrait agir sur le temps de réaction, la nature de l'attention sollicitée ou l'implication des émotions et des sentiments.

Les contraintes liées à la « générosité » du système de signes¹ et à la pluralité des sens véhiculés par le comportement humain (Abric, 1999) multiplient les difficultés face à toutes les formes d'analyses, notamment celles qui se basent sur l'observation. En effet, certaines situations ludomotrices (jeux sportifs), par leur richesse et leur complexité, peuvent restreindre le jugement de l'observateur sur ce qu'il voit ou note à travers ce que l'individu en action *peut, sait* ou, même, *veut* montrer aux autres. Manifestement, c'est à ce niveau que se révèle la nécessité d'avoir de l'objectivité dans le jugement des conduites et des prises de décisions observées *in vivo* dans les situations motrices et les jeux sportifs.

Or, la pédagogie et la didactique des activités physiques et sportives font partie des domaines d'investigations scientifiques qui s'intéressent de près à l'étude de la conduite motrice et à l'apprentissage moteur, sachant que l'évaluation d'un joueur/élève agissant n'est pas aisée. En effet, cette dernière se confronte au regard de l'examineur dont les méthodes d'investigation révèlent quelques difficultés à apprécier l'objectivité d'une aisance ludomotrice dans un contexte particulier que représentent les activités physiques et sportives. Cette objectivité est remise en question dès lors qu'elle est confrontée à la complexité des interactions humaines collectives ou interindividuelles (sports collectifs, jeux de raquette, de combat, etc.). L'action du joueur est conditionnée par l'autre ou les autres ; difficile, donc, d'évaluer un individu au cœur d'un collectif. La subjectivité de l'évaluateur pourrait poser problème si elle influence le jugement (Bachelard, 1938), notamment quand l'organisation des variables à observer et le questionnement sont établis à l'avance (Brousseau, 1978).

Manifestement, la revue de différents travaux portant sur le traitement pédagogique et didactique des contenus d'apprentissages cognitifs et moteurs dans les Jeux et le Sport (Coulibaly et Deman, 1978 ; Delignières et Garsault, 1993 ; Chevallard, 1994 ; Piasenta, 1994 ; Amade-Escot, 1996 ; Bertoni, Häusler *et al.*, 2006 ; Piasenta, 2011) montre que plusieurs de ces études ont tenté de faire face aux adversités liées à l'intervention de l'examineur. Certains de ces travaux ont eu recours à la méthode d'observation directe, aux questionnaires, aux interviews ou à des grilles et des échelles de notation, comme principaux outils de recueil systématique des données *in situ*.

¹Traité chez Pierre Parlebas sous le concept de SÉMIOTRICITÉ, c'est-à-dire : « *nature et champ des situations motrices envisagées sous l'angle de la mise en jeu de système de signes directement associés aux conduites motrices des participants* » (Parlebas, 1999, p. 324).

Parallèlement, l'enregistrement suivi de visionnages analytiques de vidéos, vigoureusement recommandés par Brousseau (1978) ; Bertoni , Häusler *et al.* (2006) font, depuis une décennie d'années, le sel de domaines tels que la didactique des activités physiques et sportives (APS). Assurément, le croisement de toutes ces méthodes (sources et données) est une plus-value, dès lors que nous nous intéressons à « *l'homme total* », selon l'expression de Mauss (1936, p. 8). Toutefois, ce croisement ne peut aucunement cacher certaines limites face à l'analyse du comportement et des conduites de l'homme en action *in vivo* (De Ketele, Gérard *et al.*, 1997). Cet état des lieux nous amène à voir ce que propose, entre autres, la praxéologie motrice, jeune science créée par Pierre Parlebas (1968). Dans ce sens, et à l'instar d'autres praxéologues, Dugas (2011 *b*) y voit des propositions susceptibles d'aider à la compréhension d'un individu agissant dans un contexte particulier lié à l'étude du champ ludomoteur. Ainsi, dit-il en déterminant l'assise de son approche : « *c'est dans le cadre de la praxéologie motrice créée par Pierre Parlebas depuis plus de quarante ans (années 60) que nous puiserons certains niveaux de la compréhension* » Dugas (2011 *b*, p. 11). Ce sont les problèmes posés et la méthode suivie qui justifient ce choix : « *N'a-t-il pas écrit judicieusement [continue Dugas en parlant de Parlebas] qu'il y a du "jeu" dans le "je" ? Cela nous conduit à étudier le jeu comme un système modélisable pour la compréhension de l'accomplissement ludomoteur* » Dugas (2011 *b*, p. 11). En effet, cette démarche d'analyse structurale et systémique s'inscrit dans la mouvance des études liées aux traitements pédagogique et didactique des activités physiques et sportives et dans d'autres domaines¹. Elle cherche de la nouveauté, des innovations dans les procédures afin de recueillir, traiter et comprendre les conduites des individus au cours de leur intervention dans les situations ludiques. D'ailleurs, c'est dans ce sens que les travaux de praxéologie ont conduit graduellement à l'analyse de la *logique interne*² de telles situations, car le pratiquant — qui évolue dans un rapport consubstantiel avec les composantes de son milieu — serait constamment soumis à des « *contraintes structurelles associées aux règles du jeu considéré* » (Parlebas, 1981, p. 134) et qui peuvent façonner sa conduite. Ces notions sont confirmées également par les travaux de Level, Dugas *et al.* (2010) qui considèrent que : « *les systèmes de contraintes et de possibilités qui dépendent des règles officielles du sport vont révéler l'expressivité de l'individu agissant. Le pratiquant se façonne ici dans une mise en jeu corporelle en se confrontant à lui-même, aux autres et au milieu physique* » (Level, Dugas *et al.*, 2010, p. 3). D'autres

¹ « *Au-delà des STAPS, J.-P. Augustin en géographie humaine, J.-P. Warnier en anthropologie, R. Boudon, A. Degenne, V. Lemieux et E. Lazega en sociologie, D. Oberlé et J.-L. Beauvois, R. Daval en psychologie sociale ont tous, à des titres différents, et en fonction de leurs propres problématiques de recherche, fait référence aux travaux de P. Parlebas* » (Bordes, Collard *et al.*, 2007, p. 32).

² LOGIQUE INTERNE : « *système de traits pertinents d'une situation motrice et des conséquences qu'il entraîne dans l'accomplissement de l'action motrice correspondante* » (Parlebas, 1999, p. 216 [1981]).

praxéologues – tels que Luc Collard – ont pu, à l'appui de la praxéologie motrice, traiter de façon originale les activités à risque, l'agressivité ou encore les techniques de nage au prisme de la logique interne des activités ludiques ou sportives (Collard, 1998, 2004, 2009).

Parallèlement aux multiples logiques internes que le champ des pratiques ludomotrices pourrait regrouper, l'analyse structurale et systémique spécifie aussi une logique dite « *externe* ». Cette dernière est en lien étroit avec la première. Toutefois, elle réunit des facteurs liés aux caractéristiques propres du sujet en action (sexe, âge, personnalité, motivation, interrelations, dynamique de groupe, etc.). Selon Parlebas (1999) : « *la logique interne d'une pratique motrice peut être réinterprétée de l'extérieur, par une logique "externe" qui lui attribue des significations symboliques nouvelles ou insolites* » (Parlebas, 1999, p. 220). De même, la logique externe recouvre des facteurs extérieurs de type organisationnel, économique, culturel, politique, institutionnel, etc. Une fois que ces facteurs externes sont pris en compte par l'observateur, ils lui permettront de localiser des cloisonnements et des rapprochements expliquant certains comportements du sujet agissant. Nous prenons pour exemple le changement marquant dans la position de certaines sociétés envers des sports comme le Football, qui a évolué d'une activité ludique populaire et répandue à un champ d'avenir dans lequel les parents « investissent » (Brohm, 2006) leurs enfants, depuis leur jeune âge, afin d'apprendre les techniques et le savoir-faire nécessaires pour faire d'eux un « *Zidane* »¹ ou un « *Ronaldo* »².

Or, ce même enfant aurait pu apprendre à jouer au Football rien qu'en s'engageant, en interaction avec ses pairs, dans les matchs organisés de façon conventionnelle au pied d'un immeuble. En effet, la compréhension de la logique interne nécessaire pour établir des interactions motrices essentielles au jeu du Football n'est pas liée aux ressources financières importantes, investies pour l'organisation des entraînements ou des matchs de compétition, ni même au houlà médiatique inculqué par les institutions à cette activité ludosportive en particulier.

L'avantage de la méthode d'analyse structurale et systémique est qu'elle a permis à Parlebas, depuis les années soixante, d'établir une classification scientifique de l'ensemble du champ des activités ludomotrices dans un éventail de « *domaines d'action motrice* »³ à partir de

¹ ZINEDINE YAZID ZIDANE, né le 23 juin 1972 à Marseille, est un footballeur international français (d'origine algérienne) devenu entraîneur. Durant sa carrière de joueur, entre 1988 et 2006, il évolue au poste de milieu offensif, comme meneur de jeu. C'est un joueur très populaire en France et dans le monde, notamment depuis qu'il a remporté la Coupe du monde en 1998.

² RONALDO LUIS NAZÁRIO DE LIMA, dit Ronaldo, né le 22 septembre 1976 à Bento Ribeiro, un quartier pauvre de Rio de Janeiro, est un joueur de Football international brésilien très populaire de son époque, qui évoluait au poste d'avant-centre. Ronaldo représente un exemple de lutte sociale en évoluant d'un petit vendeur dans les stades à une star internationale du Football professionnel.

³ DOMAINE D'ACTION MOTRICE : « *champ dans lequel toutes les pratiques corporelles d'appartenance sont censées être homogènes au regard des critères précis d'action motrice* » (Parlebas, 1999, p. 103).

l'interprétation de la logique interne des pratiques ludosportives. Cette classification est établie en fonction de trois critères opérationnels : *l'interaction directe avec un ou des partenaire (s) (P)*, *contre un ou des adversaire (s) (A)*, et *en fonction de la présence d'incertitude liée au milieu physique (I)*. Ainsi, l'organisation des activités ludomotrices a pu donner une partition en huit classes de domaines (homogènes et disjoints) dans lesquels chaque activité a été indexée à une catégorie d'action motrice et une seule, « *de façon à éviter [...] les doubles ou triples appartenances qui provoquent tant d'ambiguïtés et de dérives* » (Parlebas, 1999, p. 104). Ce travail fut le premier pas concret dans la création d'une méthode d'analyse scientifique sous un angle logicomathématique. Les nombreuses recherches qui se sont succédées par la suite, notamment avec Bordes, Collard *et al.* (2007) ; Obœuf, Collard *et al.* (2008) ; Collard (2009) ; Dugas (2010, 2011a, 2011 b) ; Besombes, Lech *et al.* (2016), ont pu ainsi tracer de nouveaux repères pour la compréhension des conduites, des interactions et des décisions de l'homme en action.

La démarche des praxéologues a fortement influencé notre méthode de travail et nos procédures de recherche. Homme de terrain « imprégné » du champ de l'action motrice, aussi bien dans le cadre de l'enseignement scolaire que dans celui de l'entraînement sportif de haut niveau, nous nous sommes intéressés, très tôt, à l'observation et à l'analyse des *interactions motrices* au cours de l'apprentissage moteur et de son transfert¹. C'est grâce au cumul de plusieurs travaux de recherche menés, en partie, au ras la *glèbe* et la *plèbe*, que nous avons appris à analyser la complexité de la *décision* motrice au travers de la transparence et/ou de l'opacité du geste et des communications entre les sujets agissants.

À vrai dire, c'est en faisant recours à certaines situations ludomotrices (jeu des Quatre coins, jeu des Sept cailloux, la rivière des crocodiles, etc.) peu ordinaires chez des populations sportives tenant à la sophistication du geste et du mouvement et veillant à parfaire leurs actions, qu'il a été possible d'entrevoir certaines limites dans les prises de décisions, particulièrement chez les sportifs face à des jeux ambivalents et notamment celui des « Quatre coins ». L'intérêt que nous avons porté à ce premier constat, issu du champ empirique, s'est vu renforcé au fil des années en incluant de plus en plus de spécialistes venant de pratiques différentes (athlètes, handballeurs, footballeurs, boxeurs, judokas et autres).

¹ Travaux de recherche personnels au cours des études universitaires de 1995 à 2002 (Projet de Fin d'Études - PFE et Diplôme des Études Approfondies - DEA) et encadrement de travaux de recherches de PFE et des Masters depuis 2004.

Le jeu des Quatre coins est un jeu paradoxal¹, simple à comprendre et à jouer, qui met en jeu cinq joueurs, dont quatre sont placés sous la forme d'un carré et le cinquième est situé au milieu essayant de s'emparer d'un des coins au cours des échanges de places effectués par ses adversaires. Nous avons eu la possibilité de proposer ce jeu de façon « audacieuse » parmi des tests² (physiques et techniques) pour des joueurs, des athlètes ainsi que pour des élèves. Notre objectif était d'apprécier leur capacité de résolution des problèmes, une fois que le joueur à évaluer se retrouve au milieu du carré. Parlebas (1974, 1985, 1992, 2005 *b*) fut pratiquement le seul, depuis plus d'une quarantaine d'années, à avoir étudié le jeu des Quatre coins. C'était, une initiative peu ordinaire à une époque où le *Sport*, lui-même, était relégué au bout du rang des recherches en sociologie. Parlebas a sollicité le jeu des Quatre coins afin d'expliquer, à travers sa simplicité apparente, la profondeur des structures du jeu dit « *paradoxal* » face aux structures logiques du *jeu institutionnel*. À vrai dire, c'est à ce niveau que nous avons trouvé les sources pour comprendre un constat d'observations digne d'intérêt. Incontestablement, nous nous sommes interrogés à propos du retentissement de l'expérience motrice acquise dans un domaine de pratique corporelle déterminé sur la capacité de résolution de problèmes, notamment d'ordre moteur, chez les sportifs. Ce questionnement nous semble légitime en partant du fait que chaque domaine d'action motrice véhicule sa propre logique interne qui impose certains schémas d'actions spécifiques sur la conduite motrice du pratiquant et instaure des *habitus moteurs*³ (Parlebas, 1999). Or, il serait intéressant de comprendre si les sportifs pourraient, également, être influencés au niveau de leur vitesse et de leur efficacité dans le décodage et le traitement des sollicitations informationnelles prélevées dans leur environnement, notamment dans les situations complexes ou ambivalentes.

Effectivement, nos études bibliographiques autour des jeux paradoxaux et, plus particulièrement le jeu des Quatre coins, ont permis de révéler certaines spécificités liées à sa forme géométrique (forme du carré). Ainsi, nous avons pu croiser, modestement et à notre niveau de compréhension, les analyses faites par Parlebas (1972, 1974, 2005 *a*, 2010) à travers la théorie des graphes avec celles effectuées par des philosophes (Lukasiewicz, Cassin *et al.*, 1991 ; Chatti, 2013 ; Moretti, 2015) et qui faisaient référence, entre autres, au *carré logique*⁴ chez Aristote.

¹ JEU PARADOXAL : « *Jeu sportif dont les règles de pratique entraînent des interactions motrices affectées d'ambiguïté et d'ambivalence, débouchant sur des effets contradictoires et irrationnels* » (Parlebas, 1999, p. 192).

² Nous avons traité ce contenu dans le cadre de trois recherches non publiées (PFE) avec des étudiants en licence fondamentale en éducation physique (de 2006, 2008 et 2012).

³ L'HABITUS chez Parlebas : « *Habitudes et attitudes socialement acquises qui sous-tendent et prédéterminent partiellement les façons de penser, se sentir et d'agir de tout individu et traduisent notamment le rapport qu'il entretient avec son corps* » (Parlebas, 1999, p. 159 [1981]). Dans la même continuité, mais avec plus de précision, Dugas et Collard fait appel à la notion de la motricité en évoquant la notion d' « *Habitus Moteur* » (Dugas et Collard, 2009).

⁴ Le carré logique est appelé aussi carré des *oppositions* (Chatti, 2013).

Grâce à une affluence d'analyses¹ portant sur la forme géométrique et les sens du carré et de ses extensions (Moretti, 2010 ; Chatti, 2013), nous avons découvert que le carré des « logiciens » avait une base qui pourrait être décrite comme neutre, à savoir : le lien logique entre les composantes est un lien de « *non-contrariété* » et en même temps de « *non-contradiction* » (Moretti, 2012). Cette particularité se reproduit parfaitement dans les rôles attribués aux joueurs des Quatre coins, où le joueur est en situation d'attente (Parlebas et Schmitt, 1975). En effet, ce moment d'attente qui représente un degré « zéro » du comportement moteur a du sens pour les praxéologues, puisqu'il pourrait bien s'agir d'un moment de réflexion, d'élaboration des stratégies et de prises de décisions : en somme, pas d'habileté dans l'immobilité, mais une conduite qui a du sens. L'observation du déroulement du jeu nous a montré, en outre, que ce moment est variable selon le groupe d'individus et selon le lien² vis-à-vis du joueur se trouvant au milieu du carré.

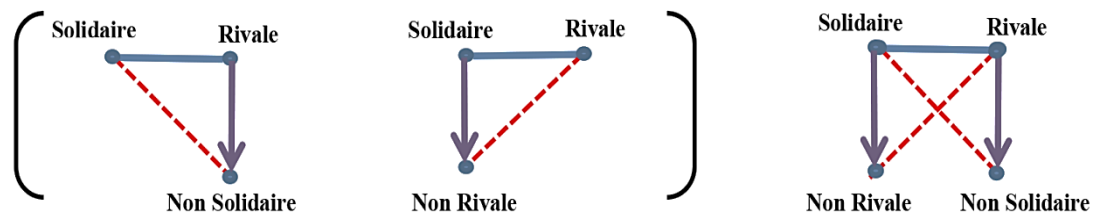


Figure 1 : Une fois superposées, les deux triangles présentant la contrariété et la contradiction font apparaître un carré logique d'oppositions avec une base qui correspond au moment d'attente dans le jeu

Les constats auxquels nous sommes parvenus nous ont exhortés à doubler le nombre de participants pour avoir une forme octogonale (Kalinowski, 1981 ; Smessaert et Demey, 2014 ; Moretti, 2015), qui pourrait éventuellement augmenter la probabilité de libérer plus facilement des coins pour le joueur du milieu. En parallèle, nous avons espéré dynamiser les déplacements des autres joueurs de coins. Toutefois, l'observation de la nouvelle situation de jeu en « Huit coins » a montré que, face à une augmentation de probabilité de déplacements, le joueur du milieu bougeait moins souvent. Plus encore, il passait plus de temps à tourner sur place à la recherche de coins vides ou même à observer et à réfléchir.

Le retour d'expérience suite à la mise en pratique de la nouvelle situation de jeu en Huit coins, structurellement et logiquement en lien avec le jeu des Quatre coins, nous a inspiré pour proposer un modèle d'interaction pratique entre le joueur du milieu et son environnement, afin de lui faire reproduire des comportements similaires de recherche spatiale des sources d'interaction et que ce modèle soit reproductible et fiable. En effet, la question était de

¹ Expliqué de façon exhaustive dans le deuxième chapitre de cette thèse.

² Ici, nous parlons des liens relatifs aux relations d'affinités entre le groupe participant (travail mené dans le cadre de deux PFE).

transformer, dans un processus quasi expérimental, la complexité de la communication *homme-à-homme* (Abric, 1999 ; Schmidt et Cohn, 2001 ; Hennel-Brzozowska, 2008 ; Schiaratura, 2013). En étant conscients que ces modifications appliquées au jeu pourraient mener à la disparition de toute forme de communication praxique¹, nous avons surtout cherché à réduire au minimum toutes les formes d'intervention humaine dans ce processus.

Notre deuxième étape de recherche bibliographique, visant les méthodes et les outils nécessaires et utiles pour mener à bien la modélisation du jeu des Huit coins en un protocole expérimental, a été menée principalement dans les travaux de la praxéologie (Parlebas, 1992, 2005 *b* ; Bordes, Collard *et al.*, 2007 ; Dugas, 2010 ; Level, Dugas *et al.*, 2010 ; Parlebas, 2010), de la psychologie expérimentale (Sperling et Melchner, 1978 ; Posner, Snyder *et al.*, 1980 ; Sperling et Reeves, 1980 ; Bégin, 1992 ; Siéoff, 1998 ; Palix, 2006 ; Rimmele, Jolsvai *et al.*, 2011) et de la psychologie sociale (Hall, 1971 ; Parlebas, 1992 ; Abric, 1999, 2001). Ces investigations ont abouti à l'idée de concevoir un boîtier électrique afin d'émettre des signaux visuels, auditifs et mixtes avec lesquels le joueur situé au milieu de l'octogone pouvait interagir au cours du jeu. En effet, la conception de ce système électronique et numérique vise à proposer au sportif des simulations, simples et complexes, d'interaction de haute sémiotricité afin de simuler, le plus fidèlement possible, les sollicitations auditives et/ou visuelles auxquelles il est soumis lors de son action. La simulation proposée par ce système serait un moyen maîtrisé pour dévoiler, afin de mesurer : le moment, la vitesse et l'efficacité de la décision motrice prise par l'individu. Nous avons désigné ce système de simulation et de mesures « B-percept[®] » en lui attribuant l'initiale du prénom de son inventeur.

Les expériences menées par essais et erreurs se sont multipliées et ont rempli notre carnet d'observations, ce qui a imposé de multiples retours vers les théories traitant du signal lumineux (Giustiniano, Tippenhauer *et al.*, 2012 ; Huang et Chan, 2014 ; Ko, Yan *et al.*, 2014 ; Jones, Garcia *et al.*, 2015), le son (Bell, 1880 ; Blauert, 1969 ; Salazar et Molero-Castro, 1998 ; Rimmele, Jolsvai *et al.*, 2011 ; Caramiaux, Bevilacqua *et al.*, 2014 ; Weiming, Songming *et al.*, 2015 ; Murata, Kuroda *et al.*, 2017), le temps de réaction humain, la gestion automatique et la randomisation électronique (Ross, 2002 ; Salagnac, 2008 ; Lian, Hsiao *et al.*, 2013), etc. En effet, cette étape nous a conduits, à travers une formation « autodidacte » en électronique, à concevoir un système électronique et numérique programmable, autonome et stable qui pouvait modéliser la gestion des signaux auditifs et visuels conçus pour « simuler » la présence des joueurs de

¹ COMMUNICATION PRAXIQUE : « *interaction motrice essentielle* ». La communication praxique comprend deux grandes catégories : d'une part la communication praxique directe (communication et contre communication motrice), d'autre part la communication praxique indirecte, subordonnée à la première, qu'elle oriente, facilite et prépare (gestèmes et praxèmes) (Parlebas, 1999, p. 64).

l'octogone, sans pour autant prétendre remplacer les formes de communications praxiques réelles entre joueurs. Enfin, le joueur du milieu s'est retrouvé, pour la première fois, face à une interaction randomisée avec un système électronique autonome. La version électronique¹ du B-percept[®] a aussi permis de minimiser le rôle de l'examineur, devenu ainsi limité à l'installation et l'explication des procédures de l'évaluation.

C'est à la manière dont la deuxième loi de la thermodynamique est apparue que nous avons monté la charpente de cette démarche quasi expérimentale qui repose sur les fondements d'une analyse systémique et structurale dans le but de produire, de façon peu commune, un modèle électronique et numérique. L'objectif étant d'étudier le temps de réaction, la prise de décision et les réponses motrices aux divers stimuli de l'environnement *in vivo*.

Les multiples retours au terrain suite aux diverses expérimentations² étaient enrichissants, notamment sous les impulsions d'analyses réflexives et des critiques instructives lors des conférences, des congrès et du retour des évaluateurs reçu lors des premières propositions de publications. C'est ainsi que la version électronique sans fil a valu au B-percept[®] la reconnaissance industrielle³ et la validation scientifique⁴.

En dépit d'un long périple scientifique suscitant des allers-retours entre terrain, cheminement réflexif et convocation de références scientifiques, les interrogations émises lors de nos premiers balbutiements par observation autour du jeu des Quatre coins demeuraient encore nombreuses, notamment face à des sportifs se trouvant au centre du carré ou de l'octogone.

Ces joueurs continuaient à rencontrer des difficultés à prendre des décisions motrices rapides pour sortir de leur position.

Voici quelques-unes de nos interrogations :

- Est-ce que le manque de mouvements chez le joueur du milieu est dû à une lenteur de réactivité de sa part ?
- Ce manque de réactivité résulte-t-il d'un état de confusion face à une multitude d'interactions dans lesquelles des amitiés apparentes, mais éphémères et des coalitions se nouent et se dénouent au rythme du jeu entre les adversaires (placés en périphérie) ?
- Selon que le sportif est footballeur, tennisman (interactions entre joueurs), nageur ou gymnaste (interaction avec un milieu figé), cela influence-t-il ses choix et décisions ?

¹ Démarche détaillée au cours du troisième chapitre, consacré en entier à la description des étapes de la conception et à la validation scientifique du protocole.

² Travaux menés dans le cadre de recherches de masters sur des sportifs, des militaires et sur des personnes en situation de déficience motrice.

³ Brevet d'invention enregistré sous : INNORPI – n° 24747.

⁴ Publications dans des revues internationales spécialisées entre 2017 et 2018.

La recherche de réponses à ces interrogations devient primordiale puisqu'elle est la clé de voûte de la problématique de notre thèse, à savoir : l'étude des effets de la logique interne selon le domaine d'action motrice du pratiquant sur le développement du temps de la réponse motrice aux stimuli simples et complexes, jugés fondamentaux pour la prise de décision et l'anticipation motrice (Teichner, 1954 ; Smits-Bandstra, 2010 ; Reddy, Eckner *et al.*, 2014 ; Hulsdunker, Struder *et al.*, 2017 ; Roberts, Hemmings *et al.*, 2017). Sachant que la sphère individuelle (logique externe) peut influencer les réponses obtenues, il serait intéressant de croiser les résultats selon le domaine d'action des pratiquants avec des facteurs autres, tels que : le sentiment d'auto-efficacité et l'estime de soi dans le domaine corporel (Fox et Corbin, 1989 ; Ninot, Delignières *et al.*, 2000). En effet, comme il s'agit pour nous d'un premier travail scientifique d'envergure mettant en pratique l'emploi du protocole B-percept[®], et afin de pouvoir trouver les ressources de comparaisons avec les travaux d'autres praxéologues (Parlebas, 2005 *a*, 2005 *b* ; Bordes, Collard *et al.*, 2007 ; Mendiague, 2008 ; Collard, 2009 ; Dugas, 2010 ; Parlebas, 2010 ; Dugas, 2011 *a* ; Besombes, Lech *et al.*, 2016), trois domaines d'action ont fait l'objet de notre intérêt :

- Le domaine d'action où le sujet agit en solo et où il interagit uniquement avec un milieu physique et matériel dépourvu d'ambiguïté (Course en couloir, Nage en couloir, Lancers, Saut, Gymnastique, etc.). Ce domaine est désigné par « l'ensemble vide » (\emptyset).
- Le domaine d'action où l'individu est uniquement en situation d'opposition avec autrui. L'interaction est alors basée sur la contre-communication et l'affrontement (Boxe, Taekwondo, Judo, etc.). Ce domaine est désigné par la lettre (A) comme « adversaire ».
- Le domaine d'action d'opposition et de coopération, où le sujet pourrait trouver l'aide d'un partenaire pour mener à bien son action motrice contre son adversaire (Handball, Football, Basket-ball, etc.). Nous avons désigné par (PA).

La problématique de ce travail de thèse trouve sa cause notionnelle dans le champ effervescent de la pédagogie des conduites motrices. Elle pourrait être traitée sous les quatre interrogations suivantes :

- 1) Quelles seraient les possibilités et la pertinence de la modélisation d'une situation ludique paradoxale (le cas du jeu des Quatre coins) en un protocole quasi expérimental par le biais de moyens de simulation électronique et numérique ? Quelles seraient les limites du modèle ?
- 2) Comparés au même modèle de référence de simulation électronique et numérique, quelles seraient les effets des différences intra-domaine et inter-domaines d'action motrice (\emptyset), (A) et (PA) concernant :

- a. Le temps de réponse motrice aux stimuli visuels ou auditifs simples ?
 - b. Le temps de réponse motrice aux stimuli visuels ou mixtes (visuels et auditifs) complexes ?
- 3) Quel(s) serait (aient) le(s) rapport(s) entre les effets de la pratique dans chaque domaine d'action motrice étudié et le sentiment d'auto-efficacité personnelle du pratiquant, ainsi que sa capacité de prédiction des scores ?
 - 4) Quel(s) serait (aient) le(s) rapport(s) entre les effets de la pratique dans chaque domaine d'action motrice étudié et l'estime de soi dans le domaine corporel ?

Ce foisonnement de questions s'associe à notre conviction de vouloir trouver des moyens d'investigation et des outils fiables pouvant être congruents avec les conditions environnementales dans lesquelles l'individu agissant se meut. En effet, le principal constat issu de nos récentes lectures révèle que la majorité des récentes études menées sur l'analyse du temps de décision se fait *in vitro* et se restreint à des manipulations de souris ou de claviers face à des stimuli inducteurs provenant d'un écran. Nous citons, ici, quelques exemples de travaux sur : l'analyse des réactions visiomotrices des conducteurs (Brooks, Seeanner *et al.*, 2017), l'étude des traumatismes cérébraux légers (Womack, Paliotta *et al.*, 2017), l'étude du temps de réaction des sportifs (Gerrard, Iverson *et al.*, 2017 ; Hulsdunker, Struder *et al.*, 2017). Pour notre part, nous avons tenté de créer un dispositif qui engage la quasi-totalité de la motricité du sujet dans un contexte quasi-ludique sollicitant le corps de l'individu et proposant des échanges dynamiques avec des composantes de l'environnement (Ben Ali, Dugas *et al.*, 2017 ; Ben Ali, Naceur *et al.*, 2017 ; Ben Ali, Oueslati *et al.*, 2018). Ce système, que nous avons conçu et sollicité dans le cadre de cette thèse, est toujours en cours d'amélioration.

Dans un contexte élargi et au-delà des résultats que nous obtiendrons, les répercussions pourraient être riches de résonance dans la sphère de l'éducation (programmation des activités physiques en EPS, stimulations cognitivomotrices, etc.), dans le champ de la rééducation, du handicap, de l'entraînement dans certaines professions à risque, etc. Mais nous y reviendrons dans la partie conclusive de notre recherche.

Ce travail de thèse répartit, ainsi, huit chapitres en deux grandes parties. Dans la première, nous avons articulé trois chapitres dont le premier énonce et définit les concepts et présente une revue de la littérature ; le second met en valeur la démarche et les multiples étapes de la modélisation du jeu des Quatre coins en modèle électronique et numérique. Un troisième chapitre décrit les étapes de la conception et de la validation du système B-percept[®].

La seconde partie de ce travail comporte quatre chapitres dont le premier est consacré à la méthodologie de la thèse. Les trois chapitres suivants présentent l'analyse des résultats des

investigations empiriques. Enfin, un dernier chapitre est consacré à l'interprétation et à la discussion générale. Enfin, nous exposerons, dans la conclusion de ce travail, les difficultés rencontrées, les contraintes et les limites décelées tout au long de notre périple scientifique.

Assurément, ce travail contourne les voies de la platitude, en essayant d'emprunter un sentier hybride entre les sciences de l'homme, les sciences de l'éducation, les sciences et techniques des activités physiques et sportives et l'ingénierie électronique et numérique. Toutefois, nous rejoignons, ainsi, consciemment les travaux d'une pléiade de chercheurs¹ de divers domaines qui trouvent de plus en plus leur méthode dans la « *praxéo-logie* » proposée par les outils de la praxéologie motrice, développés eux-mêmes du cadre de la science de l'action motrice. Nous espérons, à la lumière des perspectives d'évolution du B-percept[®] vers de nouveaux champs d'application, pouvoir ajouter une pierre à l'édifice de cette science.

¹ « Nombreux sont les auteurs qui [...] s'inscrivent dans le champ de l'action motrice : M. Delaunay, R. Pfister, P. Conquet, J. Ody, E. Erbani, A. Raufast, M.H. Brousse, G. Combaz, M. Bouet, A. Menaut pour les plus connus. Au-delà des STAPS, J.-P. Augustin en géographie humaine, J.-P. Warnier en anthropologie, R. Boudon, A. Degenne, V. Lemieux et E. Lazega en sociologie, D. Oberlé et J.-L. Beauvois, R. Daval en psychologie sociale ont tous, à des titres différents, et en fonction de leurs propres problématiques de recherche, fait référence aux travaux de P. Parlebas » (Bordes, Collard et coll., 2007, p. 32). De ces travaux français (mais aussi étrangers : en Espagne, Amérique latine, Afrique du nord, Suisse, Italie, etc.), bon nombre de chercheurs ont vérifié la pertinence de cette démarche (Dugas, 2011 b).

C. 1

Fondements Théoriques & Conceptuels

« Peut-être l'étude de la structure des jeux pratiqués par les sociétés aura-t-elle alors un rôle aussi révélateur que celle des structures de la parenté ».

Marc Barbut (1967)

INTRODUCTION

Le premier chapitre de la thèse prend ancrage dans les axiomes de la *science de l'action motrice*, afin de localiser les jalons et l'empoutrerie de la démarche d'analyse systémique et structurale de l'action motrice. Nous consacrons la première partie du chapitre à la définition et à l'argument des concepts de base, en assurant, autant de fois que nécessaire, une exemplification et une recherche de connexité avec la problématique de notre thèse. Dans une deuxième partie, nous cernons le champ de la revue littéraire, autour du concept de *décision motrice* en le traitant sous diverses facettes, notamment en lien avec les processus cognitifs considérés comme inextricables de l'action humaine (perception, attention, etc.). Enfin, dans la dernière partie de ce chapitre nous, passons en revue les enjeux de l'étude de la science de l'action à travers les domaines d'action motrice, en auscultant les principaux domaines de recherches scientifiques qui s'intéressent à *l'homme en action*.

1. Fondements épistémologiques de « l'homme en action »

L'homme est un « tout », écrit Dugas (2011 *b*), pour décrire « l'homme systémique », dans le sens où il serait crédule de continuer à penser que nous pouvons étudier l'homme en action sous une facette unique et singulière, dès lors que l'influence de la société sur l'individu est, sans aucun doute, très grande. En effet, sans l'autre, comme disait Sartre (1943) dans son livre « *L'Être et le Néant* », nous serions tous différents de ce que nous sommes, puisque « *la conscience individuelle n'est que le reflet du regard des autres* » (Guggenheim, 1966, p. 536). Ainsi, notre vie affective serait moins riche, notre pensée moins développée et moins précise (tous les systèmes de mesure étant sociaux) et notre action moins réfléchie (Vinciarelli, Salamin *et al.*, 2009). Il est indéniable, selon Bergson (1932), que les conceptions morales et religieuses de l'humanité aient évolué en fonction des transformations sociales et de la valorisation du produit social (savoir, culture, pratiques motrices, etc.). C'est pour cette raison qu'une explication psychologique, mécanique, physiologique ou cybernétique ne peut être, à elle seule, complète, sans faire intervenir les facteurs sociaux et environnementaux (Bachelard, 1938 ; Parlebas, 1967 ; Parlebas et Schmitt, 1975).

2. L'homme en action sous la loupe des sciences

Les travaux récents sur l'apprentissage et la mémoire, traitant, entre autres, les formes d'apprentissage moteur (Dehaene, 2007 ; Watson, 2008 ; Seidler, 2010 ; Smits-Bandstra, 2010 ; Del Missier, Mantyla *et al.*, 2013 ; Inhelder, Sinclair *et al.*, 2014), mettent en avant la nécessité d'une pratique prolongée pour voir apparaître des modifications mesurables dans le comportement (Hong et Cho, 2004 ; Hall, Coats *et al.*, 2005 ; Vinciarelli, Salamin *et al.*, 2009), ou dans la vitesse de décision et de l'action (Ritesh et Tejas, 2012 ; Balakrishnan, Uppinakudru *et al.*, 2014 *b* ; Eckner, Kutcher *et al.*, 2014 ; Reddy, Eckner *et al.*, 2014 ; Kuboki, Sugase-Miyamoto *et al.*, 2016), ou aussi, dans l'interaction avec l'environnement. Didier Delignières (2006) note, dans ce sens, que « *Les apprentissages les plus signifiants, pour les élèves, renvoient [...] à l'acquisition de nouvelles techniques, car c'est par ce biais que de nouveaux pouvoirs sur l'environnement peuvent être développés* » (Delignières, 2006, p. 70).

2.1. L'apprentissage comme question perdurable dans la recherche

De multiples études ont été menées autour du processus d'apprentissage et des différences interindividuelles dans l'acquisition, la gestion et le transfert de la connaissance. Ainsi, Edward Thorndike (1914, 1931) a posé, par exemple, le problème de la différence entre les résultats des individus en apprentissage, en partant de sa conception de l'esprit humain qui le considère comme « *une machine pour produire des réactions particulières dans des situations*

particulières » (Woodworth et Thorndike, 1901, p. 248). Pour, Bartlett (1948); Koch et Zumbach (2002); Verbruggen et Logan (2008), c'est l'effet de la connaissance des résultats sur l'amélioration de l'apprentissage qui serait important à déterminer. Ces constatations ont été émises en lien avec des études qu'il a menées dans l'étude du temps de réponse aux stimuli. En effet, Bartlett (1948) avait considéré depuis les années cinquante que « *la croyance répandue [à son époque] selon laquelle la pratique conduit à la perfection n'est pas vraie. C'est la pratique dont les résultats sont connus, qui mène à la perfection* » (Bartlett, 1948, p. 48).

Dans un autre contexte de travaux Hull, Hovland *et al.* (1940); Bilodeau (1952) ont mentionné que plus la période de repos après l'apprentissage est longue, mieux sera le gain ou le souvenir, à cause de ce qu'ils ont appelé : « *dissipation de l'inhibition réactive* ». Cette idée a été défendue aussi par Buekers (1994); Ceux, Wagemans *et al.* (2005).

Face à ce champ étendu de recherches, dont nous n'avons passé en revue que l'essentiel pour notre travail, se dresse un problème majeur qui est « *l'étude de l'action motrice de l'homme* », et qui nous semble constituer une pierre angulaire dans la quête de compréhension de l'homme. Ainsi, cet objet a figuré dans le registre de théories, notamment : génétique, structuraliste (Piaget, 1977), behavioriste (Wallon, 1947, 1970), cognitiviste, ainsi qu'en psychocinétique (Le Boulch, 1967) et en théorie écologique (Gibson, 1966; Reed, 1988), etc. Ces approches ont traité l'action motrice de l'homme (entre autres : en sport, comme étant forme sociale de référence) au travers d'une conviction conflictuelle contraignant leurs concepts à être aux antipodes : « *ceux qui, souvent par une conviction issue de l'expérience, considèrent les sports comme une création culturelle positive, et ceux qui au contraire, y voient surtout la mécanisation des corps, la mise en scène de la violence, un nouvel opium du peuple* » (Daring, 2008, p. 9).

Objet convoité par les recherches expérimentales, l'action motrice de l'homme s'est également vue devenir sujette d'intérêt des sciences cognitives (Corbetta, Miezin *et al.*, 1993; Crottaz-Herbette, 2001; Collie, Maruff *et al.*, 2003; Dehaene, 2013; Glass, Maddox *et al.*, 2013; Park, Byun *et al.*, 2013; Drugowitsch, DeAngelis *et al.*, 2014; Bompas, Hedge *et al.*, 2017; Gerrard, Iverson *et al.*, 2017), qui présentent régulièrement de nouveaux résultats riches et précis, notamment, grâce à la sollicitation de matériel sophistiqué tel que l'Imagerie par Résonance Magnétique fonctionnelle (IRMf) (Pignat, 2005). De surcroît, il faut noter que depuis quelques années, d'importantes initiatives de recherches sont menées à travers des méthodes et des outils peu conventionnels (notamment avec la massification de composantes électroniques embarquées bon marché), pour des investigations en dehors des laboratoires, mais qui sont assez fiables et rigoureuses (Blas, Padullés *et al.*, 2012) (Gierczuk et Bujak, 2014) dont l'objectif est de pallier aux éventuelles approximations annotées aux travaux menés, jusqu'ici, *in vivo* en dehors des laboratoires.

Parallèlement aux sciences dites « *dures* », les sciences de l'intervention (Musard, Loquet *et al.*, 2010), sous l'égide de la didactique et de la pédagogie se sont intéressées, entre autres, à la motricité et à l'apprentissage moteur. Toutefois, leurs démarches n'ont réussi jusque-là à s'exonder des formes d'analyses feutrées par le manque de moyens et d'outils subjectifs, qui permettra de pallier l'approximation due à l'appréciation de l'observateur qui, par moments, qualifiera un joueur de plus performant qu'un autre en se référant naïvement à sa rapidité dans le jeu ou à son aisance gestuelle. Or, la simple appréciation ne suffit plus de nos jours pour relever le défi de la fiabilité et de la rigueur scientifiques.

2.2. Du point de vue de la science de « l'action motrice »

En effet, depuis sa proposition dans les travaux de Parlebas (1967, 1999), l'organisation des pratiques ludomotrices en domaines d'action a eu comme objectif de mettre de l'ordre de façon lucide et scientifique dans un patrimoine socioculturel jusqu'ici émietté entre les sciences humaines, les sciences biologiques, les neurosciences et autres. Cette unification de l'objet de l'étude sous un seul hymne systémique et structural apporte des enjeux pour plusieurs domaines de recherche gravitant autour de l'homme en action.

À l'instar d'autres praxéologues, Éric Dugas voit dans les solutions avancées par la praxéologie motrice les meilleures qui peuvent résoudre les problèmes liés à l'étude du champ ludomoteur. Ainsi, dit-il, en déterminant l'assise de son approche : « *c'est dans le cadre de la praxéologie motrice créée par Pierre Parlebas depuis plus de quarante ans (années 60) que nous puiserons certains niveaux de la compréhension* ». Ce sont les problèmes posés et la méthode suivie qui justifient ce choix : « *N'a-t-il pas écrit judicieusement [continue Dugas] qu'il y a du "jeu" dans le "je"? Cela nous conduit à étudier le jeu comme un système modélisable pour la compréhension de l'accomplissement ludomoteur* » Dugas (2011 *b*, p.11). En effet, cette démarche d'analyse structurale et systémique s'inscrit dans la mouvance actuelle des études liées au traitement pédagogique et didactique des activités physiques et sportives. Elle cherche de la nouveauté dans les procédures afin de recueillir, traiter et comprendre les conduites des sujets au cours de leur intervention dans les situations ludiques. D'ailleurs, c'est dans ce sens que les travaux de praxéologie (Bordes, Collard *et al.*, 2007 ; Dugas et During, 2007 ; Mendiague, 2008 ; Obœuf, Collard *et al.*, 2008 ; Dugas, 2010 ; Level, Dugas *et al.*, 2010 ; Dugas, 2011 *a* ; Hebert et Dugas, 2011) ont conduit graduellement à l'analyse de la logique interne de telles situations, car le pratiquant, qui évolue dans un rapport consubstantiel avec les composantes de son milieu, serait constamment soumis à des « *contraintes structurelles associées aux règles du jeu considéré* » (Parlebas, 1981, p. 134) et qui peuvent façonner sa conduite. Ces notions sont confirmées, également, par les travaux de Level, Dugas *et al.*, (2010) qui considèrent que : « *les*

systèmes de contraintes et de possibilités qui dépendent des règles officielles du sport vont révéler l'expressivité de l'individu agissant. Le pratiquant se façonne ici dans une mise en jeu corporelle en se confrontant à lui-même, aux autres et au milieu physique » (Level, Dugas et al., 2010, p. 3).

De même, la logique externe recouvre des facteurs extérieurs de type : organisationnel, économique, culturel, politique et institutionnel, etc. qui aident l'observateur à localiser des cloisonnements et des rapprochements expliquant certains comportements du sujet agissant (Hebert et Dugas, 2011). L'originalité de la démarche praxéologique consiste dans le fait qu'elle associe les mathématiques (sciences dites « exactes ») à l'étude des jeux et des sports en respectant l'impératif de s'appuyer sur une théorie des jeux sportifs. Le but étant de continuer l'édification des fondements scientifiques d'une science de l'action motrice.

3. Précisions conceptuelles

Mettre de l'ordre dans un ensemble de composantes, quelles que soient leurs valeurs ou la façon de les appréhender, se révèle être « *un moment épistémologique capital de la construction scientifique* » (Parlebas, 1999, p. 46). En effet, la difficulté liée à toute tâche de classification, indépendamment de son objet, réside dans le fait qu'elle pourrait illico être sujette à des critiques déconcertantes, du moment que le choix fait par le scientifique pourrait reposer, lui-même, sur sa façon catégorielle de percevoir les phénomènes dans leur entité, leur agencement entre eux ainsi qu'à leur adéquation à l'environnement étudié.

Les pratiques « *ludomotrices* »¹ de l'homme n'échappent aucunement à cette règle, puisqu'elles ont connu maintes formes de classifications sous le joug de champs transdisciplinaires multiples. Ainsi, à l'ère des premières nomenclatures attachées à la description utile de l'ordre naturel fixe et stable depuis l'origine de la Création (Grange, 2011), chaque singularité végétale ou animale a eu une définition, et a pris une place dans une tenure péremptoire que Linné (1802) considère à son époque comme évidence rationnelle. Il avait souligné ainsi que : « *Au commencement des choses pour chaque espèce de vivant, il fut créé une paire unique du sexe. La raison nous en persuade* » (cité par Grange, 2011, p. 2). Cette idée fut une règle à son époque, notamment lors des grandes classifications biologiques menées au cours des 18^e et 19^e siècles (Guyénot, 1941) et qui ont toutefois été détrônées avec le darwinisme qui a mené à une sorte de « *rupture épistémologique* » au sens bachelardien, avec l'idée astreignante qui transforme la classification en une forme de catégorisation rigide. En effet, le rendu des travaux de Darwin, notamment son ouvrage « *De l'origine des espèces* » (Darwin, 1862), a transformé la classification en une sorte

¹ LUDOMOTRICITÉ : « *nature et champ des situations motrices qui correspondent aux jeux sportifs* » (Parlebas, 1999, p. 225).

d'analyse qui laisse de la place à « *l'inclassable* » (Parlebas, 1999, p. 47), et ouvre la porte aux traitements rationnels scientifiques.

3.1. Concept de « *l'action motrice* »

En effet, l'action motrice est irréductible à la simple motricité du sujet agissant (Delaunay, 1981, in [Dugas, 2011 *b*, p. 17]), elle est plutôt le produit d'un pratiquant dans un contexte spécifique et selon un « *algorithme moteur* »¹ donné qui se déploie en fonction d'une organisation particulière et des codes spécifiques mettant en jeu un sujet en action ou un groupe ou même un système d'interactions de plusieurs groupes de pratiquants.

Parlebas considère l'action motrice comme le moment d'achèvement de la conduite du sujet. Il considère, ainsi, que : « *la conduite d'un individu [...] s'exprime par le mouvement* » (Parlebas et Schmitt, 1975). En effet, il relève l'action motrice du simple acte organique et biomécanique, dans lequel le mot « *mouvement* » la renferme, à une dimension plurielle, qui admet l'intégration de facteurs régulateurs, d'actes réfléchis et de comportements sous l'égide de la raison (Meunier, 2016). Cette dimension trouve son écho dans les écrits de l'épistémologue Gilles Gaston Granger (1995) qui considère, de son côté, « *la nature des phénomènes de comportement humain qui portent une charge de signification [s'oppose] à leur transformation simple en objets, c'est-à-dire en schémas abstraits, logiquement et mathématiquement manipulables* » (Granger, 1995, p. 85). C'est ainsi que la vision mécaniste, dans laquelle l'action humaine s'est longtemps inféodée, a pu être détrônée graduellement depuis les années soixante, afin de laisser la place à une nouvelle dimension d'une action motrice qui invoque des aspects cognitifs. Il s'agit d'une « *intelligence motricisée* » (Dugas, 2011 *b*, p. 16) qui traduit l'expression motrice des habiletés mentales chez le pratiquant, que Voyer (1995) souligne, en précisant que : « *Le jeu est l'activité humaine générique, qui donne son mouvement à la pensée. Le jeu préfigure l'aliénation. Oscillation, dualité, va-et-vient tour à tour régulier et irrégulier, la perception du jeu est le jeu de la perception. La liberté et le doute sont les deux extrêmes entre lesquels se jouent cette oscillation, et la communication* » (Voyer, 1995, p. 36).

3.2. Concept de « *domaine* » de l'action motrice

Ayant fait l'objet de plusieurs recherches depuis son apparition dans les travaux de Pierre Parlebas à la fin des années soixante (Dugas, 2004 ; Bordes, Collard *et al.*, 2007 ; Dugas et Bordes, 2008 ; Dugas, 2011 *a*, 2011 *b*), le concept de domaine d'action ne cesse d'intéresser les

¹ ALGORITHME MOTEUR : « *Schéma d'organisation d'une action motrice qui se traduit par une succession ordonnée et automatisée de comportements moteurs programmés, aboutissant à l'accomplissement de la tâche motrice visée* » (Parlebas, 1999, p. 39).

chercheurs dans leurs analyses et méta-analyses de plus en plus fines du champ de l'action motrice. En effet, en dépit de son « *exclusivité* » et son « *exhaustivité* » (Dugas, 2011 *b*, p. 56), le système de classification en domaines d'action reste plein d'entrain, notamment face à l'effervescence de certaines pratiques sportives et à l'intervention des technologies et des processus de la modélisation et des virtualisations du comportement humain. Les domaines de l'action motrice ne figurent pas uniquement comme objet de recherche en praxéologie motrice, mais aussi en sciences de l'intervention telles que la didactique et la pédagogie, les sciences de l'éducation, les sciences de l'homme, les sciences de la santé et de la prévention ou même les sciences techniques et technologiques.

Les tentatives de reclassification restent pourtant possibles, du moment que toutes les sciences, y compris, les sciences dites *exactes*, peuvent se voir repenser leurs résultats mêmes les plus évidents (Dugas, 2011 *b*).

4. Principes de la classification systémique et structurale des jeux sportifs : Un redéploiement ou une conception ?

Malgré une place avouée par des ethnologues tels que Mauss (1936), des historiens et sociologues tels que Huizinga (1949) et Caillois (1955) ou des psychologues comme Piaget (1977), la pratique ludique de l'homme n'a connu, au cours de l'histoire, que des tentatives d'indexation socioculturelle du jeu de façon étroite à la société. La pratique ludique a été considérée, ainsi, de façon évidente, comme un produit des multiples foisonnements de la société. Ainsi, Huizinga la présente, par exemple dans son ouvrage « *Homo Ludens* », comme une fonction sociale : « *Play as a special form of activity, as a "significant form", as a social function - that is our subject* »¹ (Huizinga, 1949, p. 4). Une autre formule de classification a été présentée par Édouard Claparède (1908), dans laquelle il classe les jeux en deux catégories ; les jeux stimulant les fonctions générales relatifs à la méthode dite de « *réception* » (jeux sensoriels, affectifs, ou d'inhibition, etc.), et les jeux stimulant les fonctions spéciales liées à la méthode dite de « *réaction* » (jeux de hasard, de simulacre, jeux sociaux, etc.) (Benhammoud, 2010).

Parallèlement, des mathématiciens tels que Barbut (1967) ont révélé du jeu ses facettes socio-économiques sous l'angle de la classification apparentée à la « *théorie des Jeux* ». Il fallait, ainsi, attendre les années 60 du 20^e siècle pour voir apparaître un nouvel axiome qui part de fondements systémiques et structuraux, et reposant sur un fondement logico-mathématique et ayant la prétention de faire « ressortir » le jeu sportif de « l'ombre » (Parlebas et Schmitt 1975)

¹ « *Jouer en tant que forme spéciale d'activité, en tant que "forme significative", en tant que fonction sociale - c'est notre sujet* » traduite par nos soins.

des préjugés défavorables, détrônés depuis, et ayant réduit le jeu sportif à une simple activité physique. En effet, les travaux menés par Parlebas (1967, 1974, 1985, 1992) ont permis de mener une analyse des aspects structurels et organisationnels et de dégager les différents rapports à l'espace, au temps, à autrui et aux objets. Ainsi, le fondement du questionnement autour du jeu sportif, par exemple, est passé du « *Quoi ?* » au « *Comment ?* » et au lieu de s'interroger sur : « Qu'est-ce que jouer ? », la question est devenue : « *Comment fonctionne un jeu sportif ?* ». Une deuxième rupture épistémologique est ainsi faite avec le modèle descriptif des jeux sportifs et une nouvelle ère analytique l'a subrogé, ayant comme gyroscope de bord la modélisation mathématique (Parlebas, 1985, 2005 *b*) qui a permis, pour la première fois, de tracer une nouvelle donne de classification des jeux et des sports en partant de leurs poutres maîtresses, dites « *logique interne* » (Parlebas, 1999, p. 216).

Le projet de la classification proposé par Parlebas depuis une cinquantaine d'années a fait transiter le flux des recherches menées en « miettes » autour de l'activité physique et sportive, vers un nouvel objet de travail scientifiquement plus homogène. Il a, ainsi, jeté l'ancre d'une véritable « *science de l'action motrice* » (Bordes, Collard *et al.*, 2007) qui a, *in fine*, redoré le blason des jeux sportifs dans leur sphère des pratiques « *ludo-corporelles* » (Parlebas, 2010) et socioculturelles de la façon avec laquelle nous la considérons aujourd'hui. Toutefois, certaines questions s'empressent d'être posées, quand nous feuilletons les quinze pages de l'ouvrage « *Jeux, Sports Et Sociétés* » (Parlebas, 1999, pp. 46-61), destinées à la définition de la classification des jeux sportifs ; « *s'agit-il d'un simple redéploiement des pratiques ludomotrices connues dans un nouvel ordre ?* » ou bien « *s'agit-il d'une nouvelle conception qui sort, par son contenu structurel et procédural, de la normalité de ses prédécesseurs ?* ».

La revue littéraire du parcours de travaux et d'analyses proposés par les multiples recherches en praxéologie motrice a permis de concevoir une nouvelle approche de la classification des jeux sportifs. Cette approche, qui repose sur quatre étapes, a donné lieu à une répartition des jeux en huit domaines distincts. En effet, dans une première étape, Parlebas a mis en lumière les fondements sur lesquels se faisait le *distinguo* entre les pratiques ludosportives dans la société moderne. Cette étape a visé le détrônement des nuances que Parlebas considère comme « *quelque peu naïves* » (Parlebas et Schmitt, 1975, p. 104), concernant la supériorité du sport par rapport aux autres formes de pratique ludosportive. Dans une deuxième étape, il a proposé une analyse fine des différents repères logico-déductifs qui justifient sa nouvelle classification proposée en deux branches (sports institutionnels *versus* sport traditionnels), notamment la délimitation des quatre bases conceptuelles du mot « *sport* » : action motrice, code, compétition et institutionnalisation. Une troisième étape est venue traiter les assises logico-mathématiques

des pratiques motrices et au cours de laquelle il a adopté la modélisation comme moyen d'analyse dans sa démarche systémique et structurale des jeux et des sports. Parlebas (1999) a proposé, ainsi, de distinguer entre les pratiques ludomotrices sur la base de leur logique interne, de leur logique externe et sur la base des interactions que le sujet entreprend avec les composantes de son environnement d'action. À ce niveau, Parlebas (1986) conçoit la distinction d'une première forme de classification en deux grands domaines d'action de pratiques ludomotrices : le domaine *psychomoteur* et le domaine *sociomoteur* (Figure 1.1). Cette étape d'analyse a donné lieu de son côté à huit domaines d'action motrice distincts en partant de trois facteurs : le milieu, le partenaire et l'adversaire (Figure 1.2). Ainsi, la combinaison entre ces trois composantes, dans leur présence et leur absence, a permis d'englober la quasi-totalité des champs de pratiques motrices de l'homme.

Parlebas a ainsi traité non seulement les différentes formes d'organisation des jeux dans l'espace et dans le temps, mais aussi, et surtout, les types de communication qu'elles suggèrent entre les acteurs engagés dans l'action (Parlebas, 1987). Cette nouvelle articulation du geste et du mouvement, au-delà des limites supposées par un lien aux origines (Bourdieu, 1985), a permis de comprendre l'action motrice du sportif comme une expression non verbale véhiculant un sens de façon efficace. La communication motrice est traitée, ainsi, sur un pied d'égalité avec l'articulation verbale, ce qui a annoncé le passage d'une sémiotique verbale vers une sémiotricité « *gestuelle* » où le signal, la course, ou le regard trouvent leur juste valeur dans la communication de l'intention.

4.1. Le fondement institutionnel

Deux grandes catégories de jeux sportifs ont vu le jour à travers le postulat de Parlebas (1986, p. 48). D'un côté, les jeux « *hyperinstitutionnalisés* », usuels dans la société « moderne » et, de l'autre côté, les jeux simplement codifiés « *répudiés* » par celle-ci, car accusés de « *stérilité médiatique* » (Figure 1.1). En effet, Parlebas (1999) a déterminé, à l'issue de ses analyses, que la différence entre les deux catégories réside dans le fait que, contrairement aux jeux traditionnels, le sport est devenu au fil du temps, entièrement inséré dans l'institution sociale. La preuve et les conséquences de cette insertion sont notables, notamment dans l'exploitation publicitaire multiforme véhiculée en masse, lors de chaque manifestation sportive, vers un public de plus en plus universel appartenant aux sociétés des quatre coins du globe. Ainsi, ni les origines ni les ethnies ne justifient la mise en index d'un match de la Coupe du monde de Football. En effet, l'accroissement du nombre de « *spectateurs/consommateurs* » a renversé la donne puisque l'évolution des règles, l'organisation du jeu, la recomposition d'une équipe ou le choix même du moment de la compétition sont soumis à la subordination du marché publicitaire. De ce fait, « *les*

règles des jeux hyperinstitutionnalisés se transforment actuellement non pas sous la pression des impératifs éducatifs, mais sous celle des impératifs socio-économiques dont notamment la recherche de la rentabilité économique » (Parlebas et Schmitt, 1975, p. 104).

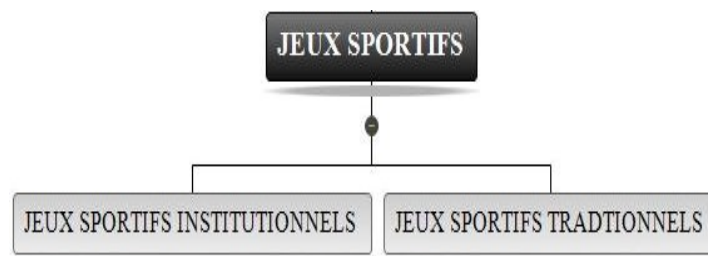


Figure 1. 1 : Illustration des deux grandes catégories de jeux sportifs selon la classification de Parlebas (1999)

Face à cette catégorie ingénument décrite de « sports supérieurs », Parlebas dresse un arsenal de pratiques ludosportives non moins connues et non moins complexes que le sport. Toutefois, l'intromission de ces pratiques ludosportives dans le vécu propre de chaque société a fait qu'elles soient moins rigidifiées. Ces pratiques motrices, appelées par Parlebas : « *jeux sportifs non institutionnels* » ou « *jeux traditionnels* » (Parlebas, 1999, p. 205) ont des règles qui peuvent admettre maintes variations au gré du contexte ou des pratiquants. Ces règles sont modelables et peuvent être conventionnelles. Elles peuvent admettre l'invention de nouvelles variantes incitant, ainsi, la créativité du pratiquant. Les jeux sportifs traditionnels mettent en avant le transfert et l'éducatif en l'absence d'une « hyper » institution sociale qui impose son exeat.

4.2. La présence de codes

L'examen des deux catégories ressorties du jeu sportif par Parlebas le mène à une idée concluante : « *Sans règle, le jeu sportif n'a pas d'existence* » (Parlebas et Schmitt, 1975, p. 104). Ce postulat part d'une analyse profonde des registres des jeux sportifs qui trouve sa stabilité grâce à la présence de règles strictes, invariables et relativement faciles à déchiffrer pour n'importe quelle société, indépendamment de sa langue ou de sa culture. Il ne faut aucunement comprendre le chinois pour pouvoir apprécier le jeu dans une rencontre de Football ou lors d'une compétition de Judo. Les techniques corporelles sont devenues aussi universelles qu'elles sont comprises comme une langue transculturelle (Ticca et Traverso, 2017).

4.3. Le respect des universaux

Afin de rester dans la même lignée lexicale que les concepts de la science de l'action motrice, nous utiliserons le concept « *universaux* » au pluriel et en « valeur absolue » pour désigner le singulier, ce qui « *évitera [selon l'expression de Parlebas] d'éventuelles confusions avec le terme*

“*universel*” utilisé dans d’autres disciplines » (Parlebas, 1999, p. 431). En effet, les universaux d’un jeu sportif désignent, selon le même auteur, l’ensemble de comportements exécutés et perçus de la même manière pour toutes les civilisations de la planète et, quelles que soient la culture ou les origines, tel est le cas du rire, du sourire ou des pleurs (Ekman et Friesen, 1971).

Le prévalence de l’analyse praxéologique des jeux, sous la forme de domaines d’action motrice, réside dans la production d’une nouvelle formule d’universaux qui rompt avec la prédétermination génétique ou ethnique des comportements¹. La thèse étant que les universaux des jeux sportifs sont orientés par une logique interne qui s’inscrit comme une poutre maîtresse régulatrice, offrant une stabilité fondatrice aux comportements et aux interactions. Trois invariants sont, ainsi, mis en avant : les règles, les comportements moteurs et le milieu. Cette thèse a également émancipé le jeu sportif des atelles des classifications hâtives fondées sur le jugement observable au sens commun, au vu des similitudes entre le nombre de pratiquants et la forme apparente du jeu.

4.4. La présence d’« *interaction motrice* »

Les remarquables comportements collectifs coordonnés, dont font preuve les individus dans un match de Rugby, de Basket-ball ou de Football, expriment de manière limpide la synchronie des échanges qui se créent entre les acteurs pour accomplir la tâche. Les formes d’échanges, verbaux et non verbaux, sont les clés de voute de l’analyse des liens sociaux dans une situation motrice. En effet, Parlebas considère qu’« [il] y a *interaction motrice* quand lors de l’accomplissement d’une tâche motrice le comportement moteur d’un individu influence de façon observable le comportement d’un ou de plusieurs autres participants » (Parlebas, 1999, p.186). Cette influence peut se traduire par une fonction de facilitation de la réalisation de la tâche motrice, qu’il désigne par « *communication* » ou d’opposition et d’affrontement et qu’il désigne par « *contre-communication* ».

4.4.1. Types d’interactions

En effet, l’interaction motrice est l’objet d’art des jeux sportifs sociomoteurs dits aussi « *collectifs* ». Elle est essentielle à l’évolution du jeu dans les situations sollicitant l’affrontement direct ou l’échange direct qui mène à l’accomplissement instrumental de la tâche motrice (Parlebas, 1992). Ces échanges sont inclus de façon explicite dans le cadre du jeu et sont conditionnés par les règles. Ainsi, l’interaction motrice ne peut être prise en considération dans

¹ Un fervent sujet de débats en anthropologie et en ethnologie a été mené au cours des années cinquante et soixante du 20e siècle et qui s’est illustré dans les travaux de Konrad Lorenz (1950, 1965) qui a formulé une théorie de l’instinct, dans laquelle les traits du comportement sont considérés comme critères taxinomiques hérités par les gènes au même titre que les caractères morphologiques (Campan, 2017).

les jeux sportifs psychomoteurs (où l'individu agit en isolé et sans aucune relation fonctionnelle avec autrui) qu'avec l'environnement. Toutefois, l'interaction motrice devient « *essentielle* » pour l'accomplissement de la tâche quand le jeu requiert, de façon nécessaire, des échanges en comotricité entre plusieurs participants de façon opératoire. Elle sollicite, ainsi, l'apparition d'une dynamique de communication non verbale dans le groupe. Parallèlement, cette interaction met en défi plusieurs occurrences d'actions et de décisions qui peuvent être prises, rien qu'en décryptant les signes adéquats dans le comportement d'un partenaire ou d'un adversaire (Parlebas et Schmitt, 1975).

4.4.2. « *Communication* » et « *Contre-communication* » motrices

Le signe représente : « *tout ce dont la perception ou la représentation évoque l'idée d'une chose non actuellement perçue ou représentée, et entraîne une assertion relative à cette chose. Ainsi les larmes sont le signe de la douleur, la cloche qui sonne en gare est le signe de l'arrivée d'un train. Parfois signe et chose signifiée sont liés par une relation de cause à effet, par une loi naturelle : ainsi le feu et la fumée, le nuage et la pluie. Le signe est alors dit "naturel"* » (Alquié, 1939, p. 336). En effet, notre pensée use sans cesse de signes et se meut avec une extrême aisance dans les systèmes de signes perçus dans l'environnement. Ces signes ne peuvent pas être réduits à une succession ou à une addition d'« *arcs réflexes discontinus et indépendants* », comme le précise Parlebas (1999). Leurs liens sont encore moins construits avec des états de conscience comme une maison est construite avec des briques, selon l'expression de Merleau-Ponty (1945, cité par Hass, 1991). En effet, l'homme, comprenant l'utilité des signes, en crée grâce à des conventions résidant dans l'établissement volontaire d'une liaison entre les termes et les objets, dont l'un évoque et représente l'autre (Alquié, 1939). C'est dans ce sens que l'attitude de l'action détermine ce que sera le stimulus déclencheur. Ainsi, lorsque nous agissons, nous sommes continuellement dans un processus de sélection d'éléments précis qui, dans le champ de la stimulation, représentent les déclencheurs de la réponse appropriée (Itti et Koch, 2001 ; Balakrishnan, Uppinakudru *et al.*, 2014). En effet, l'action est réalisée de telle façon que la réponse prenne forme de décision finale, tout en étant destinée aux stimuli, ce qui nous permet de faire, ou défaire, ce que nous avons commencé à faire.

Les jeux sportifs foisonnent d'interactions de toutes formes. Ainsi, l'observation de terrain révèle que les modes gestuels de « *communication* » ou de « *contre-communication* » font usage de signes ou de comportements véhiculant des informations abondantes. Chaque individu peut communiquer et interagir avec tous, partenaires ou adversaires. Cette attitude appelle, en prime abord, à interagir avec les composantes de l'environnement dans la recherche des stimuli (Ben Ali, Naceur *et al.*, 2017). Des réseaux d'interaction et de communication peuvent, alors, se créer

simultanément de façon moniste ou dualiste, et donnent de l'importance pour l'étude des données spatiales, temporelles et d'échange. Mead (1934) attribue à ce genre d'interactions non verbales provoquées par le cours des faits dans le jeu, le sens de « *conversation par les gestes* ». L'interaction entre le sujet et son environnement, le codage et le décodage des signes, la reproduction de stimuli font partie des poutres maîtresses de ce travail de thèse. C'est pour cela que nous mettrons l'accent, un peu plus loin dans ce chapitre, sur la perception de l'espace et du temps qui sont des variables indissociables et incontournables pour l'action du sujet au cours d'un jeu sportif. En effet, il n'y a signe que pour une intelligence qui, ayant remarqué préalablement la liaison des deux phénomènes (le signe et le sens qu'il porte), infère une action non observable à partir du stimulus donné.

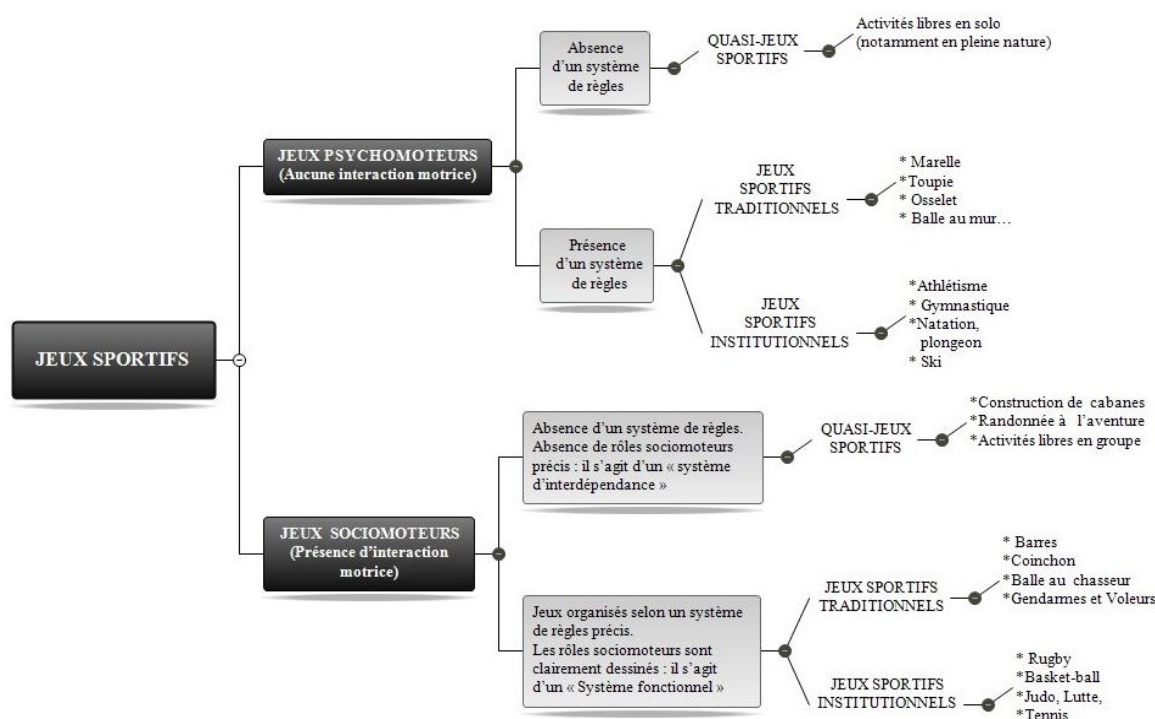


Figure 1. 2 : Illustration des différentes catégories de jeux sportifs selon les caractéristiques de leurs systèmes de règles (Parlebas, 1986)

4.4.3. Le « rôle » et le « sous-rôle » sociomoteurs

L'ensemble des jeux sociomoteurs offrent un immense champ de pratiques toutes caractérisées par la mise en jeu d'une interaction motrice. Celle-ci est à la source des universaux des jeux sportifs. L'observation et l'analyse permettent de déceler les modalités particulières de ces universaux et les traits majeurs qu'ils revêtent du jeu. En effet, l'observation des jeux sportifs institutionnels révèle que « *le graphe de l'affrontement de deux adversaires est "le condensé" de graphe de l'affrontement de deux groupes : le groupe y tient le rôle d'un super individu, agissant "comme un seul homme"* » (Parlebas, 1986, p. 222). Une bipolarité est alors créée entre les deux groupes, ce qui fait apparaître une solidarité absolue à l'intérieur du groupe et un antagonisme

absolu de chaque groupe envers l'autre. Le réseau créé, dans ce cas, est appelé « *n-exclusif* »¹ d'équipe pour un nombre de participants « $n > 2$ » (Figure 1.2).

La stabilité de l'environnement et de la structure des interactions se traduit dans le jeu sportif par une stabilité des rôles sociomoteurs. Un rôle « *désigne ici la classe de comportements moteurs associée dans un jeu sportif, à un statut sociomoteur précis. Tout rôle sociomoteur est attaché à un seul statut qui en codifie la mise en œuvre* » (Parlebas, 1999, p. 312). Le concept de rôle ne définit donc pas des individus, mais des classes d'action motrices, ce qui fait qu'un rôle pourrait être simultanément tenu par plusieurs joueurs et que le même sujet peut endosser successivement plusieurs rôles, tel est le cas au Volley-ball où le code du jeu impose un changement de rôle par les rotations successives des emplacements des joueurs sur le terrain.

À l'antipode du système sportif, certains jeux traditionnels regorgent de traits d'instabilité de leur système d'interaction. Ils proposent aux participants d'authentiques jeux de rôles au cours desquels l'intervenant doit faire face à des changements de position en passant d'un rôle à son contre-rôle. « *Le joueur inverse brutalement communication et contre-communication motrice. Ces modifications brutales des rapports avec autrui, régis par le code, sollicitent intensément l'adaptabilité motrice des sujets* » (Parlebas, 1986, p. 241). En effet, le sous-rôle (Figure 1.3) renvoie à une classe de conduites motrices regroupant des actions jugées équivalentes d'un point de vue stratégique. *Le sous-rôle sociomoteur représente une séquence praxique que nous pouvons considérer comme l'unité d'interaction tactique minimale du fonctionnement opératoire du jeu sportif* » (Parlebas, 1999, p. 344).

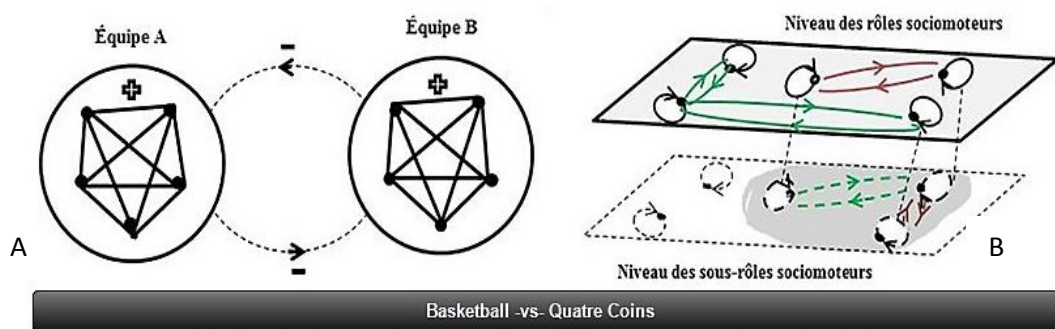


Figure 1. 3 : Illustration de deux exemples de rôles et de sous-rôles sociomoteurs de situations ludomotrices. (A) Basket-ball comme jeu sportif dont le système de réseau est stable (n-exclusif). (B) Jeu des Quatre coins, dont le système est non exclusif ou ambivalent

¹ Dans un nouveau regard sur le système de réseaux, Parlebas dresse dans son ouvrage « *Élément de sociologie du Sport* » (1986, pp. 223-224), six classes de réseaux différenciés.

5. Modalités de la classification des domaines de l'action motrice

En adoptant la logique interne comme critère de base et forme incontournable proposée dans sa classification, Parlebas a posé les jalons d'une définition claire qui englobe les quatre coins du concept de la classification systémique et structurale qu'il a annoncée dans « *la revue EP'S* » depuis mai 1968 (Parlebas, 1968). La définition qu'il propose *in fine* est que le domaine d'action motrice est un : « *Champ dans lequel toutes les pratiques corporelles d'appartenance sont censées être homogènes au regard de critères précis d'action motrice* » (Parlebas, 1999, p. 103). Un domaine d'action motrice englobe, donc, les classes d'activités ludomotrices institutionnalisées ou non, qui répondent aux mêmes traits pertinents : l'action, la compétition, l'interaction avec les composantes et les critères de l'environnement, le système de score, l'incertitude, etc.

Les modalités de classification des domaines ont été revues dans les travaux de Dugas (2011 *b*), qui a appelé, en outre, à l'enrichir en prenant en compte « *non seulement les caractéristiques internes des situations ludomotrices [qui risquent de ne pas contenir toutes les manifestations des activités motrices humaines], mais aussi leur degré d'institutionnalisation (les différentes formes sociales de pratiques physiques dans lesquelles le pratiquant évolue) ainsi que les caractéristiques intra et interpersonnelles de l'individu agissant* » (Dugas, 2011 *b*, p. 21).

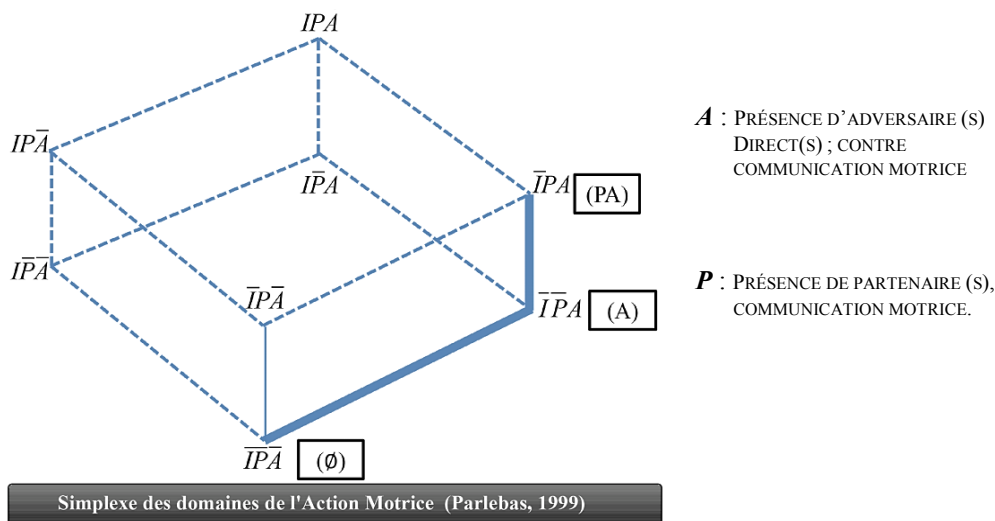


Figure 1. 4 : Illustration du simplexe des huit domaines d'action motrice proposés par Parlebas (1981), où (*I*) représente le milieu, (*P*) représente le partenaire et (*A*) représente l'adversaire. Chaque variable surlignée indique l'absence de celle-ci. Un milieu surligné indique qu'il est certain, connu et domestiqué par le pratiquant

5.1. Apport de la théorie des graphes des mathématiques.

Comme nous l'avons présenté plus haut, les universaux du jeu sportif ont contribué à la délimitation des composantes de base sous forme de modèles opératoires qui peuvent être adoptés par la logique mathématique simple. En effet, ce que la mathématique a rajouté dans

l'analyse de la structure logique du jeu sportif est la clarification des liens entre les différentes variables qui mènent à l'évolution du système du score et aux différentes combinaisons possibles des rôles entre les acteurs d'un jeu.

L'objet des mathématiques appliquées aux jeux sportifs est d'amener à une modélisation simple qui clarifie les structures fondamentales du jeu à travers la théorie des graphes (Parlebas, 1972, 1974, 1985, 2005 *b*, 2010) et qui rend compte des spécificités de chaque situation motrice. Cependant, cette démarche ne prétend aucunement présenter de solution au sens exact des mathématiques pour prédire le comportement ou les conduites, ce que Parlebas précise en disant qu'« *Il serait évidemment illusoire de croire que l'on pourrait atteindre la sophistication des modèles qui se sont imposés dans les systèmes physiques* » (Parlebas, 1999, p. 217). En effet, cette thèse de doctorat se coalise à cette démarche intelligible qui adopte l'analyse mathématique pour atteindre une étude fine des effets de la pratique ludosportive sur la prise de décision motrice. Nous consacrons, d'ailleurs, le deuxième et le troisième chapitre de ce travail dans leur intégralité pour exposer la démarche de modélisation systémique et structurale du jeu informel « Quatre coins » et mettre en pratique notre modèle électronique et numérique.

5.2. Le concept de « *logique interne* »

C'est de manière presque logogriphe que les praticiens introduisent, de nos jours, le concept de logique interne dans leur description de la façon avec laquelle un jeu ou un sport est pratiqué. En effet, la facilité déconcertante dans l'utilisation de ce mot fait l'ombre, chez certains praticiens notamment, sur la complexité du concept lui-même. Par logique interne, Parlebas (1999) désigne un système de fonctionnement et non une manière. Il prévoit, ainsi, non un agencement de composantes dans un ordre « alphabétique » ou « alphanumérique », mais tout un foisonnement d'éléments qui fait de la pratique ce qu'elle est. La logique interne ne concerne pas un jeu, à lui seul, mais les jeux qui se partagent les mêmes poutres maîtresses de fonctionnement, malgré une dissemblance apparente pour l'observateur. Un footballeur joue avec le ballon aux pieds, et un handballeur avec un ballon à la main, toutefois les deux suivent une même logique interne. Parlebas définit ainsi ce concept comme : *système des traits pertinents d'une situation motrice et des conséquences qu'il entraîne dans l'accomplissement de l'action motrice correspondante* » (Parlebas, 1999, p. 216). Ces traits sont pertinents parce qu'ils s'appuient sur les données distinctives de l'action motrice : le rapport à l'espace, la relation avec autrui, l'impératif temporel, le mode de résolution de la tâche ainsi que la modalité de l'échec ou de la réussite. La pertinence de la logique interne est qu'elle n'est pas séquestrée aux caractéristiques individuelles ou sociales du jeu, mais elle s'appuie sur les particularités propres au code du jeu considéré. « *La logique interne d'une activité physique, c'est le « noyau dur » de ses traits d'action motrice. Il*

s'agit de la « carte d'identité » de la pratique considérée, qui regroupe ses caractéristiques pertinentes les plus saillantes. Tout exercice, tout jeu, tout sport peut ainsi être analysé selon ses éléments » (Parlebas, 1991, p. 13).

Le concept de logique interne est capital, en ce qu'il dénote la présence d'un système qui peut conditionner l'action du pratiquant, soit vers un comportement dominé par un stéréotype moteur, tel le cas des situations motrices où la conduite du sujet dénuée de choix de décision comme l'est l'Athlétisme, la Natation ou la Gymnastique. C'est dans ce sens que Parlebas considère que *« l'espace régi par les règles, le temps régi par les règles sont des contraintes, qui, de façon peu apparente nous modèlent et nous canalisent »* (Parlebas et Schmitt, 1975, p. 181). Parallèlement dans d'autres pratiques, dont la logique interne accepte l'ambivalence, le pratiquant se transforme en individu décidant, dans un milieu qui lui offre une incertitude sollicitant l'attention, le traitement de l'information et la décision hâtive.

Le concept de logique interne a permis, mais pas à lui seul comme le précise bien Dugas et Bordes (2008); Dugas (2011 *b*) et Level, Dugas *et al.* (2010), de clarifier les assises selon lesquelles la classification des jeux sportifs en domaines trouve son justificateur. Au demeurant, il est devenu clair pour ces chercheurs que certaines formes de pratiques se placent mal dans leurs catégories imposées par la logique interne et leur structure (cas de l'affrontement dans certains duels), puisqu'elles répondent mieux à une logique externe qui les classe en fonction du type d'action réalisée. Dugas et Bordes (2008) considèrent, dans ce sens, qu'*« [on] serait tenté de suggérer que quitte à faire des rangements originaux autant qu'ils soient pertinents. Par exemple, il serait plus subtil de placer le tennis et le badminton (en simple) en compagnie des sports de combat que de les classer avec le volley-ball »* (Dugas et Bordes, 2008, p. 65).

5.3. Le concept de « *logique externe* »

Loin d'être opposé par au mot « *interne* », comme pourrait le supposer une logique lexicosémantique (Geeraerts, 1993), le concept de « *logique externe* » désigne la façon avec laquelle une pratique ludosportive est interprétée par une personne ou un groupe social. Cette interprétation est sujette aux contraintes structurelles et aux significations associées à l'usage. Selon Parlebas : *« la logique interne d'une pratique motrice peut être réinterprétée de l'extérieur, par une logique "externe" qui lui attribue des significations symboliques nouvelles ou insolites »* (Parlebas, 1999, p. 200). En effet, les conduites ambivalentes ou autotéliques dans un groupe de jeu, comme faire et défaire des alliances, notamment dans les jeux sportifs traditionnels, peuvent attribuer à certaines situations une logique interne qui accueille des conduites diversifiées ou éventuellement contradictoires. Cette situation est à l'origine du comportement illogique, vu de l'extérieur, qui est suscité par la logique même du jeu. Cette

provocation est potentiellement responsable du distancement infligé par la société envers une catégorie d'activités ludosportives, jugée trop complexe pour être transmise vers d'autres cultures.

5.4. Les situations dites « inclassables »

Modéliser l'action motrice des joueurs interagissant entre eux est une tentative « séduisante » selon (Parlebas, 2005 b). En effet, dans le sport, « *seul prime le gain final et s'il y a coopération, celle-ci est au service de l'opposition* » (Level, Dugas et al., 2010, p. 115). Ainsi, le combat sportif est transparent puisqu'il oppose, de façon explicite et totalement antagoniste, deux individus ou deux équipes structurellement soudés. En revanche, d'autres activités ludomotrices, dites *paradoxales* (Parlebas, 1999), laissent la place libre aux relations complexes, ambiguës et ambivalentes.

Ces activités ludomotrices paradoxales sont soumises au gré de rebondissements aléatoires et parfois contradictoires, où les soubresauts de l'humeur du pratiquant sont la seule boussole indiquant le nord pour ses envies de gain ou de coalitions instantanées et imprévisibles. En effet, même si elles sont toutes rangées du côté non institutionnel à cause de leur « *effet pervers* » (Parlebas, 1999, p. 129), ces activités focades restent inclassables, puisque le paradoxe reflété par ces situations complexes débouche sur un fond dialectique de profondeur sociologique, psychologique et pédagogique. C'est justement à partir de là qu'est né notre intérêt pour une méta-analyse des sources, des formes et du « fonctionnement » du paradoxe dans le jeu.

6. Particularités des domaines d'action motrice institutionnalisés de masse pratiquante

Parmi les huit domaines mis en évidence par la classification de Parlebas (1999) (Figure 1.2), nous nous intéressons, dans le cadre de ce travail, à trois domaines (qui, selon le même auteur, rassemblent plus de 77 % des effectifs de pratiquants). Ces domaines sont tous institutionnalisés et basés sur la compétition sportive qui glorifie le duel de deux adversaires ou de deux équipes. En effet, la société met en avant les activités de ces domaines parce qu'elle « *magnifie le combat de l'homme seul qui prouve son excellence face à un milieu stable, codifié et donc comparable* » (Parlebas, 1999, p. 59). Cette prédominance du nombre de pratiquants dans la société moderne révèle la précellence du modèle sportif inséré, de façon à part entière, dans l'institution sociale et entraînant un cortège de conséquences remarquables, notamment en devenant l'un des piliers véhiculeurs de la publicité multiforme à travers des moyens de communication de masse.

En effet, le Football, qui semble être le premier sport sociomoteur au monde, fait la belle illustration de cette orientation massive vers le modèle sportif, puisqu'il traduit une vulgarisation de cette pratique aux quatre coins du monde. Le nombre de pratiquants de Football a augmenté, selon la Fédération Internationale de Football (FIFA, 2007) de 10 % chez les hommes et de 50 % chez les femmes entre 2000 et 2006 (Figure 1.5).

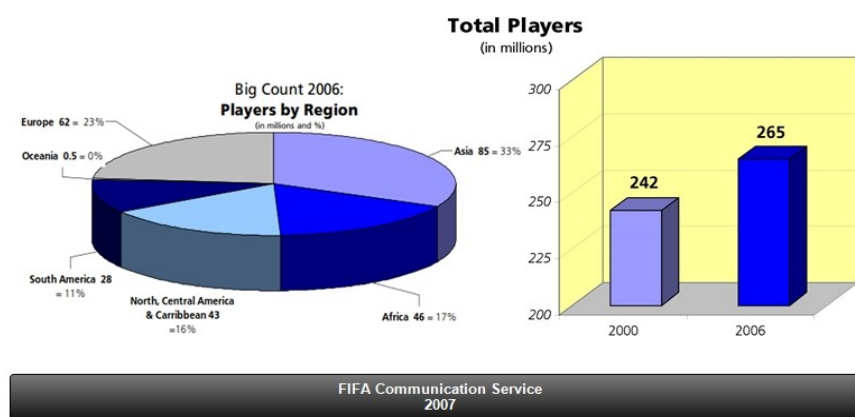


Figure 1.5 : Illustration de l'augmentation du nombre de pratiquants du Football (Domaine « PA »). Statistiques faites par le « Big Count » réalisées en 2006

6.1. Les spécificités du domaine d'action psychomotrice $\overline{IP\bar{A}}$ désigné (\emptyset)

Dans les situations psychomotrices (\emptyset), l'incertitude est quasi inexistante, l'espace est figé et il n'y a aucune interaction avec autrui. Ainsi, les attentes informationnelles du pratiquant sont quasi nulles puisque la stabilité offerte par le milieu rend le comportement du sujet répétitif et cyclique (Dedieu, 2011), ce qui favorise, notamment, le développement de « *stéréotypes moteurs* »¹ extraordinairement performants. Ce domaine peut être lui-même réparti en deux principales situations de motricité (Parlebas, 1999) :

- une *comotricité de simultanéité* où le joueur est face à une présence d'adversaire proche, mais qui ne pourrait aucunement interagir avec lui pour faciliter ou rendre la tâche plus difficile.
- Une *comotricité d'alternance*, où le joueur est face à lui-même ou à un engin. La compétition ne suppose aucune interaction motrice ni verbale entre les adversaires puisqu'elle se déroule à tour de rôle.

¹ Nous faisons ici référence à la définition donnée en science de l'action motrice : STÉRÉOTYPE MOTEUR : « *Comportement moteur appris et volontairement déclenché qui, compte tenu de sa propre régulation interne, se déroule d'un seul tenant dès qu'il a été amorcé et de façon quasi autonome vis-à-vis de l'environnement physique et humain* » (Parlebas, 1999, p. 395).

6.1.1. Les situations psychomotrices en « *comotricité de simultanéité* »

Ces situations ont un algorithme moteur spécifique qui transforme la compétition en une activité motrice pratiquée en solo malgré la proximité physique de l'adversaire (couloir à côté). Ainsi, c'est le plus fort, le plus rapide ou le plus endurant qui pourra vaincre (Parlebas, 1999). Cette catégorie de disciplines comprend les épreuves où l'action motrice s'exprime en comotricité simultanée, telle que les Courses en couloirs en Natation et en Athlétisme dont nous trouvons l'illustre compacité du code psychomoteur.

6.1.2. Les situations psychomotrices en « *comotricité d'alternance* »

Face à un public distant et à des compétiteurs mis à l'écart parce que le code du jeu met en place une certaine organisation spatiale, il ne reste plus aux différents acteurs qu'exprimer leur potentiel et leur compétence technique à tour de rôle. Ainsi, le lien qui se noue entre le pratiquant et l'environnement (engin, piste, agrée, perche, etc.) doit se traduire en performance chiffrable et quantifiable, sans pour autant se mesurer de façon directe (corps-à-corps) avec son adversaire. Les épreuves dites *de Concours* en Athlétisme (Lancers, Sauts), ainsi que les épreuves aux agrès en Gymnastique, Patinage artistique individuel ou Natation synchronisée, en sont d'illustres exemples.

6.2. Les domaines d'action sociomotrice de coopération et d'opposition $\overline{\text{IPA}}$ et $\overline{\text{IPA}}$ désignés (PA) et (A)

Les situations motrices appartenant aux domaines d'action $\overline{\text{IPA}}$ ou « PA » (présence de Partenaire et d'Adversaire) et $\overline{\text{IPA}}$ /ou « A » (présence d'Adversaire uniquement), offrent au pratiquant « *une matrice de déchiffrement de données liées à la logique interne de la pratique* » (Parlebas, 1999, p. 377). Les espaces d'interactions motrices, les distances entre partenaires et avec adversaires peuvent avantager le pratiquant pour mieux percevoir les agissements des co-acteurs et à agir en fonction. Cela suppose, donc, que le pratiquant dans ces domaines est appelé à déchiffrer les comportements d'autrui afin d'anticiper leur action ou de changer de décision motrice au moment opportun. La communication délivre, ainsi, un champ d'interactions visuelles, auditives, kinesthésiques ou mixtes, grâce à la complexité et à l'imprévision d'autrui dans un milieu parfaitement connu.

6.2.1. Le domaine d'action sociomotrice d'opposition $\overline{\text{IPA}}$ désigné (PA)

Dans ce domaine d'action motrice « *s'entremêlent l'interaction qui noue des partenaires et l'interaction qui dénoue des adversaires, le tout dans un espace codifié et constant* » (Parlebas, 1999, p. 53). Les stratégies collectives sont organisées autour de coalitions strictement codifiées

par les règles (sport) ou simplement codifiées par le consentement mutuel (jeu traditionnel). La dynamique du jeu devient, alors, d'opposition et de contre-communication agréablement agencée de façon perfectionnée grâce aux répétitions d'apprentissages collectifs entre partenaires et contre adversaires.

Le sport propose une seule logique de duel dans laquelle s'inscrivent plusieurs pratiques sociomotrices, notamment, le Football, le Handball et le Basket-ball, qui figureront parmi les pratiques traitées dans la partie empirique de ce travail.

6.2.2. Le domaine d'action sociomotrice d'opposition $\overline{\text{IPA}}$ désigné (A)

Ce domaine suppose un affrontement essentiel et direct avec l'adversaire dans un milieu stable et standardisé. L'interaction entre adversaires est à base d'antagonismes, d'affrontements pour lesquels la résolution de problème se situe dans le déchiffrement des comportements, gestes et mouvements d'autrui. L'algorithme moteur est donc basé sur le « *décodage sémiotique du comportement adverse* » [qui, grâce à la stabilité de l'environnement], *favorise des échanges pratiques hautement élaborés* » (Parlebas, 1999, p. 53). L'univers relativement clos, défini par un environnement parfaitement standardisé et des interactions en corps-à-corps frileuses, ne peut se comprendre en dehors du contexte social et écologique dans lequel ils s'ancrent (Wacquant, 1989) et des possibilités offertes par l'institution et les codes.

Dans ce travail, les spécialités choisies et qui seront traitées sont : la Boxe anglaise, la Boxe française et le Taekwondo où les distances de garde et l'espace d'interaction sont représentés et codifiés de façon spécifique dans chaque cas.

7. Jeux sportifs et conduites motrices

Souvent assimilé à l'apprentissage de la lecture en méthode alphabétique dite « B-A BA » (Lalande, 2015), où les mots sont construits par l'assemblage des lettres, la structure d'une activité motrice complexe est considérée comme une combinaison d'unités simples ou l'échafaudage de multiples réflexes entrelacés (During, 1981). Ce point de vue a longtemps prévalu dans les théories de l'apprentissage moteur des techniques sportives (Delignières, Garsault et *al.*, 1993 ; Delignières, Teulier et *al.*, 2009). Il s'agissait alors de constituer le catalogue complet des mouvements et de les enchaîner du plus simple au plus complexe (Pinon, 2007). Le colonel Amoros (1830), qui représente l'un des pionniers de l'éducation physique en France, réduit l'apprentissage moteur dans son ensemble à un assemblage rationnel selon le modèle mécanique de composantes et d'unités simples : « *Nous allons enseigner une série de positions et de mouvement élémentaires [...] ces mouvements sont à la gymnastique ce que l'art d'épeler est à la lecture* » (cité par Parlebas, 2007, p. 61).

7.1. La « conduite motrice »

Le concept de *conduite* est apparu avec Janet (1889), puis il a été adopté dans les travaux de praxéologie motrice. Ce concept, défini comme « *organisation signifiante du comportement moteur* » par Parlebas (1999, p. 74), intègre selon lui l'ensemble des dimensions de la personnalité. Il inclut la dimension relationnelle, psychologique, affective, biologique, cognitive, même s'il est d'encrage psychologique et, plus précisément, behavioriste (Parlebas et Schmitt, 1975). Le concept de conduite transforme l'action en un champ foisonnant, puisqu'il traduit « *une mise en relation des éléments participant à l'organisation finalisée de l'action motrice d'un ou de plusieurs sujets, qui guide cette action par l'accomplissement d'opérations aux effets observables.* » (Parlebas, 1999, p. 272). Parallèlement, la conduite motrice ne pourrait prendre son sens que dans l'action puisqu'elle est une « *organisation du comportement moteur* » (Parlebas, 1999, p. 74) et est façonnée par le fondement propre à chaque situation qui la transforme en comportement porteur de signification. La conduite motrice poursuit scrupuleusement les poutres maîtresses de la logique interne et ne peut être observée que de façon indirecte à travers le comportement moteur « observable » du pratiquant et dont les données observables, conscientes ou inconscientes, sont porteuses de sens. En effet, la conduite motrice répond à la totalité de la personne agissante et traduit une synthèse de chaque comportement signifiant de façon unitaire. *Ipsa facto*, de « *cette difficulté viennent tous les traits scientifiquement négatifs des faits humains, et en particulier leurs éléments de liberté et d'imprévisibilité, ainsi que l'étroite association qu'ils présentent du positif et du normatif, du réalisé et du désirable.* [En effet,] *un sentiment, une réaction collective, un fait de langue semblent difficilement pouvoir se réduire à de tels schémas abstraits* » (Granger, 1995, pp. 85-86).

7.2. Le « comportement moteur »

À ne pas confondre avec le concept de *conduite motrice*, le comportement moteur ne traduit, dans l'analyse systémique et structurale, que « *l'ensemble des manifestations motrices observables d'un individu agissant. Le comportement moteur se définit par ce qu'on voit de l'extérieur* » (Parlebas, 1999, p. 73). En effet, les précisions linguistiques concernant ce concept ont été formulées pour éviter toute sorte d'embrouillage qui pourrait être causé par l'intervention de plusieurs sciences dans les champs des pratiques corporelles humaines. En effet, pour éviter un reproche d'ordre méthodologique dans l'analyse, Parlebas a préféré utiliser le terme « conduite » pour intégrer toutes les dimensions, y compris le comportement. Ainsi, dans ce travail, nous avons adopté cette forme de classification qui nous paraît intéressante et qui répond aux besoins de la validation interne et externe de la démarche empirique (Ben Ali, Naceur *et al.*,

2017), notamment, concernant la modélisation des interactions du sujet avec les composantes de l'environnement.

7.3. Le « *transfert d'apprentissage* »

Selon le dictionnaire Le Robert (1973, tome2), *transférer* signifie transporter en observant les formalités prescrites. En psychologie, ce terme désigne le phénomène par lequel un état affectif éprouvé pour un objet est étendu à un autre objet différent. De son côté le dictionnaire Larousse (1991) attribue une autre signification au terme transfert dans le cadre de l'apprentissage et le définit comme étant le phénomène par lequel une activité intellectuelle ou manuelle modifie une autre activité qui la suit, soit en la rendant plus facile où nous parlons de *transfert positif*, soit en la troublant et nous évoquons alors un *transfert négatif*. Le transfert inclut le transfert *proche* (vers des contextes et des performances étroitement liés) et le transfert *lointain* (vers des contextes et des performances plutôt différents).

En effet, la revue épistémologique du concept *transfert* montre qu'il a fait l'objet de multiples travaux scientifiques, depuis le début du vingtième siècle, dont le plus grand nombre a été menés des psychologues (Colvin, 1923 ; Thorndike, 1931 ; Gulliksen et Wolfle, 1938 ; Baldwin et Ford, 1988 ; Broad et Newstrom, 1992). Ainsi, l'objet de leur labour était principalement *le transfert d'apprentissage* (Thorndike, 1908, 1914 ; Thorndike, Bregman *et al.*, 1926 ; Thorndike, 1931). En effet, c'est dans le cadre de l'aménagement des programmes d'apprentissages théoriques et pratiques, particulièrement destinés aux militaires américains — période entre la Première Guerre et la Deuxième Guerre mondiale (1914-1918) et (1936-1945) — que des expérimentations ont été menées sur le processus de transfert vers de nouvelles technologies de simulateurs de vols en aviation ou de la nouvelle génération d'artilleries et de chars (Woodworth et Thorndike, 1901 ; Thorndike, 1914 ; Melton, 1947 ; Lewis, McAllister *et al.*, 1951). À vrai dire, la présence de commandes de types inconnus d'aiguilles et de cadrans dans les appareils posait un problème d'efficacité dans l'apprentissage et la maîtrise de la nouvelle technologie a posé les jalons de la théorie du *transfert de l'entraînement*. Les études majeures dans cette théorie (Buxton et Grant, 1939 ; Lewis, McAllister *et al.*, 1951) ont été menées sur l'interférence rétroactive pour les réponses motrices. Cet axe de recherche a été développé dans un autre contexte théorique dans le cadre de travaux sur *le transfert d'entraînement partiel total* apparu dans les années 50 et 60. Cette théorie a posé, pour la première fois, le problème de l'efficacité de l'apprentissage dans les situations complexes. Ainsi, Adams et Hufford (1962) ont établi l'idée que départer une tâche complexe en plusieurs étapes donnait des résultats positifs à court terme, mais que cela disparaissait au bout d'un moment alors que l'effet serait inverse pour les apprentissages d'ordre global.

Parallèlement aux travaux menés sur le transfert de l'entraînement, Gibson (1941, 1966) a abordé la discrimination parmi les stimuli verbaux dans le cadre de la théorie de *médiation verbale*. Ainsi, ses travaux ont fondé l'idée que l'apprentissage verbal se transférait positivement à l'apprentissage moteur et que ce transfert assurait une médiation dans l'établissement du savoir (Gibson, 1941).

Parallèlement aux multiples travaux menés autour du transfert des apprentissages théoriques menés, notamment, dans le domaine de la psychologie de l'apprentissage (Bracke, 1998 ; de Urtubey, 2006 ; Pinon, 2007), d'autres recherches quasi expérimentales ont été conduites depuis les années soixante dans le domaine des pratiques ludomotrices (Parlebas, 1967 ; Famose, 1971 ; Dugas, 1999 ; Parlebas et Dugas, 2005). En effet, en le considérant comme critère d'apprentissage, Parlebas (1981) a bien précisé l'enjeu et l'objet du transfert d'apprentissage, en notant que : « *Le transfert est au cœur des problèmes de l'éducation physique comme d'ailleurs de tout apprentissage et de toute éducation* » (Parlebas, 1981, p. 282). Il a, en plus, précisé que nous ne saurions mettre en relief le niveau atteint au terme d'un apprentissage (en termes d'efficacité et de variance) que si un transfert vers d'autres domaines a déjà eu lieu. « *C'est l'existence de cette influence favorable d'une activité sur une autre qui permet de parler d'apprentissage et de "progrès". Sans la persistance d'une telle influence, il n'y aurait pas d'acquisition ; toute l'expérience passée resterait sans effet et la motricité serait à réinventer à chaque instant* » (Parlebas, 1981, p. 282).

Les résultats se sont succédés par la suite, dans diverses études menées de façon quasi expérimentale (Famose, 1971 ; Parlebas, 1990 ; Parlebas et Dugas, 2005 ; Dugas et Bordes, 2008) et ont permis d'approfondir les conclusions antérieures. De surcroît, elles ont prouvé que la spécificité de certains algorithmes moteurs fait que certaines pratiques ludosportives peuvent influencer de façon *positive* ou *négative*, *proactive* ou *rétroactive* les autres pratiques (Parlebas et Dugas, 2005). De plus, « *l'effet de transfert ne se limite pas [dans le domaine des pratiques motrices] à des phénomènes de type biomécanique ; il peut intervenir sur les comportements de préaction, sur les attitudes sémiotrices, sur les faits affectifs et relationnels, sur les conduites de décision motrice* » (Parlebas, 1981, p. 282).

En effet, une partie des analyses que nous menons à travers ce travail de thèse pourrait mettre en évidence puis en examen le processus de transfert d'apprentissage entre les domaines d'action motrice qui représenteront notre objet d'étude.

7.4. L'« intelligence motrice »

L'intelligence a été depuis toujours un concept difficile à contenir dans des limites précises (Alquié, 1939). Ainsi, dans l'échelle de Binet (1903) ou dans le modèle Bi-factoriel hiérarchique

de Spearman (Grégoire, 2004) ou encore dans le modèle multifactoriel de (Thurstone, 1947), la difficulté de définir l'intelligence ne résidait pas dans son statut comme qualité intellectuelle supérieure caractérisant l'homme, mais plutôt, dans les recoupements qu'elle crée, puisqu'elle pénètre notre vie mentale tout entière.

L'histoire des travaux sur l'intelligence met en valeur l'intervention de plusieurs approches, parfois même opposées. Ainsi, dans les études sur la *psychométrie*, Galton (1869) a mené des recherches sur la question du versant génétique de l'intelligence. Ses procédures anthropométriques consistaient même à mesurer la taille de la tête du sujet, et ce, en stipulant que les caractères psychologiques étaient liés aux qualités innées du cerveau et du système nerveux. Avec Cattell et Farrand (1896), l'intérêt de la recherche à propos de l'intelligence était de développer une mesure des différences interindividuelles par des épreuves sensorielles (Nicolas et Ferrand, 2008).

L'intelligence est décrite parfois comme : invention, compréhension, jugement (Alquié, 1939). Toutefois, il semble difficile de prendre de nos opérations intellectuelles une conscience directe puisqu' : « *on ne peut étudier l'intelligence qu'à partir de ses résultats* » (Alquié, 1939, p. 344). Aussi, tout jugement sur l'intelligence se borne à constater que certains réussissent là où d'autres échouent ; certains sont moins bons en opération de calcul que d'autres, sauf qu'ils sont dits *intelligents* en Art, en sculpture, ou en littérature de science-fiction. De surcroît, la littérature scientifique fait état de divers types d'intelligences (abstraite, concrète, mathématique, psychologique, philosophique, intelligence des affaires, de la politique, des sentiments d'autrui, etc.). Cette constatation repose aussi sur la considération des problèmes résolus puisque les études expérimentales de l'intelligence (Thorndike, Bregman *et al.*, 1926 ; Piaget, 1977 ; Boden, 1996 ; Dautenhahn, 1997 ; Gardner, 2001 ; Pantic, Pentland *et al.*, 2007 ; Park, Byun *et al.*, 2013 ; Myszkowski, Çelik *et al.*, 2018) consistent à placer un animal, un humain enfant ou adulte en face d'un problème (ou une machine), afin de voir s'ils réussissent sa résolution. En effet, l'intelligence peut être définie de façon plus limitée et plus nette, en la caractérisant normativement, quantitativement et comparativement, par la considération de ses succès et de ses échecs (Alquié, 1939). Dire d'un homme qu'il est *intelligent*, c'est, en effet, porter un jugement sur le fonctionnement de son esprit, que nous estimons capable d'effectuer des opérations correctes, de résoudre, mieux que d'autres et plus aisément que la plupart, certains problèmes. « *L'intelligence sera toujours jugée par ses résultats* » (Alquié, 1939, p. 344).

Étudiée dans son environnement de manifestation, l'intelligence pourrait être façonnée selon les exigences de l'action humaine. Bergson (1908) considère que l'intelligence procède à la fois par intention et par calcul, par la coordination de moyens à une fin et par la représentation de mécanismes à formes de plus en plus géométriques pour atteindre cette fin. « *Ainsi pour*

l'intelligence et l'instinct, il n'y a pas d'intelligence où l'on ne découvre des traces d'instinct, pas d'instinct surtout qui ne soit entouré d'une frange d'intelligence » (Bergson, 1908, p. 86).

La manifestation de l'intelligence se traduit, aussi, en conduite corporelle du pratiquant qui pourrait être définie comme *« l'organisation signifiante du comportement moteur »* (Dugas, 2011 b, p. 167). En effet, le regard des praxéologues s'est porté, dans ce sens et dans un rapprochement structuraliste avec Piaget (1977), sur la compréhension des décisions motrices du sujet en action et sur sa façon de traiter les diverses situations-problèmes (Bennet et Bennet, 2008) auxquelles il est soumis dans un cadre expérimental (Dugas, 2010). Une intelligence motrice est alors mise à l'ordre du jour (Dugas et Dusing, 2007), dont les formes se traduisent en deux sortes : une *« intelligence motricisante »* et *« une intelligence morticisée »*.

7.4.1. L'« intelligence motricisante »

C'est une expression proposée par Parlebas (1999) et qui met en valeur le fait que le développement de l'intelligence dépende de la motricité, où la pratique intense d'activité développe la capacité d'anticipation, d'opposition, d'appréciation des stratégies d'autrui. En effet, *« l'individu agissant essaie de déchiffrer les fluctuations du milieu ; l'individu communiquant tente de décoder la dynamique des interactions »* (Parlebas, 1999, p. 181).

7.4.2. L'« intelligence morticisée »

Cette expression désigne *« le fait que, pour une part importante, "intelligence" est issue des expériences motrices du jeune enfant »* (Parlebas, 1999, p. 181). En effet, selon Piaget, l'intelligence est *« la forme la plus générale de la coordination des actions ou des opérations »* (Piaget, 1936, p. 32), où l'intérêt du choix des situations d'apprentissage favorise une meilleure proximité des différents facteurs pouvant offrir une meilleure acquisition de connaissances, car c'est l'exercice intelligent qui modifie, développe et diversifie les acquisitions (Inhelder, Sinclair et al., 1974).

Toutefois, les situations où le pratiquant change les règles ou que celles-ci lui offrent une marge de rebondissements contradictoires (le cas du jeu paradoxal) autorisent la mise en distance des prédéterminations habituelles et routinières liées à la répétition des mêmes schémas d'action (Le Boulch, 1967). Ces situations ouvrent le bal aux fantaisies des changements de rôles sociomoteurs ainsi qu'à l'apparition de sous-rôles sociomoteurs. Ainsi, elles permettent de mettre en évidence des états de renversement d'alliances qui seront à l'origine d'une incertitude, elle aussi motricisante.

7.5. Les renversements d'alliances : Le cas des situations paradoxales

Le sport est une motricité sous contraintes, où la structure imposée par la logique interne est un élément crucial de la dynamique psychomotrice ou sociomotrice ; « *le code canalise le comportement moteur dans des formes conventionnelles parfois très précises* » (Parlebas, 1999, p. 144) où les choix de l'individu peuvent être prédéterminés et déployés selon l'évolution instantanée des tactiques adoptées par le groupe. Ainsi, dans le cas du sport, où l'espace est standardisé, la régulation proprioceptive tend à remplacer la régulation visuelle (Paillard, 1982). Face à cet espace, la stabilité permettra au joueur de porter la réalisation motrice à un extraordinaire niveau de synchronie et d'efficacité. Tel est le cas des techniques athlétiques et gymniques citées plus haut dans le domaine (\emptyset), où l'espace standardisé est un espace d'automatisme efficace et hautement affiné et où le stéréotype moteur se développe aisément.

Parallèlement, dans les situations sociomotrices où l'espace est standardisé, l'incertitude s'attribue à autrui qui, dans le cadre de la logique interne imposée par le code sociomoteur (le cas du sport), représente une source de contrainte informationnelle et technique à déchiffrer. Toutefois, dans le cas d'affrontement d'équipes, des coalitions se créent entre partenaires sur la base d'un *contrat ludo-moteur*¹, où « *tous les moyens d'un groupe augmentent avec la pratique* » (Thorndike, 1914, p. 157), afin de contrecarrer l'équipe adverse. Ainsi, une entente de base se met en place de façon fondamentale sur un accord préalable, « *de jure ou de facto* » (Parlebas, 1987, p. 113) et qui aura pour rôle de supprimer le désordre dû aux comportements anarchiques d'ordre individuel. Les rôles sont, alors, clairs et les tâches réparties. En effet, « *en passant un contrat, les joueurs se forment un système d'interaction fonctionnel dont la forte organisation des rôles sociomoteurs chasse les effets pervers indésirables* » (Parlebas, 1987, p. 114).

Face à cette organisation régie par un code explicite et des contrats ludomoteurs, se dresse une catégorie de situations motrices dites *paradoxales*, qui ont peu à voir avec les comportements suscités par le Handball ou le Basket-ball.

L'analyse des traits distinctifs du jeu paradoxal (Parlebas, 1974 ; Parlebas et Schmitt, 1975 ; Parlebas, 1985, 2005 *b*) révèle une profonde disparité qui sépare le « fonctionnement » interne de ces situations par rapport au sport. Les coalitions et les contre-coalitions sont aussi contradictoires que provisoires. La notion de rôle est donc soumise à la loi de la subjectivité. Les renversements des alliances sont vécus comme un libre choix stratégique de manière à ce que « *tout participant [puisse] continuellement choisir entre la solidarité et la rivalité*

¹ CONTRAT LUDIQUE : « *Accord explicite ou tacite qui lie les participants à un jeu en fixant ou reconduisant le système des règles de ce jeu* » (Parlebas, 1999, p. 83).

(éventuellement l'indifférence) vis-à-vis de chaque autre intervenant » (Parlebas, 1999, p. 445). L'affectivité, la décision motrice et la stratégie individuelle sont mises en avant. Dans ce contexte, les gains en apprentissage sont des gains en autonomie et en décision. Ils « sont spécifiques aux tâches et sont déterminés par les méthodes de travail que le sujet utilise » (Carton, 2009, p. 2). Les coordinations ainsi établies constituent un nouveau réel, c'est-à-dire de nouveaux objets intelligibles pour la pensée et l'action.

Le jeu paradoxal propose une opulence de situations de résolution de problèmes (Clément, 2009 ; Meunier, 2016) qui pourraient avoir un effet sur le développement de la flexibilité cognitive (Clément, 2009), de la richesse des solutions de communication non verbale (Bianchi-Berthouze, 2013) et des situations décisionnelles. C'est là que se situe tout l'intérêt de l'analyse du jeu paradoxal Quatre coins dans le deuxième chapitre de ce travail de thèse.

8. Les conduites de décision et de préaction motrices

La prise de décision est une activité cognitive de haut niveau dont l'étude attire, depuis quelques années, de plus en plus de chercheurs issus de champs disciplinaires différents, tels que l'économie, la médecine, l'ingénierie, les sciences politiques, les sciences sociales, les sciences de l'information, etc. (Masmoudi et Naceur, 2010). Ainsi, cette spécialité a recensé, au fil du temps, un nombre de domaines suffisamment important pour s'octroyer le nom de « sciences de décision » (Edwards, 1954). Cette activité recouvre, en fait, un éventail très large de situations allant du choix simple et rapide, tel que : aller à gauche ou à droite dans un embouteillage, jusqu'aux choix fatidiques d'un juge face à une affaire d'ordre pénal ou d'un économiste face aux oscillations de la bourse. Un médecin est amené, aussi, à lui faire face quotidiennement à des pathologies diverses qui l'amènent à prendre quotidiennement des décisions (Kumar, Korthuis *et al.*, 2010).

La décision est une propriété fondamentale du système nerveux (Berthoz, 2003). Elle a été exhaustivement décrite et mise en évidence dans l'organisation du comportement, notamment à travers la *cellule de Mauthner (M-Cell)* (Miklósi et Andrew, 2006), ainsi que dans les études faites sur le « poisson-zèbre » (Miklosi, Andrew *et al.*, 1997 ; Spence, Gerlach *et al.*, 2008 ; Allain, 2013). En effet, la décision se traduit par le déclenchement d'une suite d'actions pour réaliser un changement d'état ou de position, tel que le mouvement de fuite décidé par un animal lorsque la configuration des activités qu'il reçoit signifie « danger ! » (Spence, Gerlach *et al.*, 2008).

Pour l'histoire, les premières études ayant traité la prise de décision chez l'homme ont vu le jour à l'époque de Jakob Bernoulli qui fût le premier à avoir évoqué l'expression moderne de la

décision¹ depuis 1713 (Bernoulli, 1713). Trois approches dans l'étude de la prise de décision peuvent être distinguées : *normative*, *descriptive* et *prescriptive* (Bell, Raiffa *et al.*, 1988).

- L'approche normative fixe un cadre rationnel de la prise de décision dans lequel le décideur dispose de préférences bien définies obéissant à des axiomes rationnels. Cette approche repose sur des considérations théoriques plutôt qu'empiriques. Elle a été développée en sciences économiques par John Von Neumann et Morgenstern (1947), puis reprise dans les travaux sur les modèles mentaux, le raisonnement et la prise de décision chez Johnson Laird (1972). Ce dernier a développé trois niveaux d'explications du fonctionnement cérébral : le modèle computationnel, l'algorithmique et l'implémentation (Johnson-Laird, Legrenzi *et al.*, 1972 ; Johnson-Laird, 1995). Certains des résultats obtenus dans ce sens, par exemple, ont montré que le raisonnement, contrairement à la mémorisation d'une phrase, ralentit les jugements de la similitude des formes. De surcroît, la connaissance (théorique ou pratique du phénomène) peut influencer le processus déductif : « *les sujets chercheront plus assidûment des modèles alternatifs lorsqu'une conclusion putative est incroyable que lorsqu'elle est crédible* » (Johnson-Laird, 1995, p. 1007). Ainsi, Von Neumann et Morgenstern (1947) stipulaient dans leur ouvrage « *Theory of Games & Economic Behaviour* » que la « *fonction d'utilité* » serait à la base des paris que les gens émettent. Cette même idée a été reprise par Edwards (1954) sur la prise de décision, notamment en fonction de ce que Savage (1951) appelle la « *probabilité subjective* » ou la « *fonction d'utilité* » dans les choix faits par les gens. Cramer, Neal *et al.* (2010) ont également développé cette théorie en expliquant que les gens prennent des décisions en fonction des croyances qu'ils ont de la valeur de l'objet et en fonction de leurs buts. Ainsi, le mathématicien apprécie l'argent en proportion de sa quantité, les gens communs en fonction de son utilité pour chacun d'entre eux (Cramer, Neal *et al.*, 2010). Ces théories ont profondément influencé les psychologues qui, dans les années 50, s'en sont inspirés pour élaborer des travaux et émettre des théories sur la décision. Cette approche est fortement contestée en sciences cognitives en raison de plusieurs contradictions (Masmoudi et Naceur, 2010), vu que les observations empiriques, inspirant les modèles développés en sciences cognitives, rendent compte d'approches plutôt heuristiques, contextuelles et dépendantes des propriétés personnelles dans la prise de décision.

- L'approche descriptive est fondée sur l'étude expérimentale des comportements de prise de décision, en incluant les composantes psychologiques dans le processus décisionnel. Les apports de cette approche consistent à mettre en évidence le rôle des dimensions objectives et

¹ La notion de PROBABILITÉ sur laquelle il a travaillé « *est une théorie générale de la décision rationnelle dans des conditions d'incertitude et pas seulement une mathématisation de la pratique légale* » Lorraine Daston, *Classical Probability in the Enlightenment* (Princeton : Princeton University Press, 1988), *In Revue d'histoire des sciences*, année 1991, Volume 44, Numéro 2, pp. 267-269.

subjectives dans la prise de décision (Wood et Bandura, 1989 ; Bennet et Bennet, 2008 ; Alfares et Duffuaa, 2016 ; Silic et Back, 2016).

- L'approche prescriptive met en valeur l'importance de méthodes et de techniques bien définies dans l'amélioration du processus décisionnel ainsi que les compétences qui y sont liées. Les études contemporaines sur la prise de décision l'incorporent dans l'étude de la planification (Ananda et Herath, 2009 ; Weber et Johnson, 2009 ; Kang et Morin, 2016).

Les résultats des travaux récents, notamment à travers la théorie du « *Decision-Making* » traitent plusieurs domaines, tels que ; l'économie, le juridique, la politique et bien évidemment le sport. Lemaire et Didierjean (2018) distinguent, par exemple, trois types de situations de prise de décision : les situations de décision sous « *certitude* », sous « *incertitude* » et celle dites « *à risque* ». Les décisions sous certitudes sont des décisions dont les conséquences sont connues de façon certaine (si nous décidons de ne pas prendre de parapluie en sortant, nous savons que nous serons mouillés en cas de pluie). Nous pouvons, également, classer dans cette catégorie les décisions des actions motrices pratiquées dans un milieu standardisé, connu et *domestiqué*¹. Masmoudi et Naceur (2010) définissent la décision comme « *l'action d'arbitrage menée par une personne qui consiste à porter un jugement sur une situation comportant plusieurs options et à trancher parmi ces différentes options. La prise de décision implique l'appréhension du risque et l'engagement de la responsabilité* » (Masmoudi et Naceur, 2010, p. 40).

Par ailleurs, les décisions sous « *incertitude* » sont des décisions dont nous ignorons la probabilité de résultat. Par exemple : travailler plus augmente nos chances de réussite aux examens sans que nous sachions si travailler trois fois plus multiplierait par trois la valeur de notre chance de trouver un travail après les études. Ces décisions se font en absence de savoir primordial à propos de l'évolution future du phénomène. Dans un milieu de jeu inconnu ou incertain, les risques de battre son adversaire ne sont pas uniquement dépendants de la valeur de l'effort ou de la maîtrise technique de l'exercice, mais aussi de la nature de l'évolution des situations en absence de *feedback* de la part du milieu. Le Ski hors-piste ou le Canoë-kayak en eaux libres dissimulent au pratiquant une grande part de l'inconnu qui sera responsable de modeler ses prises de décisions et ses choix futurs.

Les décisions à « *risque* » sont des choix dont les conséquences et les probabilités de résultats sont connues d'avance. À titre d'illustration, dans la situation où nous avons 30 % de chances de doubler notre mise, nous connaissons la conséquence possible de la mise (la doubler) et la

¹ Le concept de DOMESTICATION désigne la « *dimension qui prend en compte le degré de codification et de modification que l'homme fait subir au milieu en vue d'accomplir ses pratiques ludosportives, notamment ses pratiques motrices dites de pleine nature* » (Parlebas, 1999, p. 108).

probabilité de cette conséquence (environ une chance sur trois). Le risque se présente, également, à travers l'exemple du penalty, au Football ou au Handball (Dugas, 2010) où le joueur est confronté à un dilemme de duel, dans lequel il est face à une cage (à moitié libre par sa dimension) et où un gardien pourrait intervenir de façon imprédictible. Le résultat est connu : marquer ou rater l'essai. Mais, dans cette situation de penalty, il aura toujours un risque sur trois ; marquer, tirer hors cage ou se voir arrêter le ballon par le gardien.

Dans le domaine ludosportif, les termes de « décision » apostrophent manifestement l'autonomie et la capacité d'auto-détermination du sujet (Weinberg, Gould *et al.*, 1979 ; Wood et Bandura, 1989 ; Kang et Morin, 2016). Cependant, ce pouvoir de choix n'a de sens que s'il prend en considération les paramètres de l'environnement (Insabato, Dempere-Marco *et al.*, 2014) qui définissent précisément les conditions contextuelles qui gouvernent les choix individuels.

En praxéologie motrice, la question n'a été posée ni sur le fond du concept ni sur son existence dans la pratique motrice, puisque Parlebas a mis en valeur le rôle des sciences cognitives à travers les études menées sur le transfert (Parlebas, 1967 ; Parlebas et Dugas, 2005). Il considère d'ailleurs que « *le sujet agissant est en permanence un sujet décidant* » (Parlebas, 1999, p. 200). En revanche il s'est plutôt interrogé sur les formes avec lesquelles la décision se manifeste. En effet, l'interaction motrice présente des situations de décision instantanée, parallèlement à d'autres situations d'anticipation où le jugement semble avoir été préétabli à travers une lecture anticipée de l'évolution du phénomène. Les constatations que nous dégageons chaque fois que nous sommes face à une analyse de choix et de décisions, présents dans une situation ludomotrice, font du concept de décision motrice une poutre maîtresse dans la charpente conceptuelle étudiée dans cette thèse. Ainsi, nous dégageons deux types de décisions qui figureront tout au long de nos prochaines étapes de travail empirique, à savoir : la décision motrice simple et la décision motrice complexe.

8.1. La décision motrice simple

La prise de décision correspond au fait d'effectuer un choix entre plusieurs objets ou de modalités d'actions alternatives s'offrant à nous lors de la confrontation à un problème. Le but étant de le résoudre en traduisant notre choix fait en un comportement ou en séquences d'actions (Masmoudi et Naceur, 2010). La décision implique, donc, « *la reconnaissance préalable de l'objet de choix, la recherche, l'analyse et l'organisation des informations utiles le concernant, l'élaboration et l'évaluation d'hypothèses de décisions en prenant en particulier appui sur des connaissances et/ou des expériences antérieures, le choix d'une hypothèse de décision et sa mise en œuvre* » (Allain, 2013, p. 1). Certaines décisions sont dites simples. Elles ont d'ailleurs fait l'objet de toute une approche, en liant avec le théorème de Bayes (Gremy, Salmon *et al.*, 1969)

qui, rappelons-le, propose de formuler des jugements probabilistes en appliquant des règles de calcul des probabilités binaire¹ (0 ou 1). Cette démarche de choix reste, toutefois, très critiquée par des chercheurs en sciences cognitives puisque ces jugements omettent des erreurs, notamment par manque de représentativité, de conjonction entre les multiples facteurs qui peuvent entourer l'action ou la contextualiser (Lemaire et Didierjean, 2018).

En d'autres termes, si nous nous référons à la résolution de problèmes selon le concept de rationalité, comme le présente Simon (1959) dans sa théorie de prise de décision procédurale en économie (le modèle dit *satisficing behavior*), nous trouvons que tout décideur est rationnel en cas de choix simple : s'il préfère le choix « A » au choix « B » et le choix « B » au choix « C », il optera pour le choix « A ». Cependant, lors d'un choix plus complexe (à dix alternatives par exemple) et en situation d'incertitude, le décideur cherchera moins à examiner l'ensemble des possibilités et il ira plutôt vers la recherche d'une solution dite raisonnable, dont la valeur atteint un certain seuil de satisfaction ou d'aspiration (Allain, 2013) dans lequel « *l'émotion et la motivation ont des effets modulateurs sur la décision* » (Masmoudi et Naceur, 2010, p. 95).

Dans la situation psychomotrice, la décision est un choix conscient et préétabli par le pratiquant (Parlebas, 1999). Ainsi, choisir entre la rigidité et la longueur de la perche durant le Concours, ou bien décider de faire abstraction (passe) sur une hauteur donnée au Concours de Saut en hauteur sont autant de décisions simples que préprogrammées relevant d'une analyse de l'évolution des faits, de l'état de préparation et de celui des concurrents dans un cadre où la marge d'incertitude due à l'environnement s'avère quasi-nulle. Le choix est donc d'ordre rationnel binaire : « 1 » je passe, « 0 » je ne passe pas cette hauteur. Nous devons, toutefois, être prudents dans notre jugement concernant la décision chez l'homme. Berthoz (2003) l'illustre dans ses travaux à propos de la décision en disant que « *les approches bayésiennes doivent nous retenir comme outil de modélisation parce que la règle de Bayes lie le présent, le passé et le futur. Le cerveau n'est pas toujours bayésien, mais certains de ses processus le sont sans doute* » (Berthoz, 2003, p. 349).

8.2. La décision motrice complexe

Les caractéristiques de la personne ainsi que celles du contexte concourent ensemble à déterminer réellement la production d'une décision et le perpétuement de son caractère dynamique et flexible (Roy, 1983), du moment que « *les affaires humaines [comme concluait Hirschman (1967)] ne se règlent pas seulement par la raison étroite de la théorie rationnelle*

¹ La LOI BINAIRE en probabilité suppose un nombre allant de « 0 à 1 » où « 0 » signifie que l'évènement n'arrivera jamais et « 1 » qu'il arrivera toujours, puis « 0,5 » qu'il y a une chance sur deux qu'il se produise.

[...] *il leur faut aussi l'aide de la main cachante*¹. *En se cachant une partie de la réalité, l'homme se rend capable d'appréhender cette autre réalité qui lui reste mystérieuse, la part de devenir, de transformation, de développement que le temps lui opposera* » (Crozier, 1984, p. 32). Le concept de décision cache en quelque sorte son antonyme que Roy (1983) désigne comme « *l'empire de la non-décision* ». En effet, l'expression même de décision indique un fait positif et actif qui devient remarquable quand il est manifesté par un individu (indépendamment du résultat d'aboutissement), mais « *il ne faut pas oublier que l'absence de décision a peut-être autant d'importance que les processus logiques qui aboutissent à des choix* » (Roy, 1983, p. 16). Aussi, il semble évident que nous ne pouvons évoquer le concept de décision qu'en situation d'incertitude (Parlebas, 1999), qui peut être le résultat des initiatives d'autrui ou des changements du milieu physique, ou même des deux ensembles. Après tout, ne pas prendre de décision revient à s'en remettre aux décisions des autres et éviter les risques de la responsabilité. Les travaux menés sur la décision complexe (Delignières, Teulier *et al.*, 2009 ; Bossard et Kermarrec, 2010 ; Madl, Baars *et al.*, 2011 ; Nakao, Ohira *et al.*, 2012 ; Kang et Morin, 2016) postulent, dans leur majorité, que la décision faite dans une tâche motrice complexe fait appel à des décisions d'ordre cognitif, qui sont issues de la représentation (Wood et Bandura, 1989) que l'individu se fait de l'efficacité de son action. Ainsi, dans le sport, l'institution préétablit l'organigramme des actions du sujet en standardisant le milieu et en clarifiant les règles, de telle sorte qu'un grand nombre de décisions deviennent programmées et standardisées, parce qu'elles servent à faire face à des problèmes eux-mêmes *routiniers* (selon l'expression des économistes). Cette standardisation pré-régulée par l'institution reste bridée face aux conduites complexes du quotidien que Damasio (2006) considère, non seulement sous la dépendance des mécanismes cognitifs, mais aussi sous la dépendance de facteurs émotionnels exerçant parfois une pression déterminante sur l'orientation des choix.

L'interaction motrice semble, alors, être un facteur indétrônable dans la prise de décision. Les échanges, les communications et les contre-communications sont eux-mêmes gouvernés par les processus cognitifs tels que l'attention et la perception. En effet, les travaux de psychologie expérimentale ayant été menés dans le cadre de la *théorie de traitement de signal* (TDS), dite (aussi *théorie de la décision sensorielle*) depuis les années 40 et 50, ont mis en évidence deux façons avec lesquelles l'observateur détecte les stimuli et décide son action (Jimenez, 2015). Ainsi, deux observateurs pourront avoir des sensibilités semblables, mais adopter des stratégies décisionnelles différentes. Par ailleurs, certaines personnes attendent plus que d'autres d'être

¹ A.O Hirschman (1967) explique qu'un des moteurs de l'action pour un individu est son ignorance de ce qui l'attend lorsqu'il entreprend une action, il fait un jeu de mots opposant la main invisible de Smith (*hidden hand*) à la main cachante (*hiding hand*).

sures avant de prétendre percevoir un signal. Ils sont qualifiés *d'observateurs conservateurs*, alors que ceux qui réagissent plus tôt sont désignés *d'observateurs audacieux* (Jimenez, 1997). Ces résultats mettent au premier plan les caractéristiques individuelles de chaque sujet agissant.

8.3. Le rôle de l'attention dans la décision motrice

Dans l'apprentissage des techniques sportives, le rôle de l'exercice est fondamental. S'exercer signifie à la fois consolider et développer l'acquis par l'application de l'intelligence aux difficultés et aux problèmes posés (Grolnick et Ryan, 1987). L'objectif de l'exercice est autre que celui de la simple répétition. En effet, c'est celui d'apprendre à apprendre grâce, notamment, au développement de la performance (Gilbert, 1995). L'exercice représente, selon Boden (1996), l'étape de reproduction intelligente des différents schèmes déjà acquis. Toutefois, il faudra noter que, quelle que soit la nécessité de consolider les acquis en les répétant, l'exercice risquerait de ne plus répondre à sa finalité s'il oblige à porter l'effort trop longtemps sur des objets de l'environnement, déjà intériorisés. En effet, cela mènera à mettre en échec la capacité d'attention, de mémorisation et de stockage d'informations à cause du phénomène de lassitude (Drugowitsch, Moreno-Bote *et al.*, 2012 ; Santos, Santos *et al.*, 2014), provoqué par le sentiment de tourner en boucle. Ce qui change avec les situations sollicitant les « *procédures de raisonnement* » ou la réflexion, c'est que l'individu se donne comme le note Mead (1934), « *un ensemble différent d'objets auxquels répond un champ différent de stimulations* » Mead (1934, cité par Quéré 2010, p. 85). En d'autres termes, la réflexion, l'analyse ou le raisonnement, sollicité par de nouvelles situations d'apprentissage moteur ou cognitif, introduisent de nouveaux objets, ou de nouveaux aspects des objets, dans le champ de stimulation afin de réorganiser des réponses qui ont échoué ou qui se sont bloquées. En effet, toute action tend vers une fin et implique la connaissance des moyens pour atteindre cette fin (Buekers, Magill, et Sneyers, 1994). En effet, toute action suppose la reconnaissance de certaines valeurs et de certains savoirs techniques qui permettent de se poser déjà des questions d'évaluation et à propos du niveau de la réussite, et c'est à ce niveau que des travaux sont actuellement menés, notamment en sciences cognitives ou en *sciences du sport* (Buekers, Magill, et Sneyers, 1994 ; Behroozmand, Liu *et al.*, 2011 ; Wright, O'Halloran *et al.*, 2016 ; Brooks, Seeanner *et al.*, 2017), où la connaissance des résultats (ou *feedback*) peut influencer les réajustements instantanés du pratiquant au cours de l'accomplissement de son action.

8.3.1. Les degrés de la conscience et la régulation de l'attention

Toute conscience est sélection, toute conscience est choix ; autrement dit, toute conscience est, à quelque degré, attention (Alquié, 1939). L'attention bannit l'inutile, refoule l'inconvenant.

Cependant, elle évoque, aussi, tel ou tel souvenir susceptible de nous aider à trouver la solution du problème, théorique ou pratique, qui nous occupe. Elle sollicite telle image qui, liée à nos tendances, à nos besoins, ou aux besoins de la situation d'interaction avec l'environnement, peut éclairer l'objet sur lequel va s'exécuter notre action.

Du reste, l'absence de limites rigoureuses qui séparent ce qui est conscient de ce qui ne l'est pas (Gile, 1988), fait que nous avons conscience de ce que nous disons, de ce qu'on nous dit, nous apercevons le ou les interlocuteur (s), etc. À un degré moindre, nous avons conscience, en même temps, du lieu, de l'heure qu'il est, de ce que nous avons à faire dans un instant. Dans notre champ de conscience, appelé par Wundt « *Blickfeld* » (Wundt, 1874), il y a des zones de moins en moins conscientes, ce champ étant maintenu, durant un certain temps, au centre de la conscience.

Les données récentes d'Imagerie cérébrale par Résonance Magnétique fonctionnelle (IRMf) et les données neurophysiologiques indiquent que l'attention n'est pas proprement issue d'une seule région du cerveau ni de tout le cerveau (Posner et Dehaene, 1994 ; Park, Byun *et al.*, 2013). Alors que les effets attentionnels semblent être médiés par une amplification relative du flux sanguin et de l'activité électrique dans les zones corticales traitant le calcul assisté, les détails de la façon dont cela se fait en améliorant la présence ou la suppression des éléments sans surveillance, ou les deux, semblent dépendre de la tâche (VanRullen et Thorpe, 2004 ; Ketenci, Auberlet *et al.*, 2010). Les récentes recherches présentent des progrès substantiels dans l'effort visant à déterminer la façon dont l'activité cérébrale est régulée par l'attention.

8.3.2. Principe du codage et du décodage sémiotiques

Le jeu sportif est un système (Parlebas, 1986), où sont en interaction les joueurs entre eux et avec les composantes de leur environnement physique, entourage humain (officiels, entraîneurs et spectateurs). En effet, en jouant, le pratiquant adopte des attitudes, choisit des stratégies et éprouve des émotions. Ainsi, il use de son intelligence pour inventer des conduites motrices facilitant sa communication avec son entourage (Mead, 1963).

En étudiant les effets de l'interaction sociale, Bavelas (1951) a affirmé que certains comportements de l'individu peuvent traduire une influence du réseau social sur l'état des membres d'un groupe. Il a toutefois noté que cette influence n'est pas déterminée de façon rigide, puisqu'elle pourrait interférer avec la nature de la tâche allouée au groupe. Ainsi, les gestes « *trompeurs ou allusifs* » peuvent être produits à des fins de surpassement de l'adversaire. En outre, cette idée est reprise dans les travaux de Goldin-Meadow et Wagner (2005), Rambusch (2006) qui considèrent que « *l'utilisation des mouvements du corps au cours de la sollicitation des processus cognitifs en apprentissage les soutient, même si les gestes effectués ne sont pas*

nécessaires à l'accomplissement de la tâche » (Goldin-Meadow et Wagner, 2005, p. 234). Le geste est un début d'action (Parlebas 1986) qui suscite un début de réponse anticipative de l'autre. Ce début de réponse du second provoque des réajustements de la part du premier.

Ainsi, le principe derrière l'efficacité de décodage consiste à l'assimilation des gestes de la part du deuxième sujet. Cette situation provoque chez le premier une initiation d'un processus de décodage-codage successif et simultané. En effet, ces gestes peuvent être sollicités entre partenaires, tel est le cas du Volley-ball, où Kneidinger, Maple *et al.* (2001) ont prouvé l'existence de concordance entre la fréquence de toucher entre les joueurs et la cohésion réelle débouchant vers un meilleur rendement. La spécificité liée au codage et au décodage humain des signes que *« les phénomènes de communication, de décodage et d'encodage gestuels ressortissent à une activité symbolique dont l'agent reste le créateur, dans le cadre des règles préalablement acceptées »* (Parlebas, 1986, p. 72). Toutefois, dans les situations reposant elles-mêmes sur le principe de l'ambivalence, le processus de décodage des indices devient moins transparent vis-à-vis de l'adversaire, afin de lui réduire le champ de certitude des informations qu'il essaye de décrypter. Cette spécificité chez l'homme, de pouvoir ainsi transformer ses formes de communications et contre-communication, est due à *« l'usage de symboles significatifs qui rend possible le type de coordination complexe qui se développe dans les sociétés humaines. [Autrement dit, ce] qui différencie la communication humaine, pleinement développée, de la conversation de gestes chez les animaux est le fait que celle-ci y est devenue consciente »* (Quéré, 2010, p. 40).

8.3.3. L'attention sélective face aux stimuli de l'environnement

Rechercher un objet ou un signe particulier dans un environnement complexe est une faculté que tout individu doit posséder (Carrasco, 2011), que ce soit pour détecter les signaux menaçants ou identifier la présence d'un objet d'intérêt (Ben Ali, Naceur *et al.*, 2017). Les systèmes perceptifs de chaque espèce sont développés pour répondre avec une résolution optimale de ces tâches quotidiennes (Vinciarelli, Salamin *et al.*, 2009). Certaines situations sollicitent cependant l'engagement de ressources supplémentaires ou spécifiques, telles que *« la combinaison de plusieurs traits caractéristiques de l'objet recherché, ou la décomposition de l'ensemble des informations en plusieurs parties à traiter si l'information à déceler est trop fine »* (Palix, 2006, p. 4). Dans ce dernier cas, s'illustre la recherche d'un livre particulier sur les étagères d'une bibliothèque. Si par contre, plusieurs livres doivent être examinés tour à tour avant de trouver celui qu'il recherche, l'individu fera appel à certains schèmes concernant la taille, la forme ou la couleur qui peuvent distinguer notablement le livre recherché des autres. Le système visuel fera

ainsi appel à la combinaison de tous ces facteurs pour trouver son emplacement exact. En effet, quel que soit le type de recherche : rapide et efficiente ou lente et inefficente, c'est le type de stimuli qui pourra faire la part de différence entre la sollicitation des processus attentionnels et ceux du traitement de l'information par le système. Les gestes, les signes ou les mouvements sont des stimuli permanents dans les jeux sportifs. Ils offrent la possibilité d'attirer ou de détourner l'attention du sujet par son partenaire ou son adversaire pour des objectifs complètement distincts. Ainsi, réaliser une tâche motrice qui demande de l'attention sous-entend que l'individu doit être attentif et qu'il arrive à maintenir cet état d'éveil de façon soutenue (Alquié, 1939). Mais il doit, également, être capable de traiter activement la partie pertinente des informations présentées, autrement dit, orienter son attention sur différentes positions de l'espace afin de se focaliser sur l'objet d'intérêt. Traitée comme état de cognition à son époque, Mead (1936) décrit l'attention comme « *simplement un développement de l'attitude sélective d'un organisme vis-à-vis de son environnement et le réajustement qui résulte d'une telle sélection. [...] c'est-à-dire au fait de faire attention à des choses et à l'analyse qu'il comporte* » (Mead, 1936, p. 350). En effet, des travaux sur l'attention sélective (Bashinski et Bacharach, 1980 ; Booth, Burman *et al.*, 2003) ont confirmé que la conscience apparaît dans un organisme vivant dès lors que la sélection de stimuli qu'il opère s'applique au champ de ses propres réponses.

8.3.4. L'orientation de l'attention

L'attention sélective se traduit d'abord à travers l'activation des organes de sens par la manifestation d'un stimulus dans une direction bien déterminée (Armstrong et Olatunji, 2012). L'observation de l'orientation de l'attention est possible en particulier lorsqu'un stimulus d'intérêt se présente de façon excentrée par rapport à un point de fixation visuelle centrale (Granka, Joachims *et al.*, 2004 ; González, Santana *et al.*, 2010). Spontanément, les yeux, par exemple, se posent sur le stimulus en effectuant une saccade oculaire, et lorsque cette orientation nécessite un déplacement de plus de quinze degrés, elle est généralement accompagnée d'une réorientation de la tête ou du corps. Ces orientations explicites (dite : « *ouvert* » dans les recherches anglophones) sont à distinguer des déplacements implicites de l'attention (dits : « *covert* »), dont seuls les bénéfices comportementaux (exemple : rapidité de réponse) ou les effets pour le fonctionnement cérébral (diffusion du flux sanguin dans une région déterminée du cortex plus qu'une autre) peuvent témoigner (Palix, 2006).

L'orientation des processus attentionnels peut être soit automatique et provoquée par un changement brusque de l'environnement (un ballon dévié par un partenaire ou un adversaire), soit intentionnelle et contrôlée, comme dans l'attente d'informations à une position précise (un tir de *penalty* dont le gardien aurait déchiffré le sens avec *brio*). L'orientation automatique de

l'attention est appelée « *exogène* », l'orientation délibérément dirigée par le sujet est appelée « *endogène* » (Sperling et Reeves, 1980).

En effet, notre intérêt dans ce travail de recherche pour l'orientation de l'attention vient du fait que cette modalité influence le traitement d'information et met en valeur toutes les situations d'expérimentation qui seront proposées en les rapprochant du comportement moteur habituel du sujet en action. Ainsi, l'orientation de l'attention a pour fonction de faire valoir une portion de l'espace, un objet ou un évènement, afin de permettre de le soumettre à la focalisation.

8.3.5. La focalisation de l'attention

Chercher un numéro de téléphone dans une liste, observer les gestes d'un adversaire en Boxe au cours du combat, imposent un temps d'arrêt, suffisamment adéquat à chaque tâche, sur un point spatialement délimité pour aboutir. Cette opération est appelée « *focalisation de l'attention* ». Elle est rendue possible par l'interaction existant entre les aires cérébrales concernées par le positionnement de l'attention et les parties antérieures du cerveau, qui concentrent et maintiennent l'attention (Bégin, 1992 ; Johnson et Zatorre, 2006). Le coût cognitif que cette opération représente est un rétrécissement momentané du champ attentionnel ainsi qu'une occultation des autres informations à un niveau conscient, pourtant co-présentes (Harrar, Harris *et al.*, 2017). Tel serait l'exemple du serveur dans un café et qui arrive à détecter les signaux des clients ou prendre leurs commandes en ayant un plateau à la main prêt à être servi à la table d'à côté.

Les effets sur le comportement de l'orientation et de la focalisation peuvent être multiples, comme nous allons le voir ci-après, et c'est aussi ce que nous proposons de vérifier au travers des principaux paradigmes expérimentaux révélateurs du fonctionnement de l'attention dans les tâches simples et complexes proposées.

8.4. Le rôle de la perception dans la prise de décision motrice

L'environnement est une variable indétrônable dans la classification proposée par Parlebas (1986, 1999). Ainsi, le lien qu'entretient le sujet avec son environnement, porteur d'incertitude ou « *domestiqué* », peut changer la donne concernant sa façon d'interagir avec chaque composante gravitant autour de lui. C'est la façon avec laquelle nous percevons l'environnement qui conditionne, donc, le comment agir. En effet, si nous parlons de perception à chaque instant, nous prenons conscience de nous-mêmes, de notre corps et des objets qui entourent notre corps (VanRullen et Thorpe, 2004). Toutefois, les rapports entre réalité et perception ont varié dans l'histoire selon les courants philosophiques puis avec l'avènement de nouveaux champs de la recherche en psychologie, notamment expérimentale.

8.4.1. La perception, les perceptions

En effet, pour le sens commun, la perception est un acte simple et immédiat qui commence avec le sujet percevant, celui qui a conscience qu'il perçoit, d'abord, grâce à ses cinq sens (Jimenez, 2015). Mais la perception n'est pas neutre, elle ne se résume pas à la seule sensation brute. Le sujet interprète ses sensations, leur donne une forme ou les corrige.

À la perception s'ajoutent les préjugés, les filtres, les représentations du sujet (Edwards, 1954). La perception risque donc toujours d'être accompagnée d'une illusion, une erreur, une méprise. Ainsi, les psychologues voient en général dans la perception une opération fort complexe, mettant en jeu toutes nos fonctions mentales et résultant d'une élaboration et d'une construction (Corcuff, 2007).

Le contenu des études à propos de la perception s'est déjà posé comme problème au niveau des écoles philosophiques (Berkeley, 1709 ; Descartes, 1844 ; Merleau-Ponty, 1945). La question est de comprendre le rapport entre « *réalité* » et « *perception* ». Ainsi, pour les courants dits « *réalistes* » « *rationalistes* » et « *empiristes* », « *il y a* » un monde objectif et « *il y a* » une perception subjective de « ce monde » objectif, que nous pouvons relativement atteindre par la raison ou par l'expérience. Ainsi, chez le philosophe Épicure, cité par Malherbe (1977), par exemple, il explique dans son écrit « *Lettre à Hérodoté* » que les sens ne nous trompent pas. C'est l'esprit de celui qui perçoit qui transforme la réalité. L'erreur n'est donc pas dans les sens, mais dans le jugement. Ces idées, qui font le fondement de l'empirisme, s'opposent avec celle de Platon, cité par Alquié (1939) qui considère dans l'« *Allégorie de la caverne* » (République VII) que ce que nous percevons dans le monde sensible dans lequel nous vivons est illusion.

Chez Descartes (1844), les sens sont trompeurs. Il a illustré cette thèse avec un morceau de cire qu'il cite en exemple dans « *Méditations métaphysiques II* » en faisant l'expérience de le soumettre à la chaleur puis, en constatant ses changements, il conclut que nous ne pouvons nous fier aux sensations qui nous induisent en erreur. Ainsi, la connaissance, pour Descartes, se trouve dans le jugement que nous effectuons sur nos sensations. À *contrario*, Emmanuel Kant (1781) pense que c'est le sujet percevant qui, en agissant sur le monde, rend l'expérience possible et que sans ce sujet percevant, le monde ne serait qu'un magma flou de sensations. De son côté, le courant phénoménologique considère qu'il n'y a pas de « *réalité* » en dehors de sa construction par le sujet percevant. Merleau-Ponty (1945, cité par Hass, 1991) prend en considération le champ de structures porteuses de sens, c'est-à-dire le champ perceptif, comme condition préalable à l'identification des sensations.

Concernant la psychologie expérimentale, il n'est plus question de se demander ce qu'est la perception, puisque les recherches se sont orientées vers la description de ses manifestations en termes de comportements ou de verbalisations (Broadbent, 1977). Le champ des travaux en psychologie expérimentale présente trois approches (Palix, 2006) :

- Une première approche qui évacue totalement la perception et s'intéresse aux relations entre « *stimulus* » et « *réponse* » ;
- Une deuxième approche qui considère la perception comme un système de traitement de l'information sensorielle, séparée des « *représentations* » et des « *sensations* » ;
- Une troisième approche qui considère la perception comme la construction d'une signification.

Le jeu sportif met en relation le sujet avec son environnement porteur de sens, où les composantes (espace, temps et objet) sont parfois partagées avec un partenaire et/ou avec un adversaire. Les composantes de l'espace interagissent selon la nature de l'action motrice et la façon avec laquelle le sujet les perçoit.

8.4.2. La perception visuelle

Une littérature abondante s'est intéressée, au fil des années, à la perception sensorielle visuelle (Sperling, 1960, 1963 ; Itti et Koch, 2001 ; Booth, Burman *et al.*, 2003 ; Crouzet et Thorpe, 2006 ; Carrasco, 2011), aux traitements des images et des visages (Gao, Podladchikova *et al.*, 2006 ; Blake et Wilson, 2011 ; McGovern, Webb *et al.*, 2012 ; Clarke, Longtin *et al.*, 2015 ; Kuboki, Sugase-Miyamoto *et al.*, 2016 ; Hulsdunker, Struder *et al.*, 2017) et à la recherche de cibles visuelles dans des contextes expérimentaux (Sperling et Melchner, 1978 ; Hoffman et Nelson, 1981 ; Dehaene, 1989 ; Chen, Geisler *et al.*, 2008 ; Teikari, Najjar *et al.*, 2012 ; Balakrishnan, Uppinakudru *et al.*, 2014 ; Ben Ali, Naceur *et al.*, 2017 ; Brooks, Seeanner *et al.*, 2017 ; Kazanovich et Borisyuk, 2017). En effet, le système visuel humain a toujours intéressé les travaux, puisque, chez un sujet sain, l'œil représente l'organe sensoriel le plus dominant dans le contact avec le monde extérieur. Ainsi, la capacité de réponse et d'analyse de l'organe visuel lui permet de répondre aussi bien aux stimulations les plus simples (Hubel et Wiesel, 1969), que les plus complexes (vision en 3D ou en profondeur). L'extraordinaire efficacité du système visuel humain et des systèmes visuels naturels, en général, est implicitement démontrée par la plupart de nos activités quotidiennes comme le simple fait de pouvoir lire, conduire un véhicule, ou regarder la télévision. La rapidité avec laquelle notre système visuel réalise ces tâches reste toujours un champ d'investigation qui évolue avec l'évolution des outils d'imagerie mentale et des moyens techniques (Baker, Schweitzer *et al.*, 2013 ; Nyamsuren, 2013). « *Bien qu'il nous semble pouvoir interpréter une nouvelle image se présentant à nos yeux de façon quasi*

instantanée, les processus neuronaux qui mènent à cette interprétation nécessitent un temps de traitement non négligeable. Les potentiels évoqués visuels constituent un outil fascinant pour évaluer la durée de ces processus, car ils peuvent refléter l'activité neuronale avec une précision temporelle de l'ordre de quelques millisecondes » (VanRullen et Thorpe, 2004, p. 1).

Les résultats obtenus par Thorpe, Fize *et al.* (1996) démontrent que l'activité de conduction électrique provoquée par un stimulus visuel diffère, environ, de 150 ms selon que ce stimulus représente un objet d'intérêt ou un distracteur pour le sujet testé. D'autres travaux, tels que ceux de Ression, Gauthier *et al.*, (2000) ont plutôt, trouvé que lorsque le stimulus représente un visage, le potentiel enregistre un retard allant jusqu'à 170 ms. Un temps supplémentaire est ainsi sollicité pour la reconnaissance visuelle. Les plus récents des travaux (Homann, Koay *et al.*, 2017 ; Gerber et Deouell, 2018) sont en train de travailler sur les latences de réponses neuronales visuelles, notamment en présence de stimuli pour un temps relativement important de 1,2 sec et 1,5 sec. Leur objectif est de comprendre les différents types de variations de réponses des récepteurs sensoriels visuels pour les différentes formes d'interaction avec le monde extérieur.

8.4.2.1. Perception du mouvement

Les mouvements, les gestes, les mimiques ou les déplacements sont des actions d'expression qui traduisent soit une demande, soit une indication, soit une injonction tactique ou émotionnelle qui peut substituer les paroles (Parlebas, 1981 ; Krauss, Chen *et al.*, 1996 ; Kneidinger, Maple *et al.*, 2001 ; Hall, Coats *et al.*, 2005). Une fois observés, ces mouvements seront transmis par la voie magnocellulaire pour aboutir dans le cortex temporal moyen, ou aire V5 (Figure 1.6), dans lequel la perception du mouvement et de la forme deviendront effectives (Pignat, 2005).

Ces projections font un premier relai avec les neurones « M » des deux premières couches cellulaires du noyau géniculé latéral du thalamus. Dans cette structure, la décomposition de l'information visuelle en contenus élémentaires par la rétine est préservée. Par conséquent, l'information qui va nous permettre de percevoir le mouvement sera spécifiquement traitée par les neurones « M ». Puis, les axones de ces derniers pénètrent dans le cortex strié et se projettent dans l'aire V1 de manière spécifique. Ensuite, ils continuent par voie neuronale complexe jusqu'au cortex temporal moyen ou aire V5, soit de manière directe, soit en faisant relai avec l'aire visuelle V2. Enfin, l'organisation structurelle et fonctionnelle de l'aire V5, qui est composée d'agencements cellulaires en colonnes, permettra à chacun de répondre spécifiquement à une direction unique prise par le stimulus. En conséquence, pour chaque région du champ visuel, il y aura une série de colonnes qui seront sensibles à toutes les directions du mouvement. Cette propriété repose principalement sur les champs récepteurs auxquels se rapportent les cellules (Meulders et Colle, 1966 ; Pignat, 2005).

En effet, ces dernières répondent à un mouvement en intégrant les activations provenant de plusieurs champs récepteurs voisins qui sont, les uns après les autres, activés par des changements de luminance (Albright, Desimone *et al.*, 1984).

8.4.2.2. La perception de la couleur

C'est dans l'aire V4 (Figure 1.6 a) que la couleur et la forme seront perçues de manière définitive. En effet, des zones bien précises du thalamus en lien avec les neurones thalamiques permettent de préserver la ségrégation des voies visuelles ainsi que le contenu de l'information « couleur et forme ». Ensuite, un relai est fait, passant par V1 puis le cortex visuel secondaire V2, achevant son cheminement dans l'aire V4 située dans le lobe temporal inférieur (Pignat, 2005).

Le spectre visible de la lumière¹ se décompose en une multitude de photons dont les longueurs d'onde, portant chacune une couleur, s'étendent de 400 nm (violet) à 700 nm (rouge) (Lit, Young *et al.*, 1971 ; Theeuwes, 1992). Afin d'assurer la perception discriminative des couleurs, notre système visuel s'appuie sur des propriétés structurelles et fonctionnelles bien définies. En effet, c'est au niveau des photorécepteurs que s'opère la première discrimination physique des différentes longueurs d'onde (Weinberg, Dodwell *et al.*, 1990). Ainsi, les cônes « *S*, *M* et *L* » (Figure 1.6 b), étant sensibles aux longueurs d'onde courtes 420nm (bleu), moyennes 530 nm (vert) et longues 560nm (rouge), permettent à la rétine de différencier physiologiquement les différentes couleurs et de préserver la stabilité de l'information. Cette dernière va prendre la voie des aires visuelles V1 et V2 et, finalement, achever son périple dans l'aire V4 où certaines cellules sont sensibles à l'orientation de barres lumineuses et sont, par conséquent, capables de détecter les contours des objets (Theeuwes, 1992; Pignat, 2005) (voir légende des aires visuelles Tableau 1.1).

¹ Illustré au troisième chapitre de cette thèse.

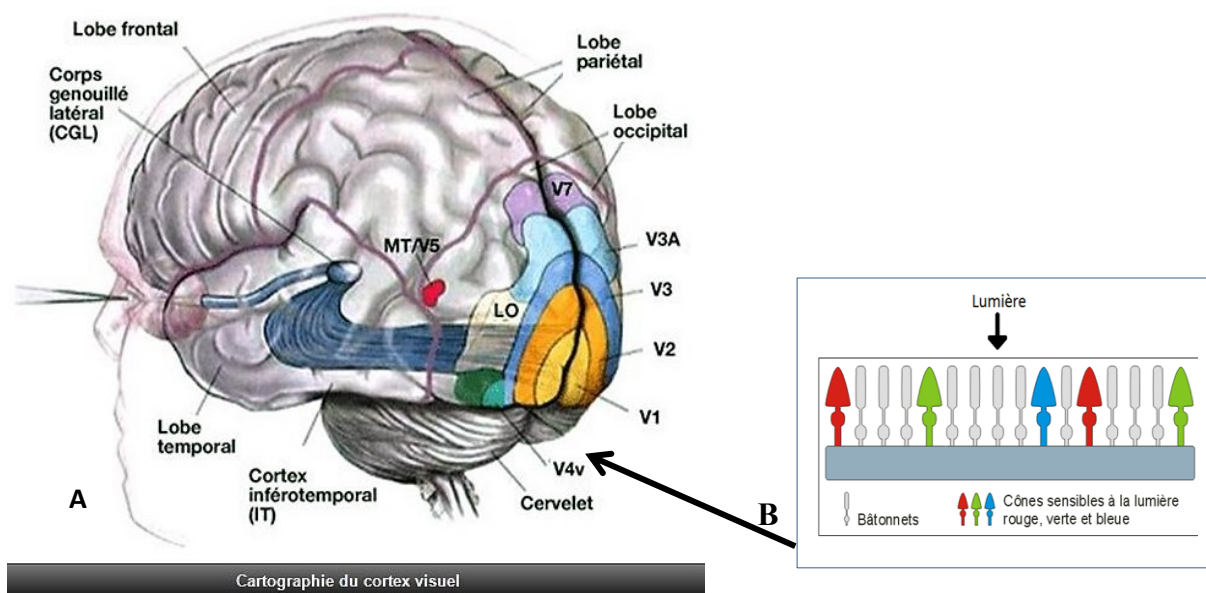


Figure 1.6 : (A) Illustration de la cartographie des aires du cortex visuel humain. (B) Illustration de la répartition des cellules (cônes) responsables de la réception de lumière sur la rétine et de la discrimination des couleurs ¹

Tableau 1.1 : Légende des fonctions des aires du cortex visuel (Rosenzweig, Leiman *et al.*, 2001)

Aires visuelles	Rôle
V1	Ces aires jouent un rôle très important dans la perception des contours. Elles restent incontournables dans toute perception visuelle fine.
V2	
V3	Reconnaissance des formes, des visages
V4	Cette aire joue un rôle dans la perception des couleurs
V5	Elle joue un rôle dans la perception des mouvements

8.4.3. La perception auditive

Dans la pratique motrice, le pratiquant associe à ses actions certains indices qui donnent une signification en fonction du champ lexical ou praxémique (Parlebas, 1999) dans lequel il est en train d'agir. Ces formes d'interactions sémiotiques se traduisent en gestes, en mouvements, mais se verbalisent aussi en phrases, cris ou sons spécifiques. L'audition nous paraît, ainsi, un facteur indétrônable au cours de l'action (Bowyer, Hsieh *et al.*, 2009).

¹ <http://raymond.rodriquez1.free.fr/Documents/Organisme-A/Vision/airesVisu1.jpg>

Les sons d'alertes, de détections, les informations sur la proximité d'objets sont des sources sonores qui nous envahissent le quotidien. Ainsi, un coup de klaxon automobile est souvent ignoré ou perçu comme gênant si le sujet est chez lui. Ce même coup de klaxon prendra une signification différente si le sujet traverse la rue, ou s'il est au volant de sa voiture. Plus encore, lors d'une conversation entre collègues de travail, que nous n'écoutions pas jusqu'alors, la simple prononciation de notre nom peut focaliser soudain notre attention. En effet, la manière dont nous percevons toutes ces sources informationnelles diffère suivant le contexte, la situation de l'auditeur ou la nature du son reçu.

La parole représente, chez l'humain, le moyen de communication communément utilisé entre les individus (Kraut, 1978). L'identification des mots nécessite une association entre un signal acoustique et une représentation phonologique-lexicale dans la mémoire sémantique à long terme (Rönnberg, Rudner *et al.*, 2008). Ces liens passent dans leur cheminement par la mémoire de travail qui agit comme une interface entre le signal entrant et les représentations (Zesiger et Jöhr, 2011). Ainsi, la compréhension du langage dans des conditions d'écoute optimales pour les personnes ayant une acuité auditive normale est essentiellement implicite et se fait sans effort (Rönnberg, Rudner *et al.*, 2008). Cependant, dans des conditions de bruit (dans une salle de classe, une salle de sport ou dans un espace de café, etc.), la demande sur le système de mémoire de travail (y compris l'attention et la capacité de faire des inférences) est augmentée pour aider à désamorcer l'acoustique appauvrie.

8.4.3.1. Précisions terminologiques et techniques

L'analyse de la vitesse de propagation du son décrit des variations allant des compressions aux raréfactions puis aux compressions et ainsi de suite (Goyé, 2002). Ces changements se produisent plus au moins rapidement. Cette vitesse de changement d'état est appelée «*fréquence*» (Fortin, Laesecke *et al.*, 2013). Il s'agit du nombre de changements de cycles «compression-raréfaction» parcourus durant une période donnée. Il est convenu d'exprimer cette fréquence en nombre de cycles complétés en une seconde, l'unité retenue étant le Hertz (Hz), du physicien allemand *Heinrich Hertz* (Figure 1.7).

Si un cycle de «compression-raréfaction» est complété en une seconde, nous parlons d'une fréquence de 1 Hz. Si 500 cycles sont complétés en une seconde, la fréquence est alors de 500 Hz. Si la durée d'un cycle ne prend qu'un millième de seconde, nous parlons de 1000 Hz par seconde ou Kilo Hertz que nous écrivons «1 kHz» (Tableau 1.2). La vitesse de propagation du son est de 340 m/s dans l'air et de 1500m/s dans l'eau (Goyé, 2002).

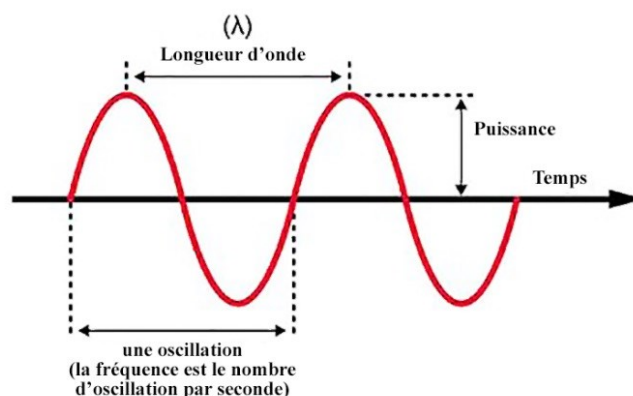


Figure 1. 7: Illustration de la longueur de propagation d'une onde de son en fonction du temps

Tableau 1. 2 : Légende des fonctions des aires du cortex visuel

Valeur physique	symbole	unité	formule
Fréquence	$f = 1/T$	Hz = 1/s	$f = c/\lambda$
Longueur d'onde	λ	m	$\Lambda = c/f$
Durée	$T = 1/f$	s	$T = \lambda/c$
Vitesse d'onde	c	m/s	$c = \lambda \cdot f$

Les fréquences de 16 à 20 Hz sont dites « *graves* » (Fortin, Laesecke *et al.*, 2013). En effet, la sensation sonore est progressivement remplacée par une perception de vibrations, dont nous pouvons nous rendre compte sous la forme de sensations kinesthésiques (Goyé, 2002). Le champ de la musique s'étend de 50 à 10 000 Hz environ (Fortin, Laesecke *et al.*, 2013).

Parallèlement à la fréquence, le son présente une deuxième caractéristique physique permettant de le décrire, appelée *amplitude* ou *intensité* (Laurent, 2012) qui montre les variations de pressions pouvant être plus ou moins prononcées. L'amplitude est exprimée avec une unité appelée le décibel (dB) par référence à Alexandre Graham Bell (1880). La mesure de pression du son utilisé comme référence est, par convention, de 0,000 2 dyne/cm². Une « dyne » correspond à la force nécessaire à une masse de 1 gramme pour faire une accélération égale à 1 cm/s² (Goyé, 2002).

8.4.3.2. Les sons audibles et les limites du bruit

Leibniz disait que si nous percevons le bruit de la mer, c'est que nous entendons inconsciemment le bruit des gouttes qui se heurtent (Jalabert, 1946). Le champ audible se situe entre une limite inférieure, qui correspond aux seuils auditifs, et une limite supérieure, qui correspond aux seuils

maximums de confort ou les seuils de douleur (Goyé, 2002). Ces derniers sont rarement mesurés, car la mesure implique un risque pour l'oreille.

Le son doit contourner la tête avant d'arriver à l'oreille. Il subit, ainsi, une atténuation et un retard qui varie en fonction de l'oreille cible et en fonction de l'orientation de la tête.

La fréquence moyenne de la dynamique de l'oreille est de près de 120 dB (Susini, Misdariis *et al.*, 1998). Les fréquences du champ audible s'étendent environ de 20 à 20 000 Hz pour des sujets jeunes et en bonne santé.

Tableau 1.3 : Différents niveaux de fréquences audibles (Goyé, 2002)

		dB	
		140	Avion au décollage
		130	
		120	seuil de douleur
Concert – discothèque		110	
		100	
Restaurant scolaire		90	Seuil de danger
		80	Ronflement/Automobile
Salle de classe		70	
		60	Fenêtre sur rue
		50	
		40	Salle de séjour
Chambre à coucher		30	
		20	Vent léger
		10	
		0	Seuil d'audibilité

8.4.3.3. Localisation de la direction du son

Il est évident, sauf en cas de déficience auditive, que si nous fermons les yeux, nous parvenons à écouter les sons qui nous entourent. Ainsi, nous pouvons savoir, au bruit des talons, si une personne s'approche ou s'éloigne. En plus, si quelqu'un désire attirer notre attention, il n'a qu'à nous appeler par le nom, alors notre orientation se fera toujours dans la bonne direction (Kan, Pope *et al.*, 2004). Ces réponses sont quasi évidentes, quand le son nous parvient de face, de l'arrière ou du haut, etc. En effet, nous devons cette capacité, en partie, au pavillon de l'oreille qui contribue à la localisation de sons de hautes fréquences (Musicant, Chan *et al.*, 1990 ; Moradi, Lidestam *et al.*, 2013) ainsi qu'à la capacité du cerveau à interpréter les indices qui nous entourent. Dans ce sens, Blauert (1969) s'est intéressé au trajet de l'événement auditif et a trouvé que lorsque la fréquence augmente, la provenance du son contourne par deux fois la tête (Figure 1.8).

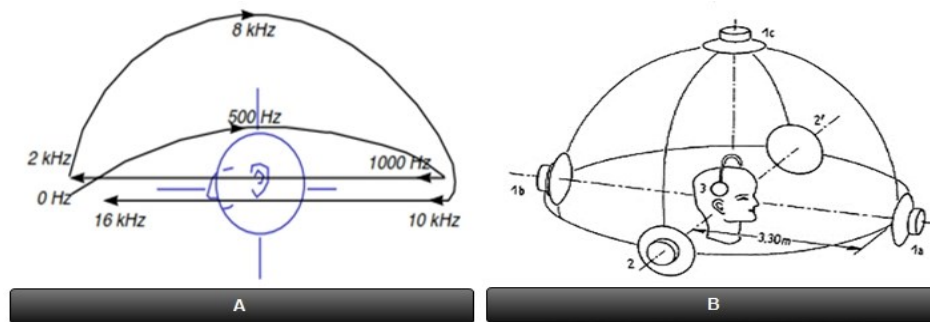


Figure 1. 8 : Illustration des trajets parcourus par l'événement auditif : (A) En fonction de la fréquence d'un son pur présenté dans l'axe de la tête (Goyé, 2002, p. 59). (B) Modèle de référence de Blauert (1969, p. 207)

Dans le cas de sons complexes, les travaux sur la perception de la distance (Blauert, 1969, 1983 ; Goyé, 2002 ; Blauert et Xiang, 2009) ont utilisé de multiples indices :

- le niveau sonore absolu, notamment pour des sources multiples.
- Les variations de spectre : celui-ci change sur des distances modérées, avec l'absorption de l'air, les hautes fréquences étant plus rapidement atténuées que les basses fréquences.
- Les rapports d'intensité et les délais temporels « son direct/sons réfléchis » en espace clos.

En effet, Blauert (1969) note que la capacité d'exploitation de ces indices varie considérablement selon notre familiarité avec la source.

8.4.4. La perception kinesthésique

Étroitement associée aux situations sociomotrices sollicitant une interaction motrice essentielle, la perception kinesthésique traduit l'échange qui « participe de façon constitutive de la tâche motrice considérée, et qui est effectué par des intervenants explicitement prévus à cet effet par les règles du jeu » (Parlebas, 1999, p. 188). En effet, au cours de son action, le sujet sollicite des informations de nature extéroceptive et proprioceptive. D'autre part, la proprioception se restreint aux informations afférentes (sensorielles) (Bois, 2002). Par ailleurs, la perception kinesthésique concerne le vécu perceptif des informations efférentes (motrices) qui sont générées à travers tout le corps d'un sportif en action.

8.5. Émotions, motivations et prise de décision motrice

La connaissance des effets éventuels des émotions (Masmoudi et Naceur, 2010) et de la motivation (Naceur, 2013) sur l'activité motrice et cognitive est utile pour comprendre leur rôle dans l'apprentissage. Les récentes recherches montrent qu'il faut attribuer à la motivation une pluralité d'effets possibles qui ne sont pas nécessairement tous présents simultanément (Paulus et Yu, 2012). En effet, toute émotion est accompagnée de modifications organiques et psychiques (Alquié, 1939), qui se manifestent par l'augmentation du niveau de vigilance (Litt, 2008),

l'augmentation du niveau d'activité cognitive, l'augmentation du niveau de persévérance (c'est-à-dire le temps consacré à la tâche), l'intervention de la sélectivité attentionnelle, etc. À ce niveau, Broughton (1982) considère que les moments « creux » de la vigilance pourraient être comblés par une élévation de l'attention soutenue, en lien avec la motivation. « *Laissée à elle-même, l'attention ne fait que chercher ici et là de nouveaux objets. [...] Si donc l'on veut la maintenir et la fixer sur un seul et même objet, il faut absolument arriver à découvrir sans cesse en cet objet de nouveaux aspects, surtout quand des impressions sensibles plus puissantes viennent la solliciter de s'en distraire* » (Berthoz et Petit, 2006, p. 57).

Récemment, il y a eu un certain nombre de recherches qui ont essayé de déterminer et d'intégrer l'influence des émotions sur la prise de décision (Vallerand et Losier, 1999 ; Seymour et Dolan, 2008). De plus, des progrès significatifs ont été réalisés dans la compréhension des bases neuronales (Litt, 2008) et informatiques (Castellano, Villalba *et al.*, 2007) du comportement et de la prise de décision liés aux récompenses. L'émotion en tant qu'expérience affective influence aussi le traitement sensoriel. Ce constat est établi dans les travaux de (Paulus et Yu, 2012 ; Duque, Turla *et al.*, 2013 ; Naceur, 2013), ainsi que dans les études utilisant une pluralité de méthodes et ont démontré l'influence de l'émotion sur le traitement sensoriel visuel (Bowyer, Hsieh *et al.*, 2009 ; McDonnell, Jörg *et al.*, 2009) et auditif (Alexandrov, Klucharev *et al.*, 2007). À la lumière de ces travaux récents, l'intégration de l'émotion et de la prise de décision peut être conceptualisée comme un processus itératif dynamique visant à aider l'individu à s'adapter à son environnement, en tenant compte de son état interne, des caractéristiques et des déterminants du processus d'évaluation, et les caractéristiques de l'environnement (Paulus et Yu, 2012). L'émotion joue un rôle déterminant dans de nombreux comptes rendus contemporains de la prise de décision, mais ce qui sous-tend son influence et la façon dont cela est médié dans le cerveau reste loin d'être clair (Seymour et Dolan, 2008).

Dans la pratique ludosportive, les émotions font partie intégrante du processus d'interaction avec autrui et avec l'environnement (Parlebas, 1992). Ainsi, les échanges d'informations et d'évaluations *approbatrices* ou *désapprobatrices* qui se transmettent à travers les actes ou les paroles des entraîneurs, par exemple, affectent le développement de l'efficacité des joueurs (Bandura, Caprara *et al.*, 2003). Nonobstant, l'interaction agit, non sur la difficulté elle-même, mais sur la façon de l'interpréter (Vernier et Vincent, 1996). La motivation, provoquée par des émotions socioaffectives développées dans le groupe, stimule le désir d'apprendre et de s'améliorer. En effet, Tardif, Désilets *et al.* (1992) considèrent que l'intérêt pour une tâche bien déterminée peut être suscité par des stimuli qui provoquent la surprise, le doute, la dissonance cognitive (Festinger et Schachter, 1974). De la sorte, « *l'intérêt sera plus élevé si le matériel à*

apprendre satisfait un besoin ressenti par l'individu » (Robidas, 1989, p. 37). Cette idée est aussi étayée par Masmoudi et Naceur (2010) qui considèrent que « *cognition, émotion et motivation sont bien intégrées dans un système cognitivo-conativo-affectif global produisant des comportements intelligents adaptés aux situations* » (Masmoudi et Naceur, 2010, p. 97). Parallèlement à cet entrelacement entre la nature de la tâche et l'intérêt qu'elle peut susciter, nous pouvons dire que l'activité d'apprentissage est fortement dépendante des disponibilités psychiques de l'apprenant et notamment de sa capacité de mémorisation et de conservation.

8.6. Estime de soi physique et décision motrice.

L'estime de soi est l'aspect évaluatif du concept de soi qui correspond à une vue d'ensemble de soi comme digne ou indigne (Heatheron, Wyland *et al.*, 2003). En effet, l'estime de soi représente une attitude vis-à-vis de soi et est liée aux croyances personnelles sur les compétences, les capacités, les relations sociales et les résultats futurs. Dans ses travaux Coopersmith (1967) considère que l'estime de soi « *exprime une attitude d'approbation et indique dans quelle mesure un individu se croit capable, significatif, qui réussit et digne. En bref, l'estime de soi est un jugement personnel de la dignité qui s'exprime dans les attitudes que l'individu a envers lui-même* » (Coopersmith, 1967, pp. 4-5).

Il serait important de distinguer *estime de soi* du terme plus général *concept de soi*, car ces deux termes sont souvent utilisés de manière interchangeable. Le concept de soi se réfère à la totalité des croyances cognitives que les gens ont d'eux-mêmes, c'est-à-dire tout ce qui est connu sur le soi et qui comprend des choses comme le nom, la race, les goûts, les dégoûts, les croyances, les valeurs et les descriptions d'apparence, telles que la taille et le poids. En revanche, l'estime de soi est la réponse émotionnelle que les gens ressentent lorsqu'ils contemplent et évaluent différentes choses à propos d'eux-mêmes (Coopersmith, 1967; Heatheron, Wyland *et al.*, 2003). Bien que l'estime de soi soit liée au concept de soi, il est possible que les gens croient à des choses objectivement positives (telles que la reconnaissance des compétences académiques, sportives ou artistiques), mais continuent de ne pas vraiment « s'aimer eux-mêmes ». Inversement, il est possible pour les gens de s'aimer eux-mêmes et donc d'avoir une grande estime de soi, en dépit de l'absence d'indicateurs objectifs à l'appui de ces vues personnelles positives.

Il existe de nombreuses théories sur la source de l'estime de soi. Par exemple, William James (1890) a soutenu que l'estime de soi se développe à partir de l'accumulation des expériences dans lesquelles les résultats des personnes ont dépassé leurs objectifs dans certaines dimensions, dans la mesure où *l'estime de soi = succès/prétentions* (James, 1890, cité par Myers et Lamarche, 1992). Dans cette perspective, l'évaluation doit examiner les écarts possibles entre

évaluations en cours, objectifs et motifs personnels. Ainsi, les mesures doivent inclure une référence aux croyances personnelles sur la compétence et la capacité.

La majorité des théories les plus répandues sur l'estime de soi se sont basées sur la théorie du *regard sur soi-miroir* (*looking-glass self*) de Cooley (1902), dans laquelle les auto-évaluations sont considérées comme inséparables du milieu social. De son côté Mead (1934) a décrit, à travers la théorie d'interactionnisme, un processus par lequel les gens intériorisent les idées et les attitudes exprimées par chiffres significatifs dans leur vie. En effet, les individus viennent à répondre à eux-mêmes d'une façon similaire aux manières de ceux qui les entourent. Ainsi, une faible estime de soi est susceptible de se produire lorsque la situation typique illustre le rejet, l'ignorance, la dégradation ou qu'elle dévalue la personne. En effet, la théorie des *pensées ultérieures* (*subsequent thinking*) de Coopersmith (1967), aussi bien que les travaux de Rosenberg (1965, 1979) ou la plupart des recherches sur l'estime de soi, sont en accord avec les principes de base de l'interactionnisme symbolique. Selon cette perspective, il est important d'évaluer la façon avec laquelle les gens se perçoivent au travers d'autres personnes importantes, telles que des amis, des camarades de classe, des membres de la famille, etc. Certaines théories récentes de l'estime de soi ont mis l'accent sur les normes et les valeurs des cultures et des sociétés dans lesquelles les gens sont élevés, ce qui nous renvoie vers une lecture plus profonde et une mise en valeur de l'impact de la logique externe de pratiques ludomotrices sur les individus (présence d'encouragement de motivations extrinsèques, etc.).

L'estime de soi dans sa dimension physique a fait l'objet d'intérêt de plusieurs recherches, notamment Fox et Corbin (1989) ; Marsh et Redmayne (1994) ; Ninot, Delignières *et al.* (2000) ; Fourchard et Courtinat-Camps (2013). Sonstroem (1997, p. 4) définit l'estime de soi « *comme une variable mentale présumée contenir affect et cognition et permettant de relier le domaine physique avec l'état psychologique d'estime de soi* ». Toutefois, c'est à Shavelson, Hubner *et al.* (1976) que reviennent les premières études empiriques qui ont postulé que l'estime de soi peut comporter des caractéristiques physiques, telles que les perceptions relatives aux habiletés physiques et à l'apparence. Parallèlement, un premier modèle (Figure 1.9) a été présenté par Sonstroem (1978) et reflète la théorie de l'amélioration de l'estime de soi.

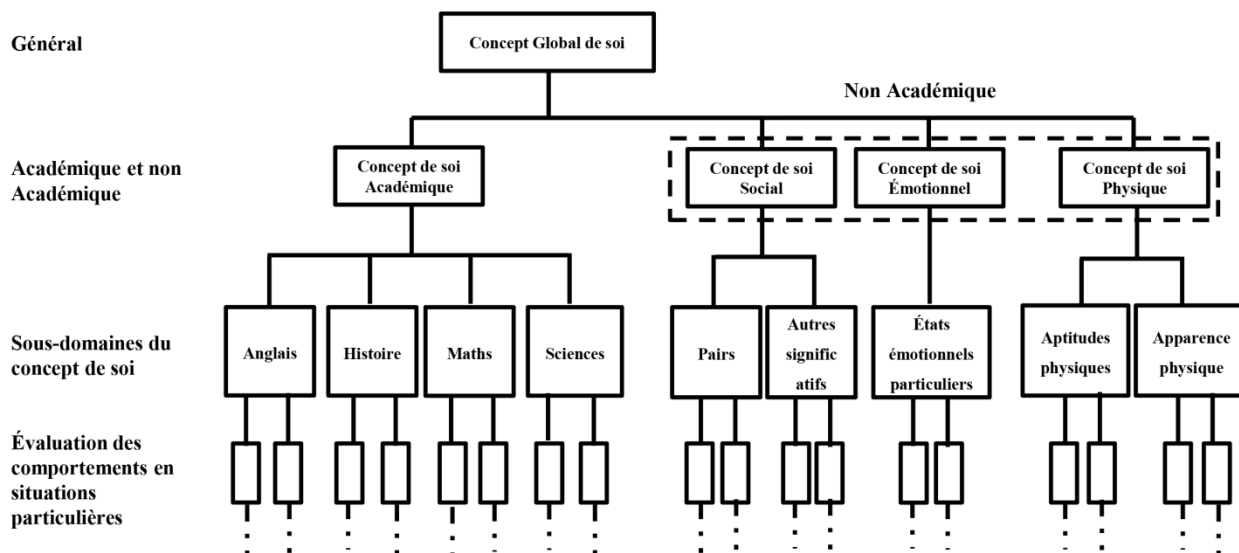


Figure 1.9 : Structure du concept de soi selon Shavelson, Hubner *et al.* (1976) (traduite par nos soins)

Ce modèle serait à la base de ce que Marsh (1986) propose sous l'appellation d'hypothèse de développement de l'habileté de l'estime de soi (*skill development hypothesis of self-esteem*). En effet, ces chercheurs considèrent que par le biais de la pratique physique, l'amélioration de la forme physique permettrait d'augmenter la compétence physique perçue ainsi que l'estime de soi (Fortes-Bourbousson, 2003). Le modèle de Sonstroem (1978) stipule également que la compétence physique perçue engendre un plus fort intérêt pour les activités physiques et que ces deux variables joueraient le rôle de prédicteur dans la participation à l'exercice. De façon complémentaire, les recherches en EP et en psychologie du sport ont confirmé l'importance de la perception du corps dans la construction de l'estime de soi (Ninot, Delignières *et al.*, 2000). Les travaux de Biddle (1993) ; Goudas et Biddle (1994) ont mis en évidence que le développement de la valeur physique perçue contribue au renforcement de l'estime de soi et qu'un certain niveau de confiance en soi était requis pour maintenir l'engagement de l'individu dans une pratique physique (Roberts, Kleiber *et al.*, 1981 ; Roberts et Duda, 1984). C'est la raison pour laquelle l'amélioration de l'estime de soi est devenue un objectif prioritaire dans certains programmes d'enseignement de l'Éducation Physique, notamment, par exemple, au Royaume-Uni. Ainsi, il serait intéressant, dans une vision plus large et en lien avec notre champ de labour, de prendre en considération l'impact de certains domaines d'action motrice, dont seront issus les programmes, sur certains volets de la personnalité de l'individu et notamment sur son estime de soi dans le domaine corporel. Cette hypothèse, que nous soutiendrons plus loin, nous paraît, toutefois, être prise en considération sans prise en compte d'autres dimensions psychologiques telles que le sentiment d'auto-efficacité personnelle (Fortes-Bourbousson, 2003), où l'évaluation objective de

la performance physique se fait, selon Sonstroem, Harlow *et al.* (1994), au travers du sentiment d'auto-efficacité (Bandura, 1977).

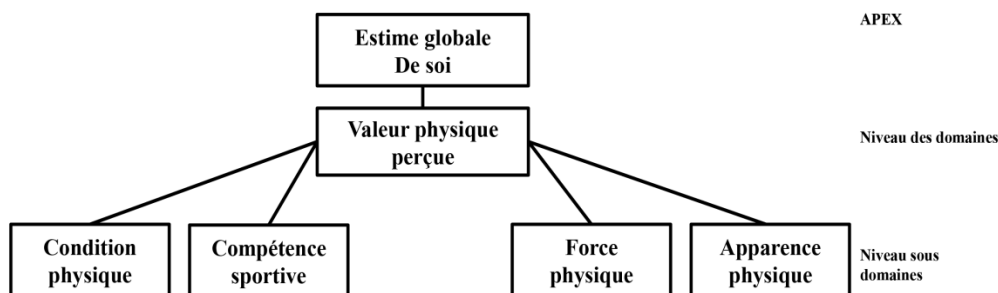


Figure 1. 10 : Organisation hiérarchisée à trois niveaux des perceptions de soi selon Fox et Corbin (1989) traduite et reproduite par Ninot, Delignières *et al.* (2000)

Tel qu'illustré dans la figure 1.10, Ninot, Delignières *et al.* (2000) suggèrent que la dimension principale de *l'estime de soi physique*, la *valeur physique perçue*, se décline en quatre sous-dimensions : *la condition physique perçue*, *la compétence sportive perçue*, *la force physique perçue* et *l'apparence physique perçue*. Ces sous-dimensions permettent de conceptualiser les perceptions d'un individu au regard de ses capacités liées à des contextes spécifiques. La perception de la condition physique se rapporte à l'auto-évaluation du niveau en matière de condition physique (traduite par Ninot, Delignières. *et al.* (2000) par le terme *endurance*). En ce qui concerne la perception de la compétence sportive, elle fait référence à l'auto-évaluation des habiletés sportives et à la confiance dans le contexte pratique (sports individuels et collectifs). De son côté, la variable perception de la force physique est liée au développement musculaire et reflète le niveau de confiance dans les situations exigeant de la force. Enfin, l'apparence physique perçue est en lien avec l'auto-évaluation de l'image corporelle projetée. Ainsi, un individu peut se percevoir comme très habile, voire compétent dans les activités sportives, alors que sa perception à l'égard de son endurance pourrait être moindre.

8.7. Sentiment d'auto-efficacité et décision motrice

Bandura (2003) considère que « *les individus n'abordent pas les activités sans notion d'eux-mêmes ou du monde qui les entoure* » (Bandura, 2003, p. 123). En effet, il considère ainsi que le sujet élabore par des expériences transactionnelles un système de soi structuré qu'ils pourraient identifier et auquel ils s'identifient. Ce sont ces schémas qui organisent l'information d'efficacité produite au cours des relations avec l'environnement et ce dont ils se souviennent lorsqu'ils évaluent leur efficacité.

Les activités quotidiennes comportent de nombreux éléments frustrants, ennuyeux, stressants et désagréables. Dans de multiples domaines de fonctionnement, sauf que les individus arrivent à

bien savoir comment réaliser le comportement souhaité au moment opportun. Dans ce cas, les croyances d'efficacité appropriées concernent les capacités autorégulatrices (Bandura, 2003). Ce que souligne ici Bandura, c'est la distinction importante qui existe entre posséder certaines habiletés ou certaines connaissances, et pouvoir les utiliser correctement en diverses situations. Cette distinction pourrait expliquer pourquoi plusieurs, ou des mêmes personnes, dans différents contextes peuvent avoir les connaissances requises sans atteindre pour autant un même niveau de performance (Bouffard-Bouchard, Parent *et al.*, 1990).

8.7.1. Sources du sentiment d'auto-efficacité

La perception de l'auto-efficacité personnelle, soit la croyance qu'un individu entretient envers sa capacité à exécuter une tâche ou une série de tâches spécifiques afin d'atteindre un objectif désiré (Bandura, 1977, 1986 ; Bandura et Wessels, 1997), constitue l'un des types de croyances les plus étudiés dans le domaine de la performance sportive. Selon Bandura (1986) ; Bandura et Wessels (1997), l'auto-efficacité personnelle se construit sur la base de quatre facteurs principaux :

- les expériences passées à la tâche ou la série de tâches (par exemple : les performances passées en sport) ;
- les expériences passées d'autrui à la tâche ;
- les encouragements d'autrui ;
- l'état émotionnel/physiologique au moment de la tâche.

De ces facteurs, Bandura stipule que les expériences personnelles constitueraient l'élément le plus important dans la détermination du sentiment d'auto-efficacité car les défis motivent les gens à développer et à utiliser leur efficacité, et servent comme principal facteur de l'intérêt. Il précise dans ces sens : « *On doit donc faire une distinction entre la récompense fournie et la récompense que constitue le défi lui-même* » (Bandura, 2003, p. 337).

De façon parallèle, les individus évaluent leurs capacités, également, par comparaison sociale (Festinger, 1971). Utilisant cette procédure d'induction, Weinberg, Gould *et al.* (1979) ont montré que l'endurance physique en situation compétitive est médiatisée par l'efficacité personnelle perçue. Dans une expérience rapportée par Bandura (2003) dans son ouvrage sur l'efficacité personnelle, ils ont provoqué l'élévation des croyances d'efficacité d'un groupe de sujets en leur disant qu'ils avaient remporté une compétition de force musculaire. Ils ont parallèlement abaissé les croyances d'efficacité d'un autre groupe en leur disant qu'ils avaient été battus par leur adversaire. Les participants étaient ensuite testés dans des épreuves compétitives sur une tâche motrice différente qui mesurait l'endurance plutôt que la force. Plus les croyances illusoires de force étaient élevées, plus les sujets faisaient preuve d'endurance

pendant la compétition. L'échec dans une compétition ultérieure incitait ceux qui avaient un sentiment élevé d'efficacité à produire un effort physique encore plus important, alors que l'échec supplémentaire diminuait la performance de ceux dont les croyances d'efficacité avaient été ébranlées (Bandura, 2003, pp. 92-93). À travers cette expérience il s'avère qu'un individu ayant eu des expériences positives (du succès) à une tâche donnée aura tendance à y entretenir un sentiment d'auto-efficacité plus élevé et stable qu'un individu ayant eu des expériences négatives (un échec). En psychologie du sport, plusieurs études appuient cette hypothèse portant sur les expériences passées comme principal déterminant de l'auto-efficacité personnelle auprès d'athlètes (Fortin-Guichard, 2016).

8.7.2. Sentiment d'auto-efficacité et types de tâches

Les recherches menées sur les liens entre le sentiment d'auto-efficacité et le type de la tâche ont marqué la difficulté de distinguer de façon claire entre la compétence et le sentiment d'auto-efficacité dans le contexte des tâches cognitives et scolaires. Selon Schunk (1989), certains cas d'échecs scolaires sont expliqués par la présence d'un sentiment d'auto-efficacité faible. Or, dans ces cas, on ne sait jamais clairement si la personne possédait effectivement les ressources nécessaires pour réaliser les activités demandées. L'éventuelle pauvreté du répertoire des connaissances nécessaires pour résoudre la tâche suffirait à expliquer des performances inadéquates, sans qu'il faille invoquer le sentiment d'auto-efficacité.

En effet, Bandura note que : *« le jugement d'efficacité personnelle requiert de connaître les exigences de l'activité. Si on ignore les exigences qui doivent être satisfaites pour réaliser une activité donnée, on ne peut pas juger correctement si on a les aptitudes requises pour cela »* (Bandura, 2003, p. 102). De surcroît, les activités varient largement en ce qui concerne leur niveau de difficulté et les sous-aptitudes qu'elles requièrent. Elles peuvent ainsi différer au niveau des exigences qu'elles imposent en termes d'aptitudes cognitives et mnésiques, d'habileté manuelle, de force, d'endurance et de capacité à gérer le stress.

Les contradictions entre les croyances d'efficacité et les performances surviennent lorsque les activités ou les circonstances sont ambiguës (Bandura, 2003). Quand les conditions requises pour une performance sont mal définies ou qu'il est difficile de choisir celles qui sont pertinentes par rapport à l'action envisagée, sous-estimer les exigences de la tâche produit des erreurs liées à un excès manifeste de confiance ; surestimer ces exigences produit des erreurs dans la direction opposée. Ces deux types de contradiction proviennent plus souvent des ambiguïtés de l'activité que d'erreurs réelles d'évaluation de l'efficacité personnelle. *« Même quand on connaît bien les exigences de la tâche, il suffit d'une certaine imprédictibilité situationnelle pour qu'on ne puisse pas toujours anticiper les obstacles à surmonter »* (Bandura, 2003, p. 112). La sensibilité de la

performance aux influences non liées à l'aptitude dépendra du niveau de développement de l'aptitude, de la complexité de l'activité et des incertitudes environnementales.

Dans notre travail de thèse, l'évaluation de l'estime de soi représente une variable explicative qui aidera à clarifier les différences entre les effets de chacun des domaines d'action motrice, qui seront inclus dans l'étude, sur les variables inhérentes à la prise de décision motrice.

La théorie de l'estime d'auto-efficacité personnelle de Bandura constitue d'une certaine façon une « toile de fond » pour notre recherche, dans la mesure où elle légitime l'analyse de la prise de décision dans les situations simples et complexes en permettant de mettre en exergue le lien avec les dimensions de l'estime de soi que nous avons évoqué précédemment.

8.8. Rapport du pratiquant au « ludosystème » selon Parlebas

Par *ludosystème*, Parlebas (1999) définit l'« ensemble organisé des éléments humains et matériels (joueurs, règles, milieu, engins, espace...) qui conditionnent sur-le-champ la mise en œuvre et le déroulement d'un jeu sportif » (Parlebas, 1999, p. 234). De plus, il subdivise le ludosystème en deux grandes catégories de systèmes : la première englobe les systèmes, dits d'action et qui correspond aux situations psychomotrices, dépourvues de confrontation directe entre les participants, car chacun agit en solo pour gagner le concours d'opposition face à ses adversaires, selon les exigences du code. Le deuxième système comprend toutes les situations sociomotrices basées sur l'interaction et qui suppose la présence de partenaires et d'adversaires en situation d'échange praxique essentielle. La communication et la contre-communication, ainsi que les réseaux de rôles et des sous-rôles seront, de la sorte, relevée au premier rang de notre intérêt comme concepts incontournables dans ce travail.

8.9. Le rapport à l'espace

La perception immédiate de l'espace chez l'humain repose, selon Spencer (1870), sur un certain nombre de mouvements et de modifications organiques que ce dernier répartit en : mouvements de l'œil, des membres, du corps, formation d'images sur la rétine, etc. Ainsi, en voyant les objets distants, l'homme prend conscience immédiatement de l'espace qui le sépare d'eux.

Pour parvenir à la notion d'un temps abstrait, d'un espace géométrique (Fréchet, 1948), sans doute l'expérience, la réflexion, la comparaison de diverses données sensibles sont nécessaires. Mais la perception la plus immédiate nous livre déjà une étendue et une durée organisées (Paillard, 1974), où nous pouvons y reconnaître tous les caractères essentiels de l'espace et du temps.

L'espace qui dissimule de l'imprévu requiert constamment des réajustements, des initiatives motrices ou comportementales de la part du sujet (Parlebas et Schmitt, 1975) ; sa complexité et la multitude de ses composantes le transforment en ludosystème. En effet, Parlebas définit le ludosystème comme : « *ensemble organisé des éléments humains et matériels (joueurs, règles, milieu, engins, espace...)* qui conditionnent sur-le-champ la mise en œuvre et le déroulement d'un jeu sportif » (Parlebas, 1999, p. 235). L'incertitude posée par l'espace inconnu pousse le sujet engagé en action à entretenir des interrogations constantes sur son environnement dans un échange constant et instantané afin d'évaluer les distances et les vitesses ou d'estimer la difficulté des obstacles brutalement surgis et de décider à tout moment d'un comportement adapté. « *Le sportif n'est plus alors un répétiteur, mais un stratège. Il choisit sa réponse motrice en fonction des probabilités subjectives estimées* » (Parlebas, 1999, p. 200). Le joueur doit prélever constamment, au cours même de son action, un maximum d'informations pertinentes, pour préparer ses stratégies de réponses, qui prendront eux aussi certaines éventualités de changement, en fonction de la nature de décision jugée adéquate à l'instant « *t* ».

8.9.1. L'espace perçu comme distance à franchir

Selon Parlebas, ce facteur est prédominant dans les situations psychomotrices où l'espace est traduit comme une distance à franchir soi-même. En situations sociomotrices, il est présenté de façon plus matérielle, puisque c'est au tour d'une interposition qu'il faut provoquer, entre deux partenaires du camp adverse que la recherche d'un espace libre devient une distance à franchir ou à faire parcourir à un ballon. Un terrain de jeu sportif est souvent parcouru de lignes et de sous frontières multiples qui délimitent des lieux hautement particularisés : carré de service, couloir (Tennis), zone d'attaque et de service (Volley-ball), etc. (Parlebas, 1986). L'espace sportif institutionnel est donc un espace qui admet des séparations tranchées et, *a contrario*, se présente l'espace ludique des jeux traditionnels.

8.9.2. L'espace perçu comme cible à atteindre

Les cibles et objectifs se trouvant dans l'espace du jeu représentent les pôles autour desquels gravite l'enchaînement des actions dans certains jeux. Ces cibles sont matérielles quand elles se traduisent en ballon suspendu, en panier de Basket-ball ou une latte de Saut en hauteur ou de Saut à la perche. Par contre, une cible peut se traduire en cible humaine quand le système de score impose une forme d'interaction où le corps de l'adversaire doit être visé (Parlebas, 1986). C'est le cas des sports de duel sollicitant l'affrontement essentiel et direct (Boxe, Taekwondo, Judo, Lutte, etc.).

8.9.3. L'espace perçu comme distance d'affrontement

Dans ce cas, l'espace correspond à la valeur moyenne de l'intervalle séparant deux adversaires, au moment de l'affrontement direct. Déterminée par des règles, cette distance caractérise chaque type de confrontation (Parlebas, 1999).

8.9.4. L'espace perçu comme distance de garde

L'espace de jeu peut aussi se traduire dans la distance qui sépare deux adversaires d'un duel. Cet espace est géré par le gré du code, qui impose, par exemple, au judoka ou au boxeur de rentrer en contact d'affrontement. Autrement, il est sanctionné pour jeu passif. L'espace est aussi la distance qu'entretient un joueur avec le chasseur dans un jeu traditionnel, comme le jeu du Ballon prisonnier ou celui des Sept cailloux.

En fonction de la distance de garde qu'ils instituent, Parlebas (1999) classe quatre types de duels singuliers en face à face qui correspondent, en quelque sorte, aux distances de proximité présentées par Hall (1971) :

Tableau 1. 4 : Correspondance des distances d'interaction motrice/sociale entre Parlebas et Hall

Parlebas (1999)	Distance de proximité	Hall (1971)
Les duels à distance quasi nulle	$d < 1$ m	distance intime
Les assauts à distance réduite	1 m à 3 m	zone sociale
Les duels à distance moyenne	3 m à 5 m	zone publique
Les affrontements à grande distance	$d > 5$ m	zone publique

8.9.5. L'espace individuel d'interaction

Cette distance correspond à la valeur de la surface individuelle obtenue en divisant la surface totale de l'espace de jeu par le nombre de pratiquants simultanément mis en jeu (Parlebas, 1999). L'espace est, alors divisé de façon homogène entre les différents acteurs s'y trouvant simultanément.

8.10. Le rapport au temps

Espace et Temps constituent les cadres généraux où toute activité est enfermée (Alquié, 1939). En effet, l'analyse des aspects structurels et organisationnels de la pratique sportive permet de dégager des différences dans le rapport à l'espace et au temps, à autrui et aux objets. Dans le sport par exemple, où la situation de motricité est « réelle » (Parlebas et Schmitt, 1975), le rapport au temps se traduit en centième de seconde comme le cas de l'espace qui se traduit en centimètre. Ces limites de précision, confectionnées par l'institution, se traduisent à travers

l'action du joueur en compétition. Ainsi, le temps devient subjectivement (Pécaut, 2000) long pour une équipe qui protège son score et devient, en revanche, très long pour l'équipe adverse qui cherche à égaliser le score.

La plupart des jeux sportifs se pratiquent dans un milieu soigneusement délimité (Parlebas et Schmitt, 1975), ce qui a permis une simplification et une standardisation des règles de jeu pour qu'elles soient applicables partout de la même façon. Elles doivent rendre le jeu identique et égalitaire (Mendiague, 2008). Pour cela, les règles s'appliquent au temps de jeu, à l'espace et aux joueurs. Parlebas (1999) détaille la temporalité ludosportive en trois temps : un temps de « *durée courte* » qui calibre le moment d'action motrice et le quantifie. Ainsi, les performances sportives réalisées dans ces milieux uniformes deviennent « *comparables au-delà des frontières de lieu et d'époque* » (Parlebas, 1999, p. 387). Le temps est alors valorisé en valeur d'action motrice effective, avec des moments d'arrêt du chronométrage pour toute absence de jeu (à l'exemple des temps morts en Handball ou en Basket-ball). Pour Parlebas, « *la sportification se manifeste de façon draconienne à l'égard de la durée courte : imposant son cadre aux compétitions, elle mesure des temps de performance, elle maîtrise la durée des épreuves et des spectacles* » (Parlebas, 1999, p. 387).

Le temps de « *durée moyenne* » correspond au calendrier de gestion et de répartition des événements sportifs. « *La trame temporelle de base est fournie par la saison de la spécialité* » (Parlebas, 1999, p. 388). Ce temps correspond, également, au temps de gestion de l'évènement sportif qui s'étend au long de l'année ou sur des cycles de quatre ans (Jeux olympiques, Coupe du Monde de Football).

Le temps peut être considéré aussi en « *durée longue* » qui « *se transforme en une production conjoncturelle liée à certaines conditions du contexte social et il se transformera quand se transformeront les données pertinentes. La longue durée verra sans doute s'accomplir la désportification des activités corporelles au profit de formes nouvelles* » (Parlebas, 1999, p. 390).

Il demeure donc que la perception de l'espace et du temps est le résultat d'une sorte d'éducation, où l'expérience et le jugement tiennent une place importante (Alquié, 1939). En effet, les sensations données par l'accommodation, la *convergence des axes optiques*, la disparité des images rétinienne nous amènent à la notion d'*espace géométrique* (Musatti, 1958 ; Kirsch et Hoffmann, 2012), où le rapport aux objets est modelé par les repères spatiotemporels.

8.11. Le rapport aux objets

L'étude de la perception montre que percevoir est toujours dissocier, associer, juger et concevoir, et que, dès la prise de conscience la plus élémentaire d'un objet, nous traitons à travers une pensée rationnelle, qui a ses exigences, sa structure, ses lois (Alquié, 1939). Il est « difficile de

définir » ce que nous entendons par perception des objets. À ce propos, Musatti (1958) déclare que : « *Il y a des aspects que nous vivons comme qualités qui appartiennent aux objets en tant que tels : par exemple la grandeur, la forme, la couleur. Au contraire il y en a d'autres que nous vivons comme propriétés qui se rapportent à l'objet, mais dans ses relations : avec nous-mêmes comme sujets percevant, avec les autres objets perçus en même temps, ou avec le milieu ; par exemple la distance de l'objet, sa position dans l'espace, son éclairage. [Il appelle] les premiers aspects : aspects objectuels, les seconds : aspects relationnels des objets* » (Musatti, 1958, p. 41).

Le sujet agissant attribue du sens aux objets remplissant son milieu d'action. Ainsi, parmi les milliers d'éléments qui l'entourent, le sujet sélectionne les informations qu'il considère pertinentes, qu'il traite et contextualise, en fonction de son action (Parlebas, 1986). Ainsi, le mot « objet » traduit dans l'espace d'action aussi bien les éléments inertes, le matériel plus ou moins sophistiqué utilisé pour l'accomplissement de l'action (perche, raquette de Tennis ou de Badminton, javelot, etc.), ainsi que toute autre formule mettant en jeu « *la matrice de déchiffrement des données* » (Parlebas, 1999, p. 377), liée à la logique interne de la pratique. Le signal devient alors « *un indice artificiel* » (Prieto, 1966).

9. Conclusions du chapitre

Dans ce premier chapitre de la thèse, nous avons tenté une réflexion épistémologique autour du concept « *action motrice* ». Ainsi, nous avons fait appel aux principales théories et méthodes ayant fait de l'action de l'homme une partie de leur verrière scientifique. Ce premier ancrage dans la théorie nous a permis, entre autres, de tirer un certain nombre de constatations :

- Quoique l'action motrice ait été étudiée sous ses diverses facettes par des sciences dites dures (biomécanique, physiologie, cinématique, etc.) et d'autres, dites molles (sociologie, psychologie, ethnologie, etc.), aucune d'entre elles, à notre niveau de connaissance, ne s'est permis l'étendue nécessaire pour rassembler la brisure de la conduite motrice de l'homme, de façon à la considérer comme une action qui répond aux besoins et aux envies de la personne, mais qui s'aligne, aussi, aux lois de l'environnement.
- L'insuffisance des approches disciplinaires, tour à tour explorées par Pierre Parlebas depuis 1967, a permis à ce dernier de proposer, dans une série de travaux scientifiques (1967, 1968, 1972, 1974, 1981, 1985) qui sont venus rompre avec les manquements délaissés sans délitescence des autres études, une étude systémique et structurale de l'action motrice, dont les jalons sont autant posés dans les sciences humaines que dans les mathématiques.
- L'intérêt accru attribué à l'analyse mathématique et à la modélisation des interactions motrices a permis à Parlebas et, par la suite, aux chercheurs en praxéologie motrice (Dugas, 1999, 2002 ; Bordes, Collard *et al.*, 2007 ; Dugas et During, 2007 ; During, 2008 ; Dugas, 2010, 2011 *b* ; Hebert et Dugas, 2011) de mettre en relief la valeur sémiotrice de pratiques, jusqu'ici, auxiliés par une société moderne glorifiant la pratique qui répond le plus aux besoins d'un effervescent marché de mercantiles, pour qui la valeur de l'action est féodalisée à la valeur de sa médiatisation (et où le sport ne pourrait être détrôné).

Les analyses comparatives des réseaux de graphes des interactions motrices, menées avec *brio* par Parlebas (1972, 1974, 2005 *a*) sous trois temps, entre un jeu informel et un jeu sportif institutionnel, nous a mis l'eau à la bouche pour tenter d'ajouter une pierre à l'édifice, en proposant une démarche de modélisation électronique et numérique au même jeu informel (Jeu des Quatre coins), afin de le soumettre à une nouvelle épreuve de vérification scientifique. Ainsi, nous consacrons le deuxième chapitre de ce travail à la présentation de cette démarche qui mènera, en deuxième étape, dans un troisième chapitre, à la conception d'un protocole expérimental qui sera lui-même l'outil de nos investigations.

C.2

Étude du jeu des Quatre coins & Conception du modèle B-percept[®]

*« On attend du mathématicien qu'il analyse d'un jeu la logique profonde
et qu'il organise les jeux de société selon leurs structures mathématiques »*

Pierre Parlebas (2005)

INTRODUCTION

Ce chapitre présente deux importantes phases de notre travail de thèse. Dans la première, nous menons une revue littéraire qui clarifie, à notre niveau de compréhension, la *Trécarré* liant la forme géométrique de base de notre modèle expérimental (*le carré*) et ses extensions (*octogone*) aux différents arguments proposés par la philosophie (Brunschwig, 1969 ; Lukasiewicz, Cassin *et al.*, 1991), la logique (Kalinowski, 1981 ; Chatti, 2013 ; Smessaert et Demey, 2014 ; Moretti, 2015), les mathématiques et la praxéologie motrice (Parlebas, 1972, 1974, 2005 *a*).

La seconde partie du chapitre expose les étapes de la conception du modèle expérimental, en partant du « *carré* » des Quatre coins jusqu'à atteindre le modèle octogonal adopté pour le nouveau jeu des Huit coins et pour le modèle numérique et électronique. En effet, le protocole B-percept[®] propose le déploiement de composantes électroniques pour simuler les sollicitations informationnelles (visibles et audibles) produites habituellement par les joueurs (dans le cadre de leurs interactions verbales ou non verbales).

1. Trécarré du concept de modélisation

La conception d'un modèle (le cas de notre thèse) dépend de façon étroite du système d'idées relatif à son essence (Sensevy et Santini, 2006). La Science, comme théorie et méthodes, fait appel à toutes les techniques pour représenter le problème concret et pratique en des modèles abstraits pouvant être étudiés (Le Moigne, 1987), ensuite, vient le rôle de la mathématique qui situe le modèle au sein de la théorie qui l'intègre (Granger, 1995). En effet, à travers ce travail, nous voulons présenter une conception qui pourrait ériger un lien épistémologique entre le «*Jeu*» comme produit socioculturel de l'homme (Gaussot, 2002) et la «*décision motrice*» comme expression de la pensée et du raisonnement (Parlebas, 1986). En matière de modélisation, Parlebas (1999) considère le modèle comme étant «*la représentation simplifiée, sous une forme plus ou moins abstraite et si possible mathématisée, d'une ou de plusieurs relations, de type causal ou descriptif, qui relie les éléments d'un système*» (Parlebas, 1999, p. 251). À vrai dire, c'est à ce niveau que notre travail tente d'éclaircir les origines du paradoxe dans le jeu des Quatre coins en analysant ses bien-fondés logiques et mathématiques à travers «*un va-et-vient incessant entre les constructions théoriques et les faits d'observation*» (Parlebas, 1999, p. 251).

En effet, les aléas de notre travail empirique durant le développement du modèle électronique et numérique ont, parfois, devancé nos démarches de validation scientifique. Nous avons ainsi reproduit, de manière indélébile, le lien emblématique entre la deuxième loi de la *thermodynamique* (loi Carnot)¹ venue expliquer, longtemps après, le principe de fonctionnement de la machine à vapeur.

Le modèle, ainsi élaboré et réajusté, est mis à l'épreuve de la vérification de la validité à partir des données concrètes du terrain. C'est cette évolution de la réflexion que nous essayons de développer dans ce chapitre.

1.1. La modélisation mathématique

Du projet d'une mathématique universelle applicable à tous les objets étudiés par la science naquit une modélisation analytique qui prétendait s'appliquer à tous les phénomènes. Cette idée fut le résultat d'une succession de courants au fil des siècles. En effet, c'est avec François Viète (1593-1603) que les mathématiques ont connu leurs premières transformations par l'introduction du calcul comme un procédé «*aveugle et sûr*». Il rejoignait, ainsi, Descartes (1596-1650) qui considérait que la matière et le mouvement sont l'objet de la physique et qu'il est tout à fait possible de tout mesurer et de tout quantifier. Par ailleurs, l'évolution des conceptions et de l'objet des

¹ Nicolas Léonard Sadi Carnot, usuellement appelé Sadi Carnot, est un physicien et ingénieur français (1796-1832).

mathématiques a été reprise par les mathématiciens et les logiciens du dix-neuvième siècle, notamment, avec Boole (1847) et Frege (1856) puis Russel (1912) et Poincaré (1890). Ils ont fondé ainsi les bases d'une logique mathématique (Sluga, 1987).

À l'aube des années 20 du vingtième siècle, les mathématiques classiques ont affronté un problème d'inadéquation de leur application sur les phénomènes physiques, notamment avec la découverte du monde microphysique, ce qui a ouvert les portes de la recherche vers une nouvelle mathématique susceptible d'être applicable sur les phénomènes non mesurables. De la sorte, une modélisation synthétique couvrant les domaines des sciences et les phénomènes humains est apparue dans un premier temps. Dans un deuxième temps, une modélisation par la « *méthode multiple* » sollicitant la composition des mathématiques avec les expérimentations. C'est ainsi que les phénomènes les plus complexes ont pu être traités.

1.2. La modélisation des phénomènes complexes

Edgar Morin (1992) considère que la complexité du phénomène entraîne celle du modèle qui cherche à en rendre compte et en limiter les pouvoirs explicatifs et prédictifs. Par ailleurs, la complexité est une question de quantité : un grand nombre d'éléments imbriqués, une grande hétérogénéité dans le système et plusieurs rétroactions. La complexité relève également du hasard, des incertitudes, de l'imprévisibilité du système, c'est-à-dire, de l'absence d'un déterminisme latent qui permettrait de prédire, par le calcul, l'avenir du modèle. En effet, cette idée fait unanimité entre les études de Le Moigne (1990, 1992) ; Tun et Lachman (2008) ; Le Moigne (2009) ; Park, Byun *et al.* (2013) qui ont évoqué l'être humain comme système « *hyper-complexe* » (Kant, 2012) en considérant toutes ses dimensions. Ainsi, Le Moigne (1990) postule dans son ouvrage intitulé « *La modélisation des systèmes complexes* » que l'homme est un système complexe et non compliqué puisque, selon l'expression de cet auteur : « *un système compliqué, on peut le simplifier pour découvrir son intelligibilité. Un système complexe, on doit le modéliser pour construire son intelligibilité* » (Le Moigne, 1990, p. 11).

En effet, la modélisation d'une situation motrice complexe et « non compliquée » serait une façon pour enrichir son contenu et pour mettre en valeur sa richesse liée à son algorithme moteur et à sa valeur socioculturelle intelligible (Parlebas, 1999). Cette valeur que pourrait expliquer, quelque part, les raisons de son adjonction à l'arsenal culturel de référence ou de son rejet de la part de la société.

De façon générale, « *un modèle cherche à rendre intelligible un phénomène perçu comme complexe. Il essaye de rendre possible l'expérimentation, la simulation et la prédiction des phénomènes sans pour autant prétendre les substituer parfaitement* » (Kant, 2012, p. 48). Mais le modèle confronte aussi certains phénomènes qui peuvent contraindre son élaboration,

notamment la complexité liée au phénomène lui-même ou l'inadéquation touchant certains cas de situations particulières qui restent encore non explorés.

1.3. La modélisation des situations motrices

En dépit de sa complexité, une situation motrice analysée et justifiée mathématiquement pourrait être modélisable, vu que sa structure repose nécessairement sur une interaction avec l'environnement : milieu, partenaire ou adversaire (Parlebas, 1974, 2005 b). Toutefois, Parlebas précise, dans ce sens, qu'il « *serait évidemment illusoire de croire que l'on pourrait atteindre la sophistication des modèles qui se sont imposés dans les systèmes physiques. [Il ajoute que] plus la modélisation des jeux sportifs sera simple et accessible, meilleures seront ses chances d'être efficaces, généralisables et socialement acceptées* » (Parlebas et Schmitt, 1975, pp. 153,192).

La modélisation d'une situation motrice devrait donc reposer sur une démarche opératoire qui rend compte des réalités distinctives du domaine d'action. Ainsi, l'analyse de la logique interne « *caractérisante* » et « *catégorisante* » de la situation, notamment à travers la mise en jeu des invariants spatiaux propres à chaque spécialité et la mise en évidence du système de score qui oriente les interactions dans la situation motrice proposée rend l'élaboration du modèle plus évidente et fondamentalement basée sur l'organisation de traits d'espace distinctifs et sur les rôles attribués aux pratiquants (Parlebas, 1985, 1992, 2005 b). En effet, Parlebas considère dans ce sens que « *la multiplicité des variables et la complexité de leurs interactions doivent conduire à des modélisations prudentes, localisées et souples. Proposer des lois générales qui règneraient sur les jeux sportifs, comme on le fait en physique ou en chimie, serait une chimère* » (Parlebas et Schmitt, 1975, p. 154). Ce postulat ravive des interrogations pertinentes quand il s'agit d'étudier de façon méthodique le comportement humain. Toutefois, une des problématiques qui pourrait se poser face à l'étude du comportement de l'homme se rapporte aux possibilités de le faire et aux moyens à utiliser, tout en respectant de l'éthique de la recherche, car les conduites d'interactions motrices peuvent être analysées sous diverses facettes, et c'est ce qui pose problème à leur modélisation.

1.4. La modélisation du comportement moteur

Les opinions non fondées sur des faits et les préjugés constituent selon Gaston Bachelard (1938) des « *obstacles épistémologiques* » à la connaissance. L'esprit scientifique se développe ainsi par l'élimination progressive de la subjectivité, notamment dans certains domaines de la science de l'homme. En effet, dans le domaine des sciences étudiant l'homme en action, l'objet d'œuvre est abondamment complexe au point que le chercheur pourrait se retrouver dans une analyse sans fin de paramètres chevauchant entre une multitude de rôles et de sous-rôles que le

sujet agissant pourrait endosser comme acteur : apprenant, formateur, évaluateur, etc. La richesse de ce champ d'études est issue elle-même de celle de l'action motrice de l'homme. Hacking et Ducrest (1989) ont mis en valeur, dans leur ouvrage « *Concevoir et expérimenter* », l'importance de l'expérimentation dans la science comme étant un moyen de vérification et de recherche de la vérité. Ils ont ainsi posé une interrogation que nous qualifions de fondamentale pour tout travail qui se veut méthodique : « *Une expérience n'a-t-elle de sens que dans la mesure où elle contribue à vérifier une hypothèse ?* » (Hacking et Ducrest, 1989, p. 253).

1.5. La modélisation des communications motrices

Poitrenaud (1993) présente le lien entre l'action et l'objet comme étant indissociable d'un point de vue sémantique. Il considère que : « *les connaissances sur l'action associée à des objets sont structurées comme les connaissances sur ces objets. Il est donc possible de définir un réseau sémantique des actions, au même titre que le réseau sémantique des objets* » (Saillet, Patou-Mathis *et al.*, 2002, p. 62). En d'autres termes, et en faisant reporter cette définition aux comportements de l'homme, la signification du mouvement corporel serait considérée, au même titre, comme une action mécanique, gestuelle muette ou un emprunt issu de toute une « *lexicalisation du continuum des mouvements* » produits par la société humaine (Krauss, Chen *et al.*, 1996). Ainsi, tenter la modélisation du comportement de l'homme, c'est partir sur un champ de variables, aussi bien multiples que la richesse socioculturelle de la société humaine dans laquelle chaque mouvement « *signifié* » gestuel aurait par occurrence son « *signifiant* » sémantique.

Le lien entre l'action et le sens qu'elle suscite est développé de façon congruente dans les travaux de Parlebas (1974, 1992, 1999). Ainsi, il a proposé une lecture « sémantique » des actions motrices dans un concept qu'il a désigné de *sémiotricité*. Le comportement d'interaction motrice de l'homme agissant a été alors classé en « gestèmes » (liés aux expressions surajoutées à l'action) et en « praxèmes » (liés aux conduites), afin de désembrouiller la facette des comportements non verbaux, imprévisibles, notamment, trompeurs, allusifs ou portant des simulacres et qui sont utilisés comme moyens pour devancer ou battre un adversaire dans les situations de jeu.

L'intérêt porté vers une modélisation des communications motrices trouve sa juste valeur, non seulement dans leur richesse en actions visibles et quantifiables, mais aussi à cause des effets de sollicitations provoquées chez les pratiquants au niveau cognitif et que des chercheurs tels que Goldin-Meadow et Wagner (2005) Rambusch (2006) présentent comme fondamentales pour l'appropriation des connaissances. En effet, Goldin-Meadow et Wagner (2005) stipulent que « *l'utilisation des mouvements du corps au cours de la sollicitation des processus cognitifs en*

apprentissage les soutient, même si les gestes effectués ne sont pas nécessaires à l'accomplissement de la tâche » (Goldin-Meadow et Wagner, 2005, p. 237). Toutefois, Parlebas a précisé avant lui que certaines limites sémantiques peuvent être dépassées par la recherche d'un « *commun-universel* » des jeux provoqué par une *logique interne* commune et menant à un lexique de communication presque commun (Parlebas, 1992). Une limite du *champ lexical* des mouvements humains paraît, pourtant, contraignante quand le contexte de l'interaction dans les réseaux sociaux, tel que le contexte de travail, influe sur l'état des membres du groupe (Bavelas, 1951; Brunel, 1979).

1.6. Le signifié des comportements et des gestes

Les premiers travaux illustrant des comportements ont été élaborés par Muybridge (1901), qui a utilisé depuis 1878 la technique de photographie séquentielle et de la saisie des mouvements image par image, d'abord chez l'animal, ensuite chez l'homme. Ainsi, les travaux qui ont suivi ont permis de créer des modèles classant les comportements : en mouvements d'expression « *expressifs mouvements* » (Reuschert, 1909), en gestes de manipulation « *manipulative gestures* » (Edelmann et Hampson, 1979) et en gestes de conversation « *conversational gestures* » (Krauss, Chen *et al.*, 1996). Évidemment, cette catégorisation a été rendue possible grâce aux techniques de codage vidéo mises en œuvre dans les travaux de chercheurs tels que Ekman et Friesen (1969, 1974); Ekman (1982); Scherer et Ekman (1982) afin de développer les méthodes d'analyse de l'interaction sociale utilisées à leur époque.

Certains travaux récents de psychologues (Bérubé, 1991; Cristani, 2013) et de psychosociologues (Bandura, Caprara *et al.*, 2003; Mathieu, Picault *et al.*, 2003), pour ne se limiter qu'au champ des sciences de l'homme, se sont intéressés de près à l'analyse des comportements et à la richesse en interactions sociales dans des domaines comme le sport et les jeux. Leur objectif étant de comprendre au mieux le rôle des comportements non verbaux dans la communication entre les membres des groupes restreints. De leur côté, Kneidinger, Maple *et al.* (2001) ont mené une étude comparative du comportement non verbal en fonction du genre. Ils ont analysé, dans une première étape, la concordance entre les gestes de « toucher » entre les joueurs de Volleyball et le niveau réel de cohésion dans le groupe. Ensuite, ces chercheurs ont étudié l'effet de tels comportements sur le rendement du groupe. Par ailleurs, Smith, Smoll *et al.* (1977) puis Erickson et Côté (2016) ont présenté certaines démarches pour le suivi du comportement non verbal des entraîneurs d'Athlétisme afin de parfaire l'effet de la communication non verbale vis-à-vis des jeunes athlètes en compétition.

C'est à partir de ces lectures que nous proposons une analyse du jeu paradoxal des Quatre coins du point de vue de sa logique structurelle et géométrique (Figure 2.1), en faisant référence au carré des oppositions et à ses extensions (Lukasiewicz, Cassin *et al.*, 1991). La démarche propose, d'abord, une extension de la forme géométrique du *carré* en *octogone* afin d'accroître le champ des interactions entre les joueurs. Dans une deuxième étape, l'octogone est proposé sous la forme d'un modèle numérique et électronique qui sera proposé au long de ce travail de recherche comme outil d'étude des effets du domaine d'action motrice pratiqué sur la conduite et la prise de décision motrices des sportifs.

2. La modélisation des interactions motrices dans un jeu informel : Cas du jeu des « Quatre coins »

L'étude de deux travaux de référence chez Pierre Parlebas : « *Analyse mathématique élémentaire d'un jeu sportif* » (Parlebas, 1974) et « *Modélisation dans les Jeux et les Sports* » (Parlebas, 2005 *b*) offrent une démonstration topique d'une démarche d'analyse systémique et structurale des situations motrices ludiques par le biais de la théorie des graphes. Ainsi, Parlebas, a expliqué à travers ces deux articles, la nature et la manière de mise en place des liens sociomoteurs entre partenaires et adversaires potentiels dans le jeu dit *paradoxal*. Par conséquent, le choix du jeu des Quatre coins n'est pas fait au hasard, car Parlebas (2005 *b*) considère que derrière sa simplicité apparente, basée sur l'offre et la prise de territoires privilégiés (les coins), ce jeu relève d'un syllogisme intéressant pour les chercheurs travaillant sur l'apprentissage moteur.

Le jeu des Quatre coins est réputé pour sa simplicité (Figure 2.1). Toutefois, une première analyse révèle en analysant la jonction de base entre adversaires (*rivale* «*R*») et partenaires (*solidaire* «*S*»). En effet, les joueurs de coins sont à la fois partenaires (entre eux), car ils arrivent à s'entendre pour échanger les coins, mais aussi, adversaires quand ils se disputent un même coin de choix. Parallèlement, lorsqu'un joueur de coin prétend offrir sa place en échange, pour ensuite rebrousser chemin inopinément et se réapproprie son refuge convoité par ses pseudo-partenaires. Ce joueur transforme, ainsi, inopinément son rôle d'un partenaire potentiel en rivale déclaré puisqu'un des joueurs (jusqu'ici partenaire) pourrait se retrouver pris au piège. L'analyse du graphe du jeu des Quatre coins formule selon Parlebas (2005 *b*) un bi-graphe non exclusif (équation 1) :

$$R \cap \quad (1)$$



Figure 2. 1 : Représentation géométrique (**A**= numérique ; **B** = réelle) des relations d'interaction au jeu des Quatre coins. (**B**) et (**B'**) Déroulement du jeu

Dans l'analyse du jeu des Quatre coins, Parlebas a trouvé que « *le pavage matriciel [...] est révélateur : un joueur [celui du milieu] est opposé à tous les autres qui, face à cet adversaire commun, peuvent ou s'entraider ou se combattre. Les joueurs de coin sont théoriquement des partenaires, mais ils ne peuvent réussir qu'en se disputant entre eux les territoires convoités. Cette présence d'une ambivalence relationnelle entre les quatre joueurs de coin suscite une « double contrainte » au sens de Bateson, Drosso et al. (1977). Pour réussir, le joueur doit s'emparer d'un coin et il ne peut le faire qu'en prenant la place d'un « partenaire ». Sollicitant conjointement coopération et opposition entre les mêmes participants, cette ambivalence confère à la situation un caractère « paradoxal » qui, loin d'être un obstacle, constitue le sel du jeu » (Parlebas, 2005 b, p. 20). Le paradoxe structurel présent dans les « rôles » et les « sous-rôles » que les joueurs endossent (étant *solidaires* ou *rivaux*) encourage à analyser le fondement selon lequel repose le placement des joueurs de Quatre coins en faisant notamment référence aux spécificités géométriques de la forme du carré.*

En effet, l'intérêt des études de la géométrie du carré trouve ses origines dans le célèbre « *carré logique des oppositions* » (Gardies, 1979 ; Kalinowski, 1981 et 1996) appelé aussi le « *carré d'Aristote* »¹ (Figure 2.2). En effet, les changements de rôles succédant entre solidarité déclarée (*coopération*) et rivalité dissimulée (*opposition*) sont reproduits de façon similaire le rapprochement sémantique avec des études sémiotiques notamment ceux de Petitot (1977) ; Kalinowski (1981) ; Moretti (2015).

¹ Aristote (-384, -322) est un philosophe grec de l'Antiquité.

En proposant un projet de modélisation électronique et numérique du jeu des Quatre coins, ce travail de thèse tente de rejoindre les réflexions des mathématiciens, des sociologues et des psychosociologues dans leurs études des situations motrices. L'objectif étant d'analyser la logique perspicace qui pourra dégager des jeux de société leurs structures mathématiques, afin de mieux les comprendre et de parfaire leur transposition didactique comme savoir social de référence, ce qui pourrait aider à optimiser le fonctionnement didactique dans les situations d'apprentissage.

2.1. Les particularités liées à la forme de carré

Pour transformer la logique en calcul, il faut trouver des signes ou caractères adéquats exprimant les opérations et les relations logiques « à l'exemple des mathématiciens ». Bavelas (1951) a établi un lien entre le comportement des individus dans un groupe de travail et les caractéristiques du réseau de communication imposé à ce groupe. Les caractéristiques ont été résumées dans un indice de *centralité* (Parlebas, 2005 *b*). Il est manifeste que nous pouvons trouver des caractères ou signes propres pour exprimer toutes les analyses, aussi nettement et exactement que l'arithmétique exprime les nombres ou que l'analyse géométrique exprime les lignes. Sebestik (1999) considère dans ce sens qu'« *on pourrait faire en toutes les matières autant qu'elles sont sujettes au raisonnement tout ce que nous pouvons faire en Arithmétique et en Géométrie* » (Chatti, 2013, p. 13).

Le carré logique des oppositions est attribué à Aristote, « *bien qu'Apulée¹ et à sa suite Boèce² ont été les premiers logiciens à représenter les oppositions logiques par l'intermédiaire de cette Figure géométrique* » (Chatti, 2013, p. 5). Le carré schématise les relations fondamentales entre quatre types de jugements (Figure 2.1) : deux énoncés contraires ne peuvent être simultanément « vrais », mais bien simultanément « faux » ; deux énoncés contradictoires ne peuvent être ni simultanément « vrais » ni simultanément « faux » (Crabbé, 2001).

Le carré logique traduit, donc, l'existence des inférences contenues implicitement et liées à la présence de paradoxe ; il s'agit de la « *contradiction* », de la « *contrariété* », de la « *sous-contrariété* » et de la « *subalternation* » (Moretti, 2010 ; Chatti, 2013). Ainsi, depuis sa création, le carré a été reconnu et utilisé par les logiciens traditionnels, notamment les médiévaux, les logiciens de Port-Royal ainsi que les logiciens du dix-neuvième siècle (Chatti, 2013).

¹ Apulée (125 apr. J.-C.-180 ap. J-C) est un écrivain, orateur et philosophe médio-platonicien. Sa renommée durable vient de son chef-d'œuvre, le roman latin *métamorphoses*, également connu sous le nom de l'Âne d'or.

² Boèce (485 -525), Homme d'État, philosophe, mathématicien. Il a laissé des traductions de *l'Isagoge de Porphyre*, de certaines œuvres d'Aristote. Il publia des commentaires sur ces ouvrages, des traités personnels sur le syllogisme, d'autres sujets logiques et des écrits théologiques.

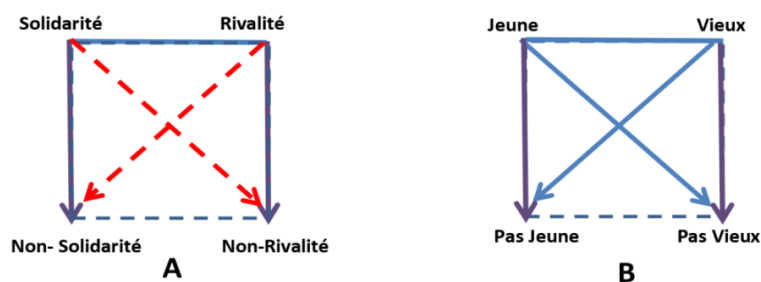


Figure 2. 2 : Représentations géométriques des relations d’interactions au jeu des Quatre coins (A) par rapport au carré logique des oppositions (B)

En effet, la représentation géométrique des rôles de chaque joueur au sein du carré des Quatre coins, au vu de sa construction de base (Figure 2.2 a), transcrit des rôles semblables au carré classique des oppositions (Moretti, 2015) où la « *contrariété* » est présente entre la solidarité et la rivalité. La « *contradiction* » est représentée selon les deux diagonales, la « *subalternation* » est représentée du haut vers le bas (selon les flèches) et enfin la « *subcontrariété* » (Moretti, 2010, 2015) est représentée sur la base du carré (Figure 2.2 b). Parallèlement à ces rapprochements géométriques, il est possible de situer le paradoxe dans le jeu de Quatre coins à travers l’analyse des combinaisons de rôles et de sous-rôles des joueurs de coins, puisque la forme du carré admet la contradiction comme principe de fonctionnement.

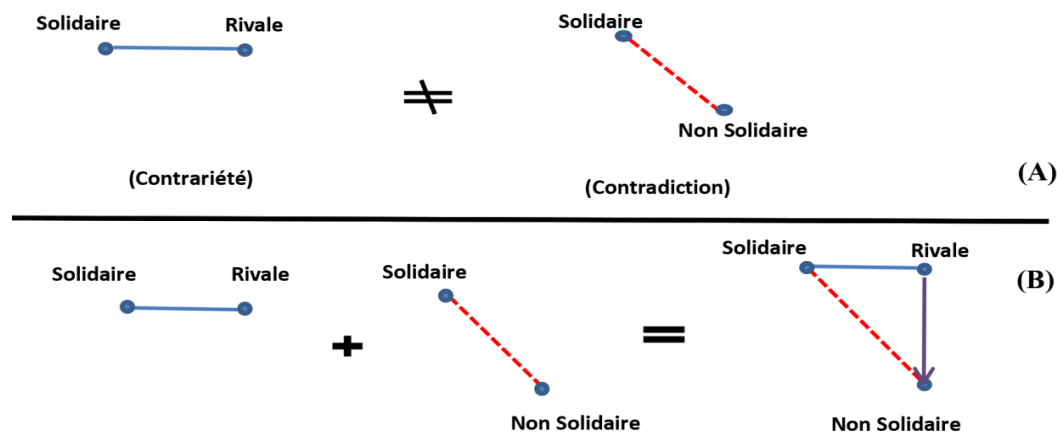


Figure 2. 3 : (A) Dans le carré il existe deux relations d’« *Opposition* » : la *contrariété* et la *contradiction*
 (B) Les deux types d’oppositions sont liés : le contraire implique la contradictoire (Moretti, 2015)

La superposition des deux triangles symétriques ainsi formés donne un « *carré incomplet* » (Figure 2.3 a) ayant deux diagonales contradictoires, illustrées ici en traits interrompus et base manquante. Transposé au jeu des Quatre coins, le carré logique laisse émerger une liaison « *transitoire* » qui correspond à un moment d’attente ou de « *neutralité* » dans le jeu. Ainsi, au cours de ce moment, le joueur « *s’octroie* » un rôle de « *ni rival ni solidaire* » (Figure 2.3 b) qui peut l’amener à ne plus prendre part au jeu pour un moment suite à une décision personnelle ou à un rejet de la part des autres joueurs.

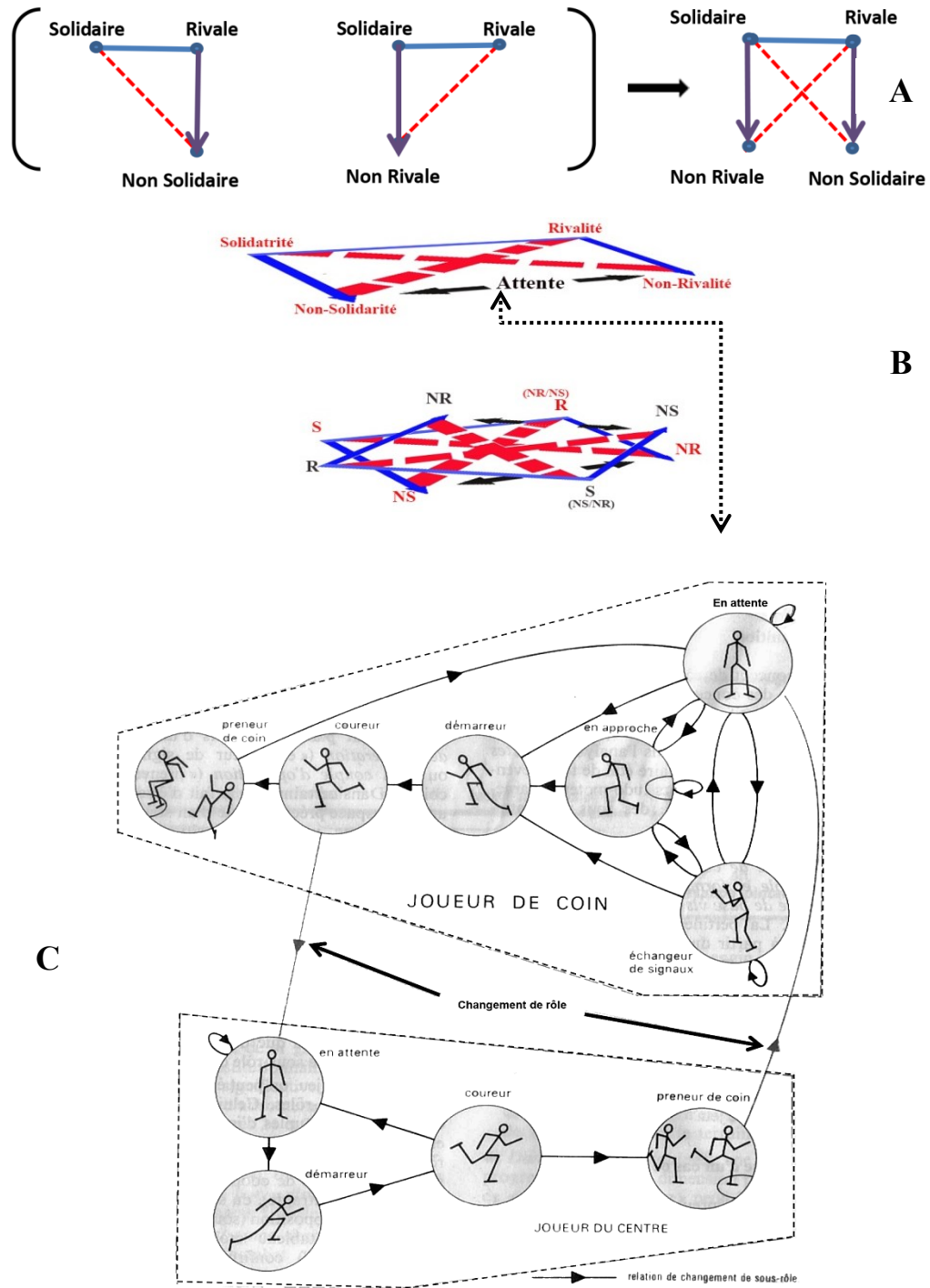


Figure 2.4 : (A) Une fois superposés les deux triangles présentant la contrariété et la contradiction font apparaître un carré logique d'oppositions avec une base qui correspond au moment d'attente dans le jeu.
 (B) Une fois superposés, les deux carrés laissent apparaître un rôle déclaré qui cache un sous-rôle.
 S = Solidaire ; R = Rivale ; NS = non solidaire ; NR = non rival
 (C) Illustration du réseau de changements de sous-rôles sociomoteurs (Quatre coins) selon Parlebas (1975, p. 128).
 Nous avons, en outre, situé et lié avec une flèche le moment d'attente entre les deux illustrations.

2.2. Les extensions de la forme du carré

D'autres figures ont été développées telles que l'hexagone (à six sommets) et l'octogone (à huit sommets) et ont pu compléter le carré en introduisant des « sommets » nouveaux qui contiennent, en plus des quatre « relations » d'oppositions traditionnelles, une cinquième « relation » d'*indépendance*, qui est présente notamment dans l'octogone. C'est le cas de l'octogone modal des médiévaux et le cube qui lui correspond.

Le carré et ses différentes extensions figurent toujours comme objet d'intérêt chez les logiciens contemporains, notamment les logiciens non classiques comme Jean-Yves Béziau (2003), qui considère dans son ouvrage : « *New light on the square of oppositions and its nameless corner* », que les trois premières relations correspondent à différentes catégories de négations classiques et non classiques. Cet intérêt a conduit à une multitude de recherches portant sur le carré lui-même en tant que structure, mais aussi sur ses différentes extensions et ses très nombreuses applications dans pratiquement tous les domaines et toutes les recherches sollicitant un syllogisme entre les composantes du même système (Chatti, 2013).

3. La modélisation des interactions motrices et des interactions dans l'octogone : Cas du jeu des « Huit coins »

L'enchaînement d'analyses et d'expérimentations *in vivo* dans des conditions quasi-expérimentales a permis de poser les jalons d'une première phase d'adaptations nécessaires pour la transformation du jeu des Quatre coins en Huit coins, et ce pour obtenir une nouvelle situation ludique offrant davantage de sollicitations informationnelles au joueur du milieu qui représente la cible du modèle. La deuxième phase d'adaptation concerne la modélisation numérique et électronique du jeu des Huit coins en protocole quasi-expérimental par le biais du B-percept[®].

Afin de construire un pictogramme représentatif de l'emplacement du joueur du milieu par rapport à ses adversaires, nous avons tracé un cercle autour de lui dont le rayon est calculé sur la base de la moyenne d'espace théorique individuel (*équation 4*) (Parlebas, 1986 ; Dugas, 2011 *b*) qui est lui-même déterminé à partir du calcul des espaces théoriques dans les domaines d'action motrice étudiée. En effet, si Parlebas (1986) considère que la valeur de cette surface égale au rapport entre la surface totale du terrain et le nombre total des joueurs simultanément en jeu, nous avons additionné, dans le cadre de notre modèle, le nombre d'officiels impliqués directement dans le jeu et dont les comportements peuvent influencer d'une façon ou d'une autre la prise de décision du pratiquant (Tableau 2.1).

$$\text{Soit : } E_{ind} = \frac{\sum^{théo} espace}{n_{domaines}} \quad (2) \quad \rightarrow \quad r^2 = \frac{E_{ind}}{\pi} \quad (3) \quad \rightarrow \quad r = \sqrt{\left(\frac{E_{ind}}{\pi}\right)} \quad (4)$$

E_{ind} : espace individuel

r : rayon de la distance entre le sujet et la source informationnelle

Équation 2 : Calcul de la moyenne d'espace individuel de chaque pratiquant

Tableau 2. 1 : Calcul des espaces d'action interindividuelle dans les domaines d'action motrice étudiés

Sport	Espace théorique d'interaction (m ²)	Nb de joueurs et espace inter-individus	Nombre d'acteurs (joueurs et arbitres) ¹	Espace individuel d'interaction (m ²)
Basket-ball	364	10	12	30,33
Boxe	30,25	2	3	10,08
Handball	820	14	16	51,25
Football	7087	22	24	295,29
Taekwondo	90,25	2	3	30,08
Athlétisme ²	<i>Aucune interaction supposée, car l'activité est en solo</i>			
			Somme	417,04
			Moyenne	83,41
			rayon²	26,56
			rayon	5,15 (m)

La surface géométrique, ainsi obtenue, peut englober toutes les formes de graphes en étoile présentés par Parlebas (1972) malgré leur hétérogénéité puisque la probabilité d'apparition de chacun des liens au sein du graphe peut être randomisée de façon illimitée.

3.1. Les particularités de l'octogone

La configuration octogonale peut être décrite, non seulement, en termes d'adjonction des formes triangulaires, mais surtout en termes de croisement de doubles carrés logiques, multipliant au double le nombre de joueurs, ce qui influe diligemment sur les types de comportements puisque le nombre d'interactions change (Bouchard, 1998). Par exemple, dans le cas de la situation de jeu des Huit coins, extrapolé de la forme originale du jeu des Quatre coins, il y a neuf joueurs au lieu de cinq, le nombre total des interactions possibles entre les joueurs de coins (périphérie) devient trente-six (équation 5), alors que les possibilités d'interactions du joueur du milieu passent à vingt-huit (équation 6) :

¹ Au Basket-ball, le nombre de joueurs est 10, sauf que nous considérons la présence des deux arbitres sur les terrains comme des sources supplémentaires de signes et de signaux pouvant impacter l'attention du joueur de champ.

² Afin de traiter des individus en *solo*, nous avons opté pour les athlètes pratiquant la Course en couloir (sprint de 60 m à 400 m).

(5)

$$n_t : \text{Nombre total des joueurs} \quad \frac{n_t(n_t - 1)}{2} = \frac{(9 \times 8)}{2} = 36$$

$$n_c : \text{Nombre des joueurs des coins} \quad \frac{n_c(n_c - 1)}{2} = \frac{(8 \times 7)}{2} = 28 \quad (6)$$

3.2. Représentation des interactions sous la forme d'un octogone

L'expansion de la forme de carré à quatre coins en une forme octogonale à huit coins permet, donc, de vérifier rationnellement la présence des quatre relations logiques dans une structure offrant davantage d'adversaires, c'est-à-dire un nombre plus important de rôles et de sous-rôles. En effet, les rôles déclarés opposés sont d'abord identifiés (R, S, NR, SR). Chaque rôle déclaré détermine une relation de « contraire » à l'autre. Parallèlement, les rôles « contradictoires » sont déterminés et placés par symétrie centrale à l'opposé des rôles d'origines (Figure 2.4 a). Les « subcontraires » sont construits en symétrie centrale par rapport aux « contraires ». Enfin, chaque rôle est lié à chacun des autres sous-rôles « contradictoires » par une relation « subalterne ». Par conséquent, l'opposition entre les rôles assumés par les joueurs dans le cas des Huit coins peut être appréhendée de différentes manières. Il constitue un premier pas dans l'interprétation de l'ambivalence liée à cette disposition géométrique des joueurs. Le simplexe de toutes les liaisons, ainsi construit, est représenté par la figure 2.5 a.

3.3. Gestion de l'espace et des distances de l'octogone

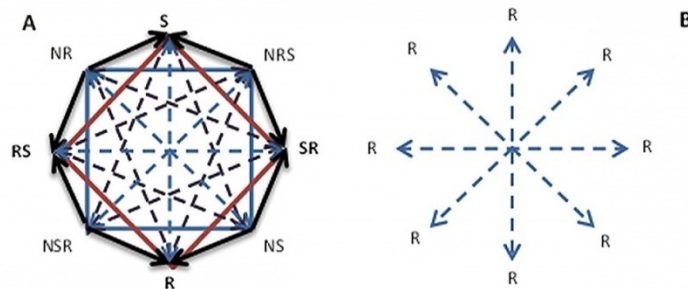
L'organisation concrète de l'espace sociomoteur dans lequel se déroule l'interaction telle que la distance séparant les différents acteurs, joue un rôle essentiel dans la communication. On transmet des messages non seulement par les mots, mais aussi par le biais de l'espace et des distances. L'organisation de l'espace véhicule une signification sociale et indique le type de relation recherchée (Abric, 1999). La gestion de l'espace d'interaction peut se traduire dans certaines attitudes liées aux comportements des acteurs. Ainsi, « *on se tient plus loin de ses ennemis que de ses amis ou des personnes d'un rang plus élevé que de ses pairs* » (DeVito et Tremblay, 1993, p. 117). Ces attitudes justifient l'évaluation positive ou négative d'une relation. Hall (1971) a présenté dans ses travaux la distance d'interaction allant d'un rayon $r = 1,20$ m à $r = 2,40$ m comme distance « sociale » qui permet « *un échange direct et personnalisé, mais à une distance qui préserve l'intimité. C'est la zone de l'échange peu impliqué, de la rencontre entre deux personnes ne se connaissant pas* » (Abric, 1999, p. 68). Cette distance permet, en outre, l'accroissement des mouvements, des gestes et des orientations qui ont de l'importance dans l'évolution de la qualité de la communication et, plus particulièrement, dans les situations d'animation de groupes. En effet, en variant la distance d'interaction, nous intervenons

directement dans la facilitation de l'expression et de l'échange. Quoiqu'ils paraissent, « les désordres de surface ne sont que la traduction en termes d'action, d'un ordre profond » (Parlebas, 2005 b, p. 14). En effet, les observations initiales des comportements des joueurs au jeu des Huit coins ont révélé une dynamique comportementale pré-organisée de façon à respecter minutieusement les dimensions spatiales de l'octogone.

3.4. Graphe des communications dans l'octogone

Selon Bavelas (1951), l'influence d'un réseau sur le comportement d'un groupe n'est pas déterminée de façon rigide, car elle interfère avec la nature de la tâche du groupe. En effet, la prise de conscience par les sujets de ces rapports entre la tâche et le réseau peut elle-même intervenir sur les attitudes et les décisions. Ainsi, la performance s'accroît quand les sujets prennent conscience des rapports entre les possibilités que leur offre le réseau pour communiquer (Figure 2.5) et les nécessités de la tâche. Dans le cas du modèle des Huit coins, l'organisation spatiale des joueurs en forme d'octogone donne lieu à un bi-graphe « d'ordre neuf » (formule 1). Par ailleurs, le réseau d'échange est dit « exclusif » (Tableau 2.2).

$$G = (X; R, S) \dashrightarrow \text{avec } |X| = 9 \quad (1)$$



Légende : S = solidaire ; R = rivale ; NSR= non solidaire et non rivale ; NRS= non rivale et non solidaire ; NS = non solidaire ; SR = solidaire/rivale ; RS = rivale/solidaire ; NR = non rivale

Figure 2. 5 : Illustration de : **(A)** Nombre total d'interactions entre les joueurs des Huit coins placés en forme d'octogone des oppositions. Étant donné que le jeu est paradoxal, le nombre des arêtes double **(B)** Nombre total des interactions du joueur du centre avec son entourage

Tableau 2. 2 : Matrices des réseaux d'interaction motrice entre le joueur du milieu et ceux de la périphérie

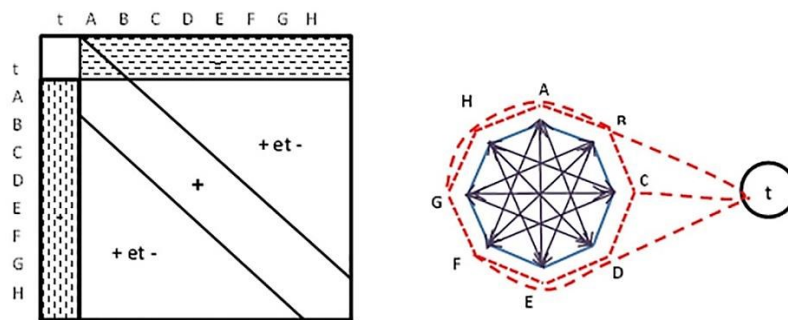
	t	A	B	C	D	E	F	G	H
t	1								
A		1	1	1	1	1	1	1	1
B		1	1	1	1	1	1	1	1
C		1	1	1	1	1	1	1	1
D		1	1	1	1	1	1	1	1
E		1	1	1	1	1	1	1	1
F		1	1	1	1	1	1	1	1
G		1	1	1	1	1	1	1	1
H		1	1	1	1	1	1	1	1

Matrice de rivalité

	t	A	B	C	D	E	F	G	H
t		1	1	1	1	1	1	1	1
A	1		1	1	1	1	1	1	1
B	1	1		1	1	1	1	1	1
C	1	1	1		1	1	1	1	1
D	1	1	1	1		1	1	1	1
E	1	1	1	1	1		1	1	1
F	1	1	1	1	1	1		1	1
G	1	1	1	1	1	1	1		1
H	1	1	1	1	1	1	1	1	

Matrice de solidarité

L'organisation du jeu des Huit coins met sous la lumière deux rôles : un joueur de champ placé au milieu de l'octogone et un (des) joueur (s) de coin (s). Toutefois, le moment d'attente que nous avons illustré précédemment (Figure 2.4), qui figure aussi dans les travaux de Parlebas et Schmitt (1975), pourrait être considéré comme un rôle en soi, puisque le joueur y reste pour observer, réorganiser ses stratégies et ses liens avec son entourage (ruptures ou changements d'alliances) et décider quand et comment agir.



Réseau général des interactions selon S et R

$$R \cap \quad b) \{a, c\} \{a, d\} \{a, e\} \{a, f\} \{a, g\} \{a, h\} \{b, c\} \{b, d\} \{b, e\} \{b, f\} \{b, g\} \{b, h\} \{c, d\} \{c, e\} \{c, f\} \{c, g\} \{c, h\} \{d, e\} \{d, f\} \{d, g\} \{d, h\} \{e, f\} \{e, g\} \{e, h\} \{f, g\} \{f, h\} \{g, h\}$$

Figure 2. 6 : Conformément au jeu des Quatre coins, le modèle des Huit coins présente un bi-graphe à relations symétriques, non exclusif, complet, non équilibré

4. Modélisation électronique de « l'octogone logique »

La conception d'un modèle électronique et numérique pour simuler les interactions motrices entre les joueurs des Huit coins (voir chapitre 4) vise à reproduire les sollicitations sensorielles provoquées d'habitude par les échanges d'interactions de communication non verbales entre le joueur du milieu et les co-acteurs en périphérie. La forme octogonale du placement des joueurs reproduit dans, ce cas, les huit points cardinaux : Nord, Sud, Est, Ouest, Nord-Est, Nord-Ouest,

Sud-Est, Sud-Ouest (Figure 2.5). En effet, ce joueur reprend le rôle supposé de tout acteur en action dans l'un des domaines d'action motrice que nous étudions, puisque la représentation géométrique des stimuli répond, elle-même, à une certaine spécificité qui permet la comparaison et la reproductibilité du protocole.

4.1. Du modèle mathématique au modèle électronique

Dans une situation motrice, percevoir n'est pas uniquement combiner ou pondérer. C'est sélectionner et élucider des ambiguïtés (Parlebas, 1999). Percevoir, c'est choisir, dans la masse des informations disponibles, celles qui sont pertinentes par rapport à l'action envisagée et aux moments opportuns afin de produire une action ou une performance motrice qui dépend, aussi bien, de la qualité d'enchaînement des mouvements déclenchés, que de la qualité de la prise de décision. S'il exécute mal les actions, le sujet ne pourra atteindre son but, même s'il perçoit correctement la situation et qu'il prend la bonne décision et vice-versa (Parlebas, 1999).

En effet, tenter une modélisation de la situation motrice afin d'étudier la prise de décision du sujet ne serait une tâche sans risques si la situation n'est pas érigée sur un fondement logicomathématique qui permet de « *calculer sur ordinateur les solutions de ces modèles, et donc de simuler la réalité physique* » (Allaire, 2005, p. 1) de façon à garantir l'existence de certains critères fondamentaux tels que la stabilité, la reproductibilité et la fiabilité. Ainsi, un modèle de simulation numérique et électronique devrait être une représentation et une interprétation de la réalité physique qui devient accessible à l'analyse et au calcul.

De nos jours, les chercheurs ont à leur disposition plusieurs techniques et moyens pour faire des analyses en temps réel des comportements humains, notamment dans les travaux de psychologie comportementale où les expressions faciales et/ou les mouvements (Moeslund et Granum, 2001) sont étudiés comme formes d'expressions qui renseignent les partenaires sur leurs intérêts, leurs intentions, leurs attitudes. La modélisation de ces comportements à travers des solutions numériques et électroniques représente le véritable objet d'étude d'une partie importante de ce travail.

4.2. Transposition géométrique du jeu des Huit coins

Le principe de la disposition des joueurs en Huit coins place huit participants debouts en forme de cercle ayant un rayon de cinq mètres et un neuvième joueur placé au centre du cercle (Figure 2.3 a). Les joueurs échangent leur place entre eux en veillant à ne pas la perdre au profit de celui du milieu. Les joueurs de coins communiquent, ainsi, entre eux par des mouvements, des gestes et des changements de postures. Ils essaient, ainsi, de dissimuler leurs intentions et le sens de leurs déplacements par rapport aux adversaires. Parallèlement, le joueur du milieu tente de se libérer du rôle de chasseur en décryptant toutes les actions de son entourage et en prenant la

bonne décision au bon moment afin de décrocher une place au coin. De la sorte, le joueur du milieu observe, décrypte, juge, décide et agit en fonction des signes qu'il déchiffre. Il doit anticiper les comportements de ses adversaires en décodant le sens de leurs gestes et en interagissant avec leur système sémiotique adopté.

La communication non verbale entre les joueurs des Huit coins comprend tous les messages, autres que les mots, que les joueurs échangent entre eux dans un contexte d'interaction pratique. Dans les situations de jeux moteurs, les messages sont échangés consciemment et les comportements non verbaux ont un sens précis attaché à eux (Vinciarelli, Salamin *et al.*, 2009). D'ailleurs, «*fréquemment le comportement non verbal laisse passer des informations à propos de l'état émotionnel des personnes ou de leur confiance en soi*» (Goffman, 1978, p.51). De surcroît, la manifestation de l'attention des autres (interlocuteurs) – qui se présente sous la forme de regards ou de hochements de la tête au cours d'un discours – potentialise grandement l'échange dans les situations où l'on peut s'attendre à induire un état interne positif chez l'interlocuteur (Kraut et Johnston, 1979).

4.3. Les comportements porteurs de sens

Au cours de son action didactique, l'enseignant, l'entraîneur ou l'animateur transpose certaines pratiques sociales de référence en des contenus d'apprentissage moteur afin de les rendre plus ou moins accessibles et adaptées pour les apprenants selon leur niveau de compétences. Cette intervention sur le contenu peut cacher, entre autres, selon Barrier (2011) des faits plus amples affectant les comportements, la conduite ainsi que l'état émotionnel du sujet.

Dans une interaction interpersonnelle, l'échange de communication se fait avec des mots, mais aussi avec les gestes ou les mouvements du corps. Les comportements corporels sont souvent considérés comme un langage dont le code est directement interprétable (Schiavatura, 2013). En effet, c'est à Charles Darwin que nous devons, depuis 1890, les premières études empiriques des comportements et des expressions non verbales. Pour lui, ces comportements représentent les premiers moyens de communication entre la mère et l'enfant. Ainsi, en souriant la maman envoie à son enfant un signe d'approbation et d'encouragement pour marcher dans la bonne voie. Il considère que : «*Les mouvements de l'expression donnent de la vie et de l'énergie au discours, ils révèlent parfois les pensées et les intentions d'une manière plus vraie que les paroles, qui peuvent être menteuses*» (Darwin, 1877, p. 392). Dans la plupart des cas, les mouvements corporels sont codés de manière continue, probable et iconique (Barrier, 2011). La position et l'orientation du corps durant l'interaction sont une modalité de l'expression kinésique, c'est-à-dire du langage du corps. Chaque élément kinésique peut être considéré comme indicateur d'un état affectif, d'une motivation ou du type de la relation sociale existant

entre les co-acteurs d'une même situation motrice. Au demeurant, Wallon (1960) considérait la posture comme le vecteur primordial de la fonction d'expression, car elle est indicatrice des motivations et des attitudes de celui qui la développe. Dès lors, tout changement de posture, hochement de tête, mouvement de bras ou de jambes lors d'une interaction a une signification. Abric (1999) précise que les gestes « *témoignent de l'évolution et de la transformation des attitudes, de la relation à l'autre* » (Abric, 1999, p. 69). De surcroît, ces comportements constituent, pour l'observateur, des informations essentielles à l'évolution des faits.

Parallèlement, l'intervention de la communication non verbale dans la situation ludique peut provoquer des bouleversements dans le champ de la motricité, puisqu'elle pourrait porter des messages travestis, non compréhensibles ou porteurs de simulacres. Parlebas et Schmitt (1975) considèrent, d'ailleurs, que l'intervention d'un ou de plusieurs co-acteurs dans une situation motrice pourrait produire de l'incertitude liée à l'évolution des échanges informationnels. Dans ce sens Parlebas (1999) précise que : « *la co-motricité suscite un échange d'information et de méta-information ; elle institue une interaction qui déclenche des décisions motrices prenant en compte l'action potentielle d'autrui* » (Parlebas, 1999, p. 238).

4.4. Interprétation des comportements observables

L'analyse et l'interprétation des comportements ont été instituées par des photographes et des cinéastes avant d'être entreprises par les chercheurs en zoologie puis par les comportementalistes. Eadweard Muybridge¹ fut parmi les pionniers qui ont saisi les mouvements, image par image, d'un animal en déplacement en 1878 en utilisant la photographie séquentielle. Cette technique de photographie qui consiste en un « *ordonnancement chronologique d'un ensemble de clichés* » (Leenaerts, 2006), nécessite l'utilisation d'appareils photo alignés qui permettent de capter la dynamique d'un enchaînement de comportements successifs et décomposés. En effet, à travers son ouvrage « *Animal Locomotion* » publié en 1887 et qui contient une série de plusieurs photographies de décomposition de mouvements d'être vivant, Muybridge (1901) a permis ainsi de tracer le chemin de la science locomotrice.

Dans le domaine de l'action motrice, la situation ludosportive amène les joueurs à affronter de façon régulière des situations d'interaction : d'oppositions, de duels ou de coopération. L'analyse des mouvements devient, ainsi, une tâche plus complexe, car au-delà des actions prévisibles, le joueur pourrait, également, être appelé à intercepter ou à éviter des cibles mouvantes ou des projectiles en jugeant leurs trajectoires ou à anticiper les actions du co-acteur en décodant rapidement des comportements à partir des postures, attitudes, gestes ou mimiques, etc. C'est

¹ Eadweard Muybridge (1830-1904) : photographe et auteur de deux ouvrages de référence : « *Animal Locomotion* (1887) » et « *The Human Figure in Motion* (1901) ».

dans cet ensemble d'éléments que la signification de l'action motrice trouve son sens. Argentin (1989) souligne que « *ce n'est que dans un contexte d'ensemble des systèmes de signes, eux-mêmes intégrés dans un contexte d'interactions, que le sens pourra se former* » (Argentin, 1989, p. 177). De surcroît, « *un geste ne peut être catégorisé en lui-même, car tout dépend du contenu discursif qui l'accompagne. Les gestes ne constituent pas un sous-système de signes à part du système de communication, ils en sont partie intégrante* » (Georget, 2004, p. 249). En effet, un comportement non verbal doit être interprété par rapport au contexte spécifique dans lequel il apparaît.

4.5. Des postures et des gestes aux signaux

L'analyse didactique ascendante du jeu des Huit coins mis en place montre, à priori, une disposition sous-jacente des joueurs qui est comparable dans les rôles sociomoteurs entre le jeu des Quatre coins et celui des Huit coins. Par conséquent, les conduites motrices porteuses de sens, sous la forme d'échanges de communication, peuvent être reproduites par des configurations stables et des invariants qui permettent de résumer l'ensemble de communications motrices (non verbales) pertinentes du jeu. Ainsi, les gestes et les signes identifiables au jeu des Huit coins et qui sont liés à chaque forme de communication de solidarité et/ou de rivalité ou ambivalentes, peuvent être substitués par une simulation électronique de signaux selon un modèle d'octogone artificiel (Figure 2.3 b).

5. Validation expérimentale du modèle : Des Huit coins au B-percept®

La modélisation de l'interaction « *homme à homme* » par une « interaction » entre « *homme et machine* » (Cadoz, 1994) fait que les actions de l'adversaire sont substituées par des sources informationnelles (signaux visuels, auditifs ou kinesthésiques). Ce processus produit, ainsi, des enchaînements de stimuli de façon randomisée, mais régulière (selon des intervalles préprogrammés) qui pourraient offrir une certaine stabilité, nécessaire, pour tout protocole expérimental. De plus, ce modèle est basé sur un calcul mathématique randomisé [*Java-Math.random ()*] capable d'induire de l'incertitude dans les décisions en provoquant l'incapacité du pratiquant à anticiper les sources informationnelles et à localiser leur direction spatiale.

Les comportements humains peuvent dépendre des circonstances qui les provoquent (Wiener, Lafon *et al.*, 2008). Ainsi, les pratiquants peuvent cacher un contenu « *sémiotique* » (Parlebas, 1991) trompeur, traduit par les regards ou les sourires d'accompagnement (Feyereisen, Van de Wiele *et al.*, 1988) qui représentent souvent un côté non maîtrisable pour l'expérimentateur, ce qui donne à « l'aventure » de sa modélisation plus de sève.

La conception du modèle électronique et numérique B-percept® est proposée dans le cadre de ce travail de thèse comme moyen pour simuler puis analyser la synchronie entre les mouvements

des différentes parties du corps des joueurs dans le jeu réel par rapport à ceux provoqués par le modèle expérimental. Ainsi, l'analogie entre les deux situations motrices dans la sollicitation pourrait confirmer la présence d'une analogie dans les chemins d'action motrice sollicités. C'est dans ce sens que nous orientons la démarche de nos investigations.

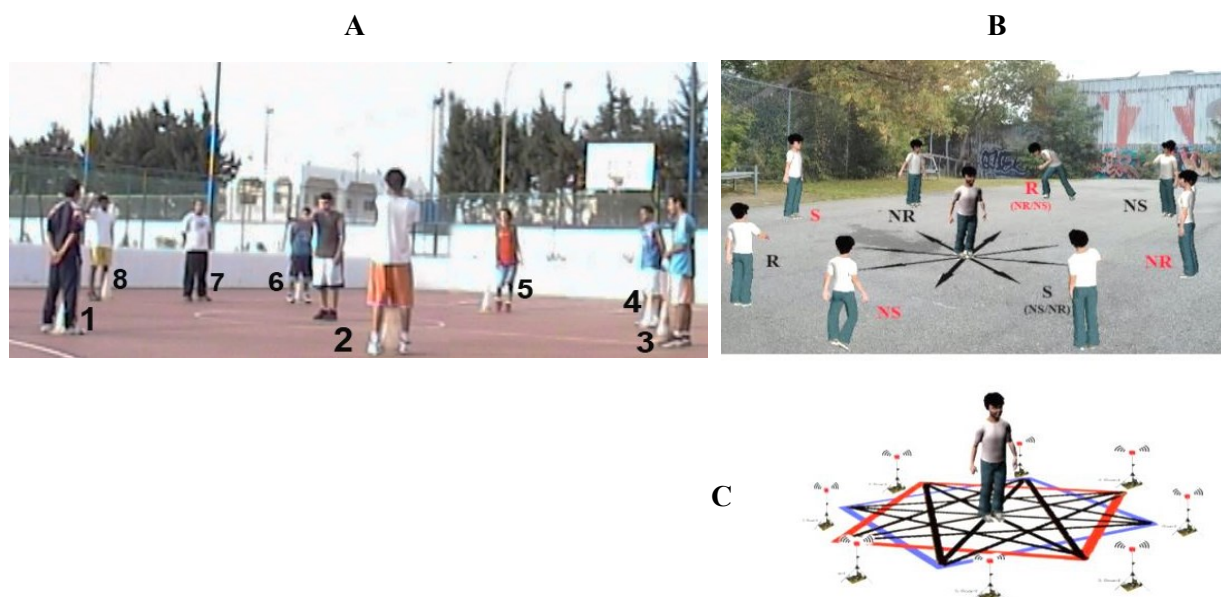


Figure 2. 7: (A) Situation de jeu réel des Huit coins (basketteurs). (B) Illustration des communications et matrices associées au jeu des Huit coins. Ce réseau est ambivalent, aux relations enchevêtrées [en référence aux travaux de Parlebas (1974, 2005 b)]. (C) Illustration de l'approche sémiotrice (incertitude de l'environnement sonore et/ou visuel) dénuée de communications pratiques

5.1. Étude des situations motrices : De l'observation à la conceptualisation

Les analyses systémiques et structurales des jeux et des sports (Parlebas, 1974, 1985, 1991 ; Dugas, 2004 ; Level, Dugas *et al.*, 2010 ; Dugas, 2011 b) se sont basées sur l'étude des caractères clairs, explicites et reproductibles indépendamment des variables qui peuvent y intervenir, notamment le degré de stabilité de l'activité et de ses composantes ou le caractère de « *domestication* »¹ du milieu.

Le traitement du comportement non verbal, par le moyen de logiciels spécifiques développés pour ces fins (The Observer XT de Noldus, 2008), consiste à coder les mouvements et les gestes du corps et à fournir des mesures quantitatives permettant de les modéliser et de les reproduire, une fois que les raisons et les conditions de leurs apparitions sont assurées. En effet, une partie de ce travail de thèse est consacrée à l'analyse comparative des similitudes et des similarités entre les comportements des pratiquants au cours d'un jeu informel des Huit coins et un modèle électronique et numérique B-percept[®]. Les données de cette étude (Ben Ali, Naceur *et al.*, 2017)

¹ Selon Pierre Parlebas, la DOMESTICATION signifie une « *dimension qui prend en compte le degré de codification et de modification que l'Homme fait subir au milieu en vue d'accomplir ses pratiques ludosportives, notamment ses pratiques motrices dites de pleine nature* » (1999, p.108).

ont permis de confirmer la fiabilité et la reproductibilité du modèle concernant l'étude des comportements d'interactions non verbales face à des stimuli sonores et visuels.

5.2. Limites épistémologiques éventuelles du procédé de modélisation adopté

L'observation se présente parmi les moyens fondamentaux mis à la disposition de l'examineur en didactique disciplines et notamment des Activités physiques et sportives. Cette méthode d'étude use principalement de grilles complétées par des questionnaires et/ou des interviews. L'objectif de ces outils est lié à la recherche d'une logique corrélée entre ce que le chercheur observe et ce que les acteurs (formateur, apprenant, examineur, etc.) montrent ou dissimulent. Toutefois, en répertoriant les difficultés qui peuvent affronter l'examineur dans ses investigations didactiques, Power (1977) précise que ce dernier peut courir le risque de se contenter d'utiliser les mêmes instruments existants à toute occasion sans but et sans grand profit scientifique (Power, 1977 ; Brousseau, 1978), notamment, lorsque l'examineur tente un travail expérimental sur des situations motrices *in vivo* où la tâche pourrait se révéler de l'ordre de l'aventure qui mise sur la fortune et qui admet la déroute.

En effet, le protocole B-percept[®] a pris son essence au cœur même des situations motrices, car l'observation de jeux et des sports et l'analyse des comportements à travers des grilles montrent certaines limites épistémologiques, méthodologiques ou pratiques. Brousseau (1978) a déjà attiré l'attention sur ces glissements méthodologiques en précisant que : « *une erreur classique consiste à profiter de l'observation pour transférer indûment des validations* » (Brousseau, 1978, p. 133). Toutefois, le modèle proposé à travers le protocole B-percept[®] pourrait, aussi, confronter certaines limites épistémologiques à ces niveaux, vu la nature de l'objet d'étude qui n'est pas loin de « *toutes les matières dont la preuve consiste en expériences et non en démonstrations [et] on ne peut faire aucune assertion universelle que par la générale énumération de toutes les parties ou de tous les cas différents* » (Pascal et Havet, 1852).

La conception du protocole électronique et numérique B-percept[®] est passée par plusieurs moments de réflexion, d'analyse et d'expérimentation. Ainsi, chaque étape que nous avons traversée a représenté une rupture épistémologique au sens bachelardien avec celle qui a devancé, sans que cela ne représente une rupture réelle dans l'idée mère. En effet, le développement du protocole repose avec fiabilité sur l'idée de reproduire, mais pas à l'identique, le paradoxe véhiculé dans la *logique interne* du jeu des Quatre coins afin de concevoir un outil de mesure statistiquement fiable et capable de quantifier et de contribuer à simuler de façon objective les comportements d'interaction motrice entre des stimuli sonores et/ou visuels et le joueur.

6. Conclusions du chapitre

Dans ce deuxième chapitre de la thèse, nous avons procédé à une analyse systémique et structurale du jeu traditionnel paradoxal des Quatre coins. Ce travail réalisé en trois étapes nous a permis de tirer les conclusions suivantes :

- L'existence d'une littérature traitant ce jeu, qui se résume principalement dans des travaux de Parlebas (1974 ; 1975 ; 2005 *b*), a permis d'explorer l'élaboration de modèles ou de variantes de jeux plus complexes et plus riches en interactions, à l'exemple du jeu que nous avons appelé : « *jeu des Huit coins* ».
- La nouvelle situation des Huit Coins proposée, reprend dans sa structure et dans son déroulement (Parlebas, 1999, p. 189), le schéma des interactions du joueur avec son environnement. Ainsi, la disposition de sources informationnelles dans les huit directions a permis de doubler les sollicitations et de doubler le niveau d'incertitude (vu que le nombre de coins remonte au double).
- L'enrichissement du champ d'interaction a donc ouvert le chemin pour proposer la substitution de l'environnement humain par un « *environnement* » électronique et numérique (Ben Ali, Naceur *et al.*, 2017), dont les objectifs sont : la standardisation du modèle, la stabilité de l'environnement et la fiabilité des mesures. Le modèle B-percept[®] est ainsi projeté.

Le chapitre qui suit tracera la démarche scientifique et empirique de la conception des différentes composantes électroniques du protocole B-percept[®].

C. 3

Conception matérielle et logicielle & validation technique et scientifique du B-percept[®]

« Tout vient à point à qui sait attendre »

François Rabelais (1532)

Le 20 octobre 1983, la 17e conférence des poids et mesures décide : « *Le mètre est la longueur du trajet parcouru dans le vide par la lumière pendant une durée de 1/299 792 458 s* ».

INTRODUCTION

Ce troisième chapitre de notre travail, pourrait paraître, à première lecture, « greffé » dans une inadéquation méthodologique avec son cadre contextuel. Toutefois, et en voulant semer un grain de transdisciplinarité à travers ce travail de thèse, nous y présentons une revue épistémologique, conceptuelle et empirique de la conception et des différentes phases du développement de l'outil d'évaluation (B-percept[®]). Sa mise en pratique étant le produit du travail empirique de cette thèse.

Ainsi, une première partie du présent chapitre est consacrée à la description des étapes de développement et à la conception des composantes matérielles du B-percept[®]. Une seconde partie est dédiée à la présentation des principales interfaces et des fonctionnalités du logiciel développé pour l'utilisation du protocole. Enfin, une troisième partie assure la présentation des processus de calibrage technique et de la validation scientifique du B-percept[®].

1. Tracé historique et épistémologique du protocole B-percept[®] test

La richesse informationnelle des jeux et des pratiques sportives rend l'analyse des patterns d'entrées sensorielles indispensable. En effet, percevoir des mouvements combinés en une fraction de seconde ou enchaînés par les mouvements de toute une équipe peut aviser indirectement de ses actions futures et peut prédire si un déplacement serait exécuté vers une direction ou une autre. Ces manifestations représentent des données importantes pour l'adversaire et/ou le partenaire afin d'actionner une série de comportements d'anticipations ou de modifier sa stratégie et ses comportements au cours même de l'action.

Chez l'homme en action, la décision est une étape nécessaire et obligatoire dans le cheminement de ses actions. « *La prise de décision implique l'appréhension du risque et l'engagement de la responsabilité* » (Naceur, 2013, p. 125). En effet, décider d'agir, de réagir ou même de ne rien faire est une activité cognitive de raisonnement déchiffrable via ce que nous pouvons apercevoir comme postures, gestes, expressions faciales ou comportements (Cristani, Raghavendra *et al.*, 2013). Les événements perceptifs conduisent à des prises de décisions concernant ce qu'il faut faire ou ne pas faire. Ils sont souvent les déterminants majeurs de la réussite. Ainsi, les facteurs « *sensori-perceptifs* » occupent une partie considérable de la gestion des interactions et des échanges informationnels entre les sujets en action et leur environnement.

2. Détermination des variables mesurables

Comme il a été énoncé au deuxième chapitre de ce mémoire, l'objectif traité par la modélisation électronique et numérique dans le cadre de ce travail concerne la conception d'un protocole pour l'évaluation du temps de réponse motrice aux stimuli visuels, auditifs ou mixtes dans des conditions quasi expérimentales garantissant la rigueur scientifique nécessaire (John et Benet-Martínez, 2000 ; Collie, Maruff *et al.*, 2003 ; Hetzler, Stickley *et al.*, 2008 ; Ellis, 2013 ; Balsalobre-Fernández, Tejero-González *et al.*, 2014 ; Drugowitsch, DeAngelis *et al.*, 2014), notamment en termes de précision, de fiabilité et de reproductibilité des résultats (Hopkins, 2000). Une véritable rupture épistémologique pourrait être produite dans l'étude, des effets des domaines d'action motrice sur les processus psychiques, grâce à l'introduction de l'outil informatique puis par la voie de l'automate. En effet, la démarche de développement a nécessité 18 mois de codage sous « Java », pour l'application B-percept[®] et 24 mois pour la programmation en « langage C » des microcontrôleurs ainsi que les essais des cartes C-Board, S-Board et P-Board.

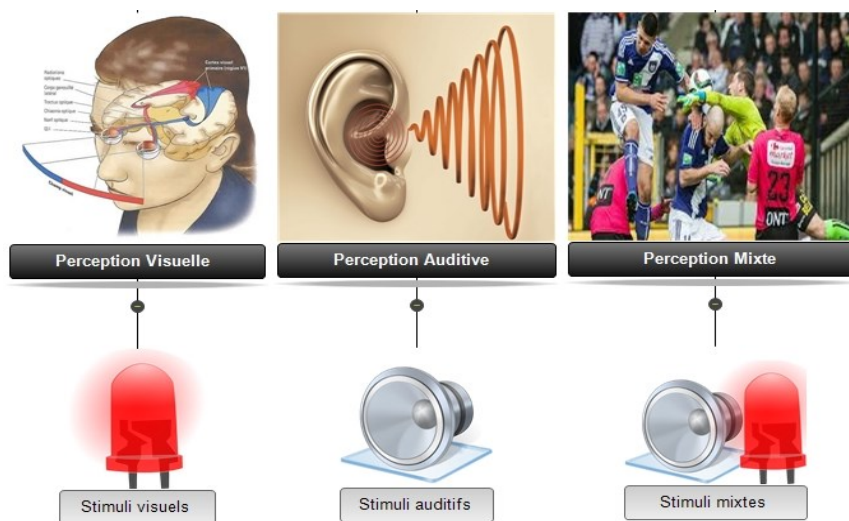


Figure 3. 1 : Type de sollicitations sensorielles et informationnelles externes évaluées par le protocole B-percept[®]

2.1. Les variables liées au milieu

Le protocole B-percept[®] est conçu pour une utilisation en milieu intérieur et extérieur, sans contraintes d'espace ni de temps. En effet, le choix de la couleur des stimuli visuels ou du niveau sonore en Décibels (dB) pour les signaux auditifs est lié principalement aux différentes contraintes que nous avons relevées tout au long des expérimentations et des essais techniques spécifiques de l'appareillage électronique B-percept[®].

La démarche que nous avons adoptée, en premier temps, a visé la conception de composantes électroniques paramétrables, relativement faciles à utiliser et permettant une mobilité optimale selon les besoins du protocole expérimental préétabli. Dans un deuxième temps, les composantes ont été conçues pour permettre une transmission instantanée et autonome des données recueillies (Hämäläinen, Jyrki Joutsensalo *et al.*, 2008 ; Morais, Fernandes *et al.*, 2008 ; Faludi, 2010 ; Lian, Hsiao *et al.*, 2013). En effet, les composantes du B-percept[®] permettent d'émettre des signaux afin de reproduire les différentes formes de sollicitations informationnelles externes (Jacobson et Spiro, 1995 ; Isaac, Campoy *et al.*, 2007), auxquelles le corps pourrait être soumis à partir des gestes, des voix et des mouvements des partenaires et/ou des adversaires tout au long de l'évolution de la situation motrice.

2.2. Représentation des stimuli

L'orientation de l'attention est possible, en particulier lorsqu'un stimulus d'intérêt se présente de façon excentrée par rapport à un point de fixation visuelle centrale (Palix, 2006). En effet, la pratique motrice offre un contexte particulièrement riche en sollicitations sensorielles (courses déplacements, appels de balle, gestèmes, etc.). Ainsi, l'orientation des processus attentionnels peut être soit automatique et provoquée par un changement inattendu dans l'environnement, soit

intentionnelle et contrôlée, comme dans l'attente d'informations à une position précise survenant suite à une chaîne d'interactions entre partenaires ou adversaires. L'orientation automatique de l'attention est appelée exogène tandis que l'orientation délibérément dirigée par le sujet est appelée endogène (Sperling et Reeves, 1980). Les caractéristiques dynamiques et fonctionnelles de ces deux types d'orientation de l'attention diffèrent selon que le sujet soit en présence de stimulus simple ou dans un processus de traitement parallèle simultané d'éléments multiples et indépendants (Brooks, Seeanner *et al.*, 2017). En effet, les réponses à l'apparition d'une cible sont produites lorsqu'un seul des détecteurs dépasse le seuil critique positif correspondant à la cible. La durée d'un tel phénomène peut correspondre à 200 ms (Ward, 2001). Cependant, lorsque les éléments inclus dans le champ visuel actif sont des distractifs, le stimulus visuel étudié devra être facilement détectable par la pertinence de son action sur les organes de sens.

Les composants montés sur les mini circuits imprimés sont reliés à la carte électronique périphérique B-percept S-Board et peuvent fonctionner selon le type de signal voulu pour le protocole établi : visuel, auditif ou mixte.

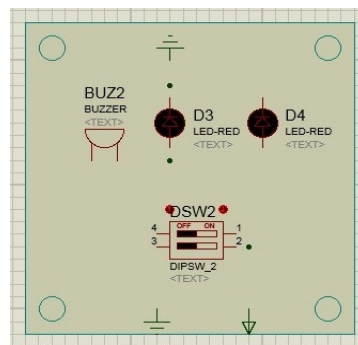


Figure 3. 2 : Typon du circuit imprimé (PCB) comportant les LEDs et le Buzzer afin de reproduire les stimuli visuels et auditifs (Protus 8)

2.3. Le choix du stimulus lumineux

Afin d'émettre des stimuli visuels ou auditifs vers les sujets en cours d'évaluation à travers le protocole B-percept test, nous avons conçu des cartes électroniques périphériques produisant soit un stimulus visuel, soit un stimulus auditif ou un stimulus double combinant les deux précédents mixte (Figure 3.2).

Les stimuli visuels sont conçus sous forme de huit mini circuits imprimés (Figure 3.2) comportant, chacun, à la fois, deux diodes électroluminescentes « LED » (Metrology, 2000) de 5 mm, de couleur rouge, à haute intensité (630 mcd)¹ (Isoyama, Terada *et al.*, 2011 ; Giustiniano,

¹ « La candela est l'intensité lumineuse, dans une direction donnée, d'une source qui émet un rayonnement monochromatique de fréquence 540×10^{12} hertz et dont l'intensité énergétique dans cette direction est 1/683 watt par stéradian » (Metrology, 2000, p. 20).

Tippenhauer *et al.*, 2012 ; Teikari, Najjar *et al.*, 2012 ; Ko, Yan *et al.*, 2014 ; Jones, Garcia *et al.*, 2015) et un « Buzzeur » d'une intensité de 80db assurant un son audible à distance (Kan, Pope *et al.*, 2004 ; Cai, He *et al.*, 2014 ; Weiming, Songming *et al.*, 2015).

La théorie de la réglementation suggère que les gens peuvent atteindre leurs objectifs de deux manières différentes, soit avec un objectif de promotion, soit avec un objectif de prévention (Higgins, 1987; Förster, Higgins *et al.*, 2003). Les personnes qui adoptent un objectif de promotion perçoivent leurs objectifs comme des espoirs et des aspirations, ce qui correspond dans notre cas d'étude au sens que nous pourrions attribuer à l'interaction entre partenaires. En revanche, ceux qui adoptent un objectif de prévention perçoivent leurs objectifs comme des devoirs et des obligations, et évitent avec vigilance les inadéquations à leurs objectifs. Cette attitude correspond à la contre-communication adoptée face à un adversaire.

Le choix de la couleur rouge pour les LED montées sur les circuits imprimés permet d'avoir une vitesse de propagation de la lumière à 630 nm (Figure 3.3). Cette couleur est associée aux systèmes d'alertes visuelles en raison de ses associations avec le danger et les alertes, est susceptible d'activer un accent de leur attention envers l'environnement (Metrology, 2000 ; Zananiri, 2000 ; Svilainis et Dumbrava, 2006 ; Linas Svilainis, 2008 ; Isoyama, Terada *et al.*, 2011 ; Teikari, Najjar *et al.*, 2012).

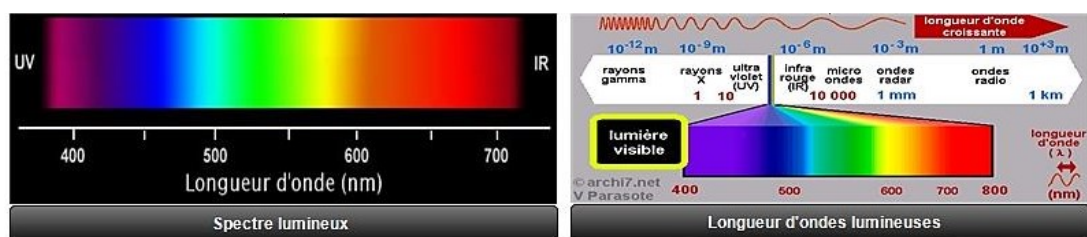


Figure 3.3 : Spectre des couleurs selon leur longueur d'onde. Ce spectre continu représente l'étalement des longueurs d'onde étudié scientifiquement pour la première fois par Isaac Newton (1643-1727). Un simple dispositif à prisme ou à réseau de diffraction, associé à une fente ou à une faible ouverture permet l'observation de ce phénomène de dispersion de la lumière blanche

2.4. Le choix du stimulus auditif

L'attention auditive nous permet de diriger rapidement et précisément notre projecteur acoustique vers les sons d'intérêt dans notre environnement acoustique (Fritz, Elhilali *et al.*, 2007). L'attention peut être descendante (volontaire ou dépendante de la tâche) ou ascendante (saillance sonore) (Johnson et Zatorre, 2006). À l'interface de la perception et de l'action, de haut en bas, l'attention conduit à un traitement amélioré de l'information, à une sensibilité plus importante du comportement, et des latences de réponse raccourcies. L'attention est un processus de sélection qui met l'accent des ressources de traitement cortical sur les informations sensorielles les plus pertinentes afin de maintenir un comportement axé sur les objectifs, même en présence de multiples acteurs dans une même situation motrice.

La plupart des modèles d'étude de l'attention sélective se sont concentrés sur la façon dont l'attention visuelle est explicitement dirigée dans l'espace, et les comptes spatiaux de l'attention visuelle ont été largement utilisés pour modéliser l'attention auditive (Crottaz-Herbette, 2001). Cela a abouti à un foyer majeur de recherche auditive sur la localisation des sons dans l'espace. Cependant, contrairement au domaine visuel, l'information spatiale est traitée indirectement et de façon plutôt imprécise à l'audition (Middlebrooks et Green, 1991 ; Rimmele, Jolsvai *et al.*, 2011). La capacité d'identifier un objet améliore grandement l'aptitude d'anticiper son apparition (Posner, Snyder *et al.*, 1980 *a*). Ainsi, la recherche d'un objet peut être explicitement orientée, par exemple, en dirigeant l'observation à un endroit particulier dans l'espace (Posner, Snyder *et al.*, 1980 *a*), ou implicitement, par la trajectoire inhérente d'un objet dans le temps et l'espace (Doherty, Rao *et al.*, 2005).

La conception d'un simulateur artificiel de stimuli auditifs vise à concevoir et à standardiser une source informationnelle remplaçant les interactions verbales et sonores audibles à distance, mais non saillantes. En effet, le Buzzeur monté sur la carte B-percept S-Board respecte le champ auditif humain 2700Hertz pour 80 décibels (Figure 3.4).

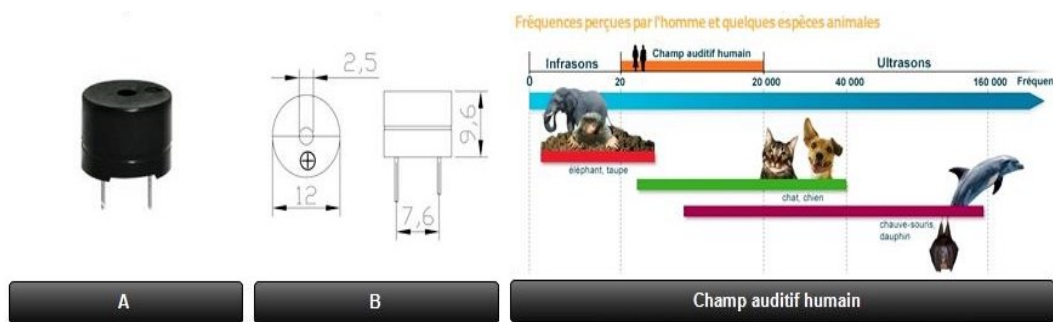


Figure 3. 4 : (A) Illustration du Buzzeur monté sur la carte S-Board. (B) Dimensions en millimètres

3. Principes de la conception électronique du B-percept[®]

B-percept[®] est conçu comme un système « embarqué » (Ferens, 2012 ; Dan, Erhu *et al.*, 2015). Ce terme est souvent exprimé par opposition aux systèmes « non embarqués » classiques tels que l'ordinateur de bureau. Un système embarqué est embringué, comme son nom l'indique, dans un autre équipement, le plus souvent pour le contrôler (Bates, 2013 ; Dan, Erhu *et al.*, 2015). Il n'est donc pas autosuffisant en termes de ressources, ou même de raison d'être. L'utilité du système embarqué ne lui octroie pas la vocation de l'universalité, contrairement à l'ordinateur, mais il est plutôt dédié à une ou plusieurs tâches précises (Salagnac, 2008). Cette caractéristique est importante, car elle influe directement sur sa conception. Un système embarqué constitue un ensemble matériel/logiciel cohérent, souvent doté de processeurs dédiés

(*Domain Specific Processor*, ou *DSP*) (Zhu, Melhem *et al.*, 2004 ; Narayanan et Xie, 2006 ; Ferens, 2012 ; Bates, 2013 ; Dan, Erhu *et al.*, 2015).

La démarche de conception du B-percept relève d'une suite de moments de développement selon un processus d'essai-erreur qui a permis, à chaque fois, de mieux comprendre les besoins des examinateurs en fonction des réponses motrices des sujets, en test issu de différents domaines d'action motrice. Un des objectifs que nous avons fixés au cours de la conception du B-percept[®], est de proposer un système homogène, fiable et peu encombrant, afin de faciliter son utilisation et son installation. Cette démarche a permis de désigner des prototypes de plus en plus petits, tout en veillant à ce qu'ils soient autonomes et mobiles.

3.1. Concevoir un matériel peu encombrant

B-percept[®] trouve une certaine connexité méthodologique avec d'autres travaux expérimentaux cliniques sont ceux de Melton (1947) ; Lewis, McAllister *et al.* (1951) ; Rosenquist (1965) Ferslew, Manno *et al.* (1982) qui ont utilisé les tests de coordination complexe pour les forces d'aviation américaine, et dans lesquels il y avait une série de lumières agencées de manière à représenter les positions d'un levier de contrôle et d'un gouvernail de contrôle pour les pieds. Nous ne pouvons oublier aussi Fleishman (1953) qui faisait partie des pionniers dans l'utilisation d'appareillages pour mener des tests de mesure des habiletés motrices.

Nous trouvons, en outre, un rapprochement avec les travaux de tests de laboratoires, notamment ceux de Crottaz-Herbette (2001), Mancas, Gosselin *et al.* (2007) travaillant aussi avec des dispositifs de lumières, mais liées aux machines par des liaisons filaires. Parallèlement, certaines démarches de conception de tests psychologiques et moteurs nous ont inspirés, principalement pour l'intégration des questionnaires, tels que *Vienna Test System* (Schfried, 1988), *Groningen Reaction Time Test* (Lemmink, Han *et al.*, 2001), *Chronojump-Boscosystem* (De Blas, Padullés *et al.*, 2012), *Batak Test* (2014)¹.

Toutefois, B-percept offre un premier avantage dans la manipulation des outils à travers la taille relativement petite des composantes électroniques qui misent sur la « transportabilité » (mobilité). Cet atout facilite son utilisation dans des contextes de pratique sportive *in-vivo*. B-percept[®] est un système peu encombrant, facile à transporter et à installer dans n'importe quel espace de travail, de pratique motrice ou sportive (piste d'Athlétisme, gymnase, terrains de sports collectifs, salles omnisports, surfaces en plein air et pleine nature), mais également dans les salles de classe ou, probablement, dans les hôpitaux et les centres (pour personnes souffrant d'altérité).

¹ www.batak.com. Retrieved January 9, 2014



Figure 3. 5 : Illustration des trois versions du système B-percept[®] marquant les trois principales étapes de son développement matériel. La version 1.0 représente la conception gérée de façon électrique. La version 1.1 est la première conception électronique embarquée filaire. La version 1.2 est celle qui marque le passage à la transmission des données sans fil

3.2. Concevoir un système mobile.

Les contraintes de coût de fabrication, de poids, ou de consommation d'énergie limitent fortement les performances du matériel embarqué ainsi que sa mobilité. La puissance de calcul, la quantité de mémoire, et les autres ressources sont, aussi souvent limitées au strict minimum. Toutefois, les exigences relatives aux tâches incluent souvent des contraintes de « temps-réel », au point que dans la littérature, les termes « temps-réel » (Real time) et « embarquer » (Embedded) sont parfois utilisés comme synonymes (Arnin, Anopas *et al.*, 2013 ; Wu, Rudiger *et al.*, 2017). Partant des exigences spécifiques du système embarqué, nous avons fondé notre intérêt sur la question de la mobilité, ce qui a permis de passer de la version 1.1 filaire à la version 1.2 sans fil du B-percept[®] (Figure 3.5). Les composantes ont été conçues pour être commandées à distance via deux protocoles de communication sans fil : le ZigBee[™] (IEEE 802.15.4-2003) ; et la RF433MHz. (Islam, Rahman *et al.*, 2015).

Les composantes montées sur le B-percept afin d'assurer la télécommunication (Figure 3.7) ont l'avantage d'être de tailles relativement petites, ce qui a réduit, de même réduit la taille des circuits imprimés (PCB) et a permis d'obtenir une faible consommation électrique (de 2.7v à 5.5v) fournie par batteries alcalines rechargeables (9v à 450mh). Le choix des composantes garantit, ainsi, l'autonomie et la portée du signal (Ben Ali, Dugas *et al.*, 2017) pour permettre de couvrir la quasi-totalité des surfaces de jeux sportifs institutionnels actuels.

4. Les étapes de la conception électronique du B-percept[®]

Le processus de la conception théorique et pratique adoptée pour le B-percept[®], s'est acheminée selon cinq étapes, notamment l'analyse des besoins spécifiques, la construction du matériel, et la conception du logiciel, l'intégration et le test du système. Ces processus débutent par les descriptions les plus abstraites du système pour s'affiner en détails.

4.1. Analyser les besoins

Cette étape a été menée de façon discontinue tout au long du processus de modélisation mathématique puis de la mise en pratique du modèle empirique du B-percept. Le développement du matériel et du logiciel a été principalement dépendant de notre expérience relativement limitée en langage de programmation C et Java au début du projet.

4.2. Affiner les besoins

Spécifications : nous avons mis en avant les demandes complètes, précises, claires et spécifiques du projet. Aussi, nous avons veillé à obtenir les critères de validation scientifique justifiant la fiabilité du matériel conçu afin de garantir le respect des normes d'acceptation et de validation de la propriété industrielle.

4.3. Dessin des circuits et conception des logiciels

Les parties matérielles du B-percept sont réparties selon la fonction (Figure 3.9). La sélection des composants électroniques, utilisés pour le dessin des circuits matériels de façon virtuelle simulée, a été faite à travers les deux solutions logicielles EAGLE (*Easily Applicable Graphical Layout Editor*) Version 6.1.0 for Windows dans une Édition Professionnelle et Proteus de Labcenter Electronics dans sa version 8.1 SP1 (Xinhuan, Hongwei *et al.*, 2010 ; Dan, Erhu *et al.*, 2015).

4.4. Intégration du système

Intégration du logiciel de gestion matérielle dans le simulateur afin de procéder à l'évaluation du circuit, du microcontrôleur et de la gestion de toutes les composantes par voie de simulation du système.

4.5. Le test du système

Réalisation des tests fonctionnels du système et du test de stabilité de la procédure par le registre, oscilloscopes de simulation et d'autres composants dans le circuit analogique. L'ensemble du processus d'innovation est illustré sur la figure 3. 9.

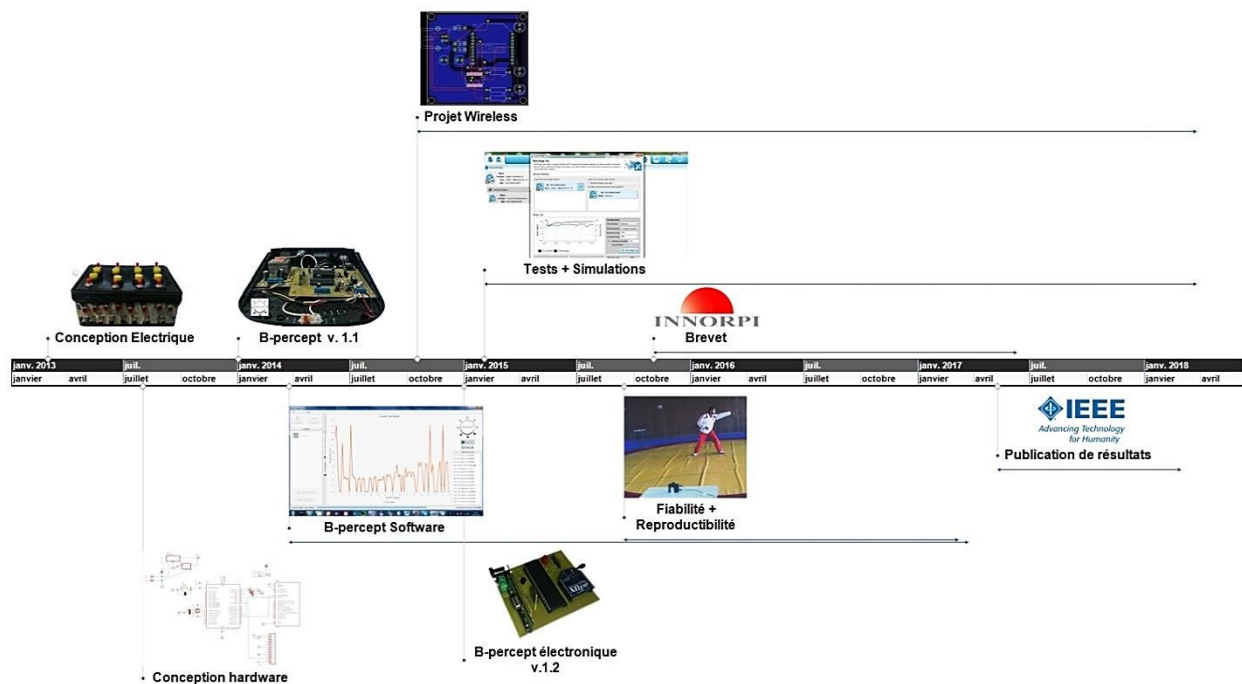


Figure 3. 6 : Illustration du time-line jusqu'à décembre 2018 des différentes étapes de la conception, du développement et de la validation industrielle et scientifique du B-percept[®]

5. Étapes du prototypage et de la validation du B-percept[®]

La conception et le prototypage du B-percept[®] sont passés par trois étapes séquentielles. La première correspond à la conception d'un boîtier de commande électrique pour gérer la simulation du jeu des Huit coins à travers le protocole B-percept[®] de façon mécanique. Dans la deuxième étape, nous avons conçu une carte électronique pré-programmable à travers une interface Java, et qui assure de façon autonome la gestion des stimuli ainsi que la mesure du temps des réponses motrices du sujet en test. Ensuite, elle envoie les données vers un ordinateur pour leur traitement. Cette première version électronique du B-percept[®] assure la transmission des données à travers des liens filaires par des câbles disposés selon le besoin de l'expérimentateur.

La troisième étape de développement du B-percept[®] est marquée principalement par une transition vers la transmission de données sans fil et la gestion de données de façon plus claire et organisée.

5.1. Le prototype électrique

Afin de simuler les interactions du sujet avec le milieu dans le jeu des Quatre coins et des Huit coins avec son environnement, les co-acteurs périphériques ont été substitués par des cartes électriques composées d'un LED de 5 cm à haute intensité et d'un Buzzer à 80db (Ben Ali, Naceur *et al.*, 2017). Ces cartes sont reliées à un boîtier artisanal sur lequel nous avons monté des boutons poussoirs reliés par câbles électriques plats 4 C au boîtier périphérique

correspondant (Figure 3.7). La commande des signaux auditifs et visuels se fait à la main selon un tableau randomisé (Latin Square). La durée de la tâche ainsi que la latence sont gérées à l'aide d'un chronomètre manuel calibré à 1/100 secondes.

Le protocole électrique inventé a présenté certaines lacunes, parfois incontournables, notamment :

- Des boutons poussoirs qui ne s'enfonçaient pas assez vite.
- Perte de la file de lecture dans la table de randomisation.
- Le stress de l'examineur qui cherche les touches par le bout des doigts tout en veillant au contrôle du chronomètre.
- Le boîtier électrique du B-percept similaire à « *une machine à vapeur* » a permis de poser les jalons pour initier un périple de développement d'une solution numérique et électronique embarquée. L'objectif étant de limiter en prime abord l'intervention de l'examineur dans la gestion des commandes et des données.

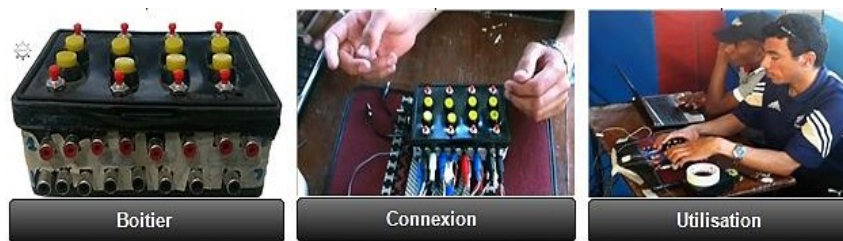


Figure 3. 7 : Illustration du B-percept® dans sa version électrique

5.2. Prototype électronique v.1.1 : La « Boîte noire »

Le produit de cette étape est une carte électronique en doubles facettes (Figure 3.8). Elle est connectée de façon directe à une application « JAVA »¹ sous l'environnement Windows. Le lien de la carte B-percept v.1.1 avec l'ordinateur est assuré par une liaison série a-synchrone RS232. Ainsi, au moment de la réception des instructions de démarrage, la carte commence la gestion des envois et des réceptions d'instructions vers les boîtiers périphériques, qui émettront des signaux lumineux, auditifs ou combinés durant toute la durée préprogrammée dans l'application.

Les opérations de communications avec l'ordinateur, l'envoi et la réception d'instructions aux boîtiers périphériques ainsi que la randomisation des signaux sont toutes gérées dans la carte d'une façon automatique et autonome par deux microcontrôleurs Micro Chip PIC16F877. Une

¹ La technologie *Java* est à la base de la plupart des applications en réseau et elle est exploitée dans le monde entier pour développer et fournir des applications mobiles et imbriquées, des jeux, du contenu Web et des logiciels d'entreprise. Utilisée par plus de 9 millions de développeurs dans le monde, la technologie Java permet de développer, et d'utiliser efficacement des applications et des services fascinants (<https://www.java.com/fr/about/>).

fois achevées toutes les opérations, la carte envoie les résultats vers l'ordinateur sous forme d'une où les temps de tests sont obtenus en millisecondes.

La version 1.1 du protocole B-percept test était une « *boîte noire* » sur laquelle on ne pouvait pas intervenir durant son fonctionnement et on ne pouvait contrôler son état de fonctionnement interne qu'à travers les signaux périphériques. Cette carte représentait pour nous une « vraie révolution » malgré tous les bugs enregistrés, étant donné que c'était la première fois que nous étions parvenus à soumettre des sujets au protocole B-percept test et à avoir, de manière automatique et autonome, leurs temps de réponses en millisecondes face aux divers stimuli.



Figure 3. 8 : Illustration du B-percept[®] dans sa version électronique v1.1

5.3. Prototype électronique v.1.2 : Le sans-fil

Le protocole B-percept[®], dont les typons des circuits imprimés (PCB) sont illustrés dans la (Figure 3.9), est composé de quatre modules complémentaires : le B-percept C-Board, B-percept S-Board et le B-percept P-Board.

5.3.1. Le module B-percept C-Board

Il s'agit de la carte de commande principale C-Board reliée à l'ordinateur via une interface USB gérée par le circuit FTDi/FT232RL¹. Ce dernier prend en charge un bus autoalimenté via USB et un bus alimenté à haute tension, configurable avec un jeu de rôle d'un convertisseur de tension intégré sur UART et CBUS pour l'interfaçage entre +1,8 v et +5 v logique. Une tension de 3.3v/2.8v est consacrée à la sortie de pilotage CMOS, une tension de 5v/1.8v et une entrée TTL.

Le B-percept C-Board est conçu pour envoyer les commandes aux cartes B-percept S-Board et de transférer les données de mesures reçues vers l'ordinateur via un module XBee (Figure 3.9). Ce montage permet l'envoi des données en série et de façon asynchrone. Chaque paquet de données est constitué d'un « *Bit Start* » de niveau bas, suivi de 8 bits de données avec le bit de

¹ Document No.: FT_000053/FT232R USB UART IC Datasheet Version 2.10. Clearance No.: FTDI# 38/March 2012 (http://www.ftdichip.com/Support/Documents/DataSheets/ICs/DS_FT232R_V212.pdf).

pois faible en premier, et enfin un « *Bit-stop* » de niveau haut. La synchronisation des données et la vérification de la parité sont assurées par le circuit FTDi 232RL.

Grâce à sa compatibilité avec les modules XBee2 et XBee-PRO, B-percept C-Board assure la détection des réseaux maillés et la configuration sans fil des modules distants. Tous ces avantages ont permis de résoudre des problèmes d'encombrements causés par l'utilisation d'une dizaine de mètres de câbles (4 C) pour la liaison filaire entre les composantes afin d'assurer la transmission des signaux et des données.

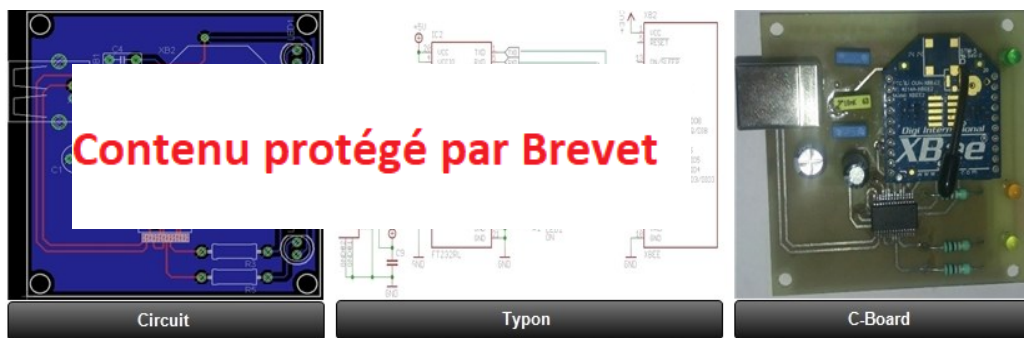


Figure 3. 9 : B-percept[®] C-Board : interfaçage XBee2 avec circuit intégré FTDi Chip FT 232 RL (Typon fait par *EAGLE. Easily Applicable Graphical Layout Editor* Version 6.1.0 for Windows)

5.3.2. Le module XBee

Les modules *OEM XBee* de Digi international. Inc. (Figure 3.10) sont des « émetteurs-récepteurs » radio au standard ZigBee™/IEEE 802.15.4, qui est spécialement conçu pour la réalisation de systèmes de communication au sein des réseaux de capteurs sans fil. De petites dimensions, ces modules se distinguent par leur grande simplicité d'utilisation et leur coût très compétitif qui les vouent à de très nombreuses autres applications.

Les modules XBee opèrent dans la bande « ISM » (*Industrial, Scientific, Medical*) des 2,4 GHz (Jia, Ma *et al.*, 2006), et ils reposent sur une technologie de communication de type DSSS (*Direct Sequence Spread Spectrum*). Les modules XBee peuvent être utilisés avec un paramétrage simple, et ils disposent également d'une multitude de modes de fonctionnements très facilement accessibles via des commandes d'applications transparentes « AT » (Nikhade, 2015). Les modules XBee ont une haute performance en termes de transmission RF, de consommation électrique et de gestion réseau.

5.3.2.1. La communication « RF »

Les modules XBee présentent une puissance de sortie RF de 10 mW (0dbm). Concernant la portée intérieure, elle peut atteindre au maximum les 30 mètres suivant la nature des obstacles. Pour la portée extérieure, elle atteint maximum 100 mètres en champ libre. Le débit RF est de 250 kbps alors que le débit maximal de à l'interface est de 115,2 kbps. Enfin, le récepteur possède une sensibilité de -92 dbm.

5.3.2.2. Gestion réseau

Les modules XBee présentent des caractéristiques avancées en matière de gestion de réseaux. En effet, il est possible de configurer les modules sur près de 65 000 adresses différentes ainsi que de disposer de communications point à point, multipoints, broadcaste ou encore « *Peer-to-peer* ».

5.3.2.3. La consommation

Le module XBee est alimenté sous une tension comprise entre 2,8 et 3,4 V. Pour une alimentation de 3,3 V, la consommation est de 45 mA en émission et elle est de 50 mA en réception.

5.3.2.4. Description du module XBee

Les modules XBee présentent les propriétés physiques suivantes :

- Dimensions : 2 438 cm x 2 761 cm
- Poids : 3 g
- Températures de fonctionnement : de -40 °C à 85 °C

Le module XBee se monte sur une carte à l'aide d'un support permettant de connecter ses 20 broches. Ainsi, aucune soudure n'est nécessaire pour câbler ce composant. (Figures 3.10 et 3.11)



Figure 3. 10 : Le module XBee utilisé dans le système B-percept®
XBee®/XBee-PRO® RF Modules. 802.15.4-v1. XBee (Datasheet. Digi international inc. 2009)

Le module XBee comporte 20 broches. Pour notre application, seulement les 4 broches encadrées sont câblées. En effet, la communication entre modules XBee nécessite au minimum de câbler les broches d'alimentation (VCC et GND) et les signaux « DIN » et « DOUT » correspondant respectivement aux données entrantes et sortantes via le module. Les 16 autres broches restantes et que nous n'avons pas utilisées peuvent servir à configurer le module dans différentes autres modes (réception, émission, veille, etc.).

Le modèle XBee2, utilisé dans notre montage du B-percept est choisi pour sa portée. Ainsi, même si le module est enfermé dans un coffret en plastic industriel renforcé, cela n'affecte pas sa capacité d'envoi-réception des données à haute vitesse, sur une distance supérieure à 100 m (Ben Ali, Dugas *et al.*, 2017). Des tests de validation expérimentale ont été menés pour tester

l'effet de cage de Faraday¹ (Muyschondt, Parker *et al.*, 1997) des boîtiers électroniques utilisés pour les modules. Nous notons, de surcroît, que les modules XBee2 utilisés par le B-percept sont également compatibles broches à broches avec les modules XBee-PRO qui ont des portées supérieures à un kilomètre.

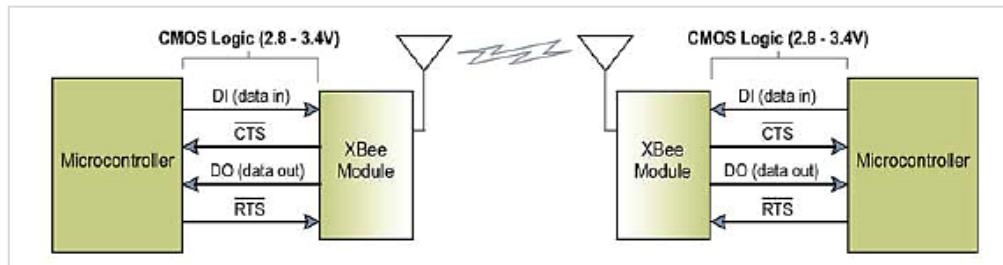


Figure 3. 11 : Illustration du système de communications de données RF dans un environnement à interface UART utilisant des modules XBee (XBee/XBee-PRO ZigBee RF Modules User Guide. DIGI. Datasheet. Digi international inc. 2009)

5.3.3. Le module B-percept S-Board

Le module B-percept S-Board (Figure 3.15), est le module périphérique, dit « *End terminal* », conçu pour émettre les stimuli et mesurer le temps des réponses et d'interagir avec le ou les émetteur(s) périphérique(s) embarqué(s) chez le sujet en cours d'évaluation. Le module S-Board, gère les instructions envoyées par l'application B-percept à travers le module C-Board via le protocole ZigBee™ (IEEE 802.15.4-2003). Le S-Board est composé d'un microcontrôleur PIC de Microchip (16F877A), d'un module Xbee2 et d'un émetteur-récepteur RF (RX-4M50R R30 SF).

5.3.3.1. Le Microcontrôleur Microchip 16F877A

Le microcontrôleur « 16F877A » (Figure 3.12) est utilisé comme calculateur à base d'incrément et de prises de décisions logiques. Le choix fait pour ce microcontrôleur de la marque Microchip Technology Inc., cadencé à 20Mhz repose sur son coût très convenable sur sa fiabilité et son coût. Le PIC 16F877A² présente les avantages techniques suivants (Tableau 3.1) :

- Une mémoire Flash développée qui permet 100 000 cycles d'écriture/effacement.
- 1.000.000 de cycles d'effacement/écriture de données de la mémoire EEPROM
- Rétention de données EEPROM > 40 ans.
- Auto-reprogrammable sous contrôle logiciel.

¹ LA CAGE DE FARADAY : est une enceinte utilisée pour protéger des nuisances électriques et subsidiairement électromagnétiques extérieures ou, inversement, empêcher un appareillage de polluer son environnement (Muyschondt, Parker *et al.*, 1997).

² Microchip Technology Incorporated (2003) *PIC16F87XA Data Sheet 28/40/44-Pin Enhanced Flash Microcontrollers*. U.S.A.

- *In-Circuit Serial Programming™* (ICSP™) par l'intermédiaire de deux broches.
- Alimentation simple 5V +/- 25% «*In-Circuit Serial Programming*».



Figure 3. 12 : Illustration et Typon du Microcontrôleur 16F877A/40 pins

Tableau 3. 1 Caractéristiques techniques du Microcontrôleur 16F877A/40 pins

composant	Prog. mémoire		donné SRAM (Bytes)	EPRO M (Bytes)	I/O	10-bit À.D (ch)	CCP (PWM)	MSSP		USART	Timers 8/16 - bit	comparateur
	Bytes	un mot instruction						SPI	Master I ² C			
PIC 16F877 A	14.3k	8192	368	256	33	8	2	Yes	Yes	Yes	2/1	2

Le 16F877A possède cinq ports auxquels sont attribuées les lettres « A, B, C, D, E ». Chaque broche d'un port est repérée par un numéro : le port « A » de « RA0 » à « RA5 », le port « B » de « RB0 » à « RB7 », etc. Nous notons en parallèle que pour ce microcontrôleur, le port « A » possède six broches, le port « B » possède huit broches, comme les ports « C » et « D ». Toutefois, le port « E » n'en possède que trois (Banerjee et Singhal, 2010 ; Bakibillah, Rahman *et al.*, 2014). Cela signifie que nous pouvons, par exemple, connecter six entrées (capteurs/sondes, etc.) ou sorties (LED/moteurs) sur le port « A », et huit sur le port « B ». Certaines autres broches possèdent d'autres fonctions spécifiques telles que la broche vingt-cinq appelée « RC6/TX/CK » où « TX » désigne la transmission de l'interface série de programmation et « CX » l'horloge de l'interface série. En effet, tous les ports cités sont les liens physiques du programme avec l'environnement extérieur (capteur, afficheur, moteur, etc.). Le microcontrôleur PIC 16F877A est relié à deux composantes de transmission et de réception de données. D'un côté, il gère les instructions venant du module XBee monté au module B-percept C-Board sous forme de liaison réseau ZigBee™. De l'autre côté, il est connecté au module RF (RX-4M50RR30SF) pour la réception des instructions « d'interruption » sous la fréquence 433Mhz.

5.3.3.2. Le module RF RX-4M50RR30SF

Le récepteur RF de référence «RX 4M50RR30SF» de Aurel, est caractérisé par une haute sélectivité et d'une importante protection contre les champs électromagnétiques d'entourage grâce, notamment, à un filtre d'entrée spécifique «SAW» (Aigner, 2008) installé et au boîtier blindé protégeant ses composantes (Figure 3.13). Le récepteur RF «RX 4M50RR30SF» est conforme aux lois européennes de la radio communication (Guespereau, 2009) EN 300 220 et ETS 300 683.

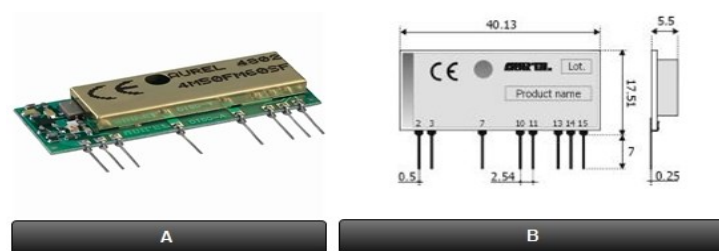


Figure 3. 13 : (A) Illustration et (B) dimensions du récepteur RF de référence «RX 4M50RR30SF à 433Mhz

Tableau 3. 2 : Caractéristiques techniques du module RF RX-4M50RR30SF selon la documentation Aurel Ver.26012001/2015

Type de fonction	Min	Typique	Max	Unité
Fréquence moyenne de fonctionnement	-	433,92	-	MHz
Tension d'alimentation	4,75	5	5,25	V
Courant absorbé	2,6	3	3,3	mA
RF sensibilité	-97	-100	-102	dBm
Bande passante RF à -3 dB	-	600	-	kHz
Rejet des interférences à ± 20 MHz	-	-100	-	dB
Sortie Onde carrée	0,1	2,5	3	kHz
Sortie du niveau logique bas	-	-	0,1	V
Sortie du niveau logique haut	3,8	-	-	V
Émissions parasites RF dans l'antenne	-	-	-80	dBm
Temps d'activation			2,5	s
Température de fonctionnement	-20		+80	C

5.3.4. Le module B-percept P-Board

Le B-percept P-Board est un dispositif de taille réduite servant à gérer la fonction d'interruption envoyée vers le S-Board à distance par ondes radio 433Mhz. Le P-Board peut être monté et intégré aux objets manipulés par le sujet en test (manette, ballon, etc.).

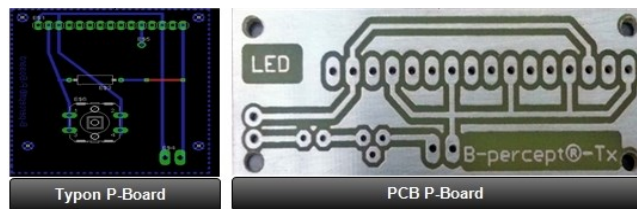


Figure 3. 14 : Schéma des liaisons des composants du module B-percept P-Board

5.3.5. Schéma de montage des composants du module B-percept S-Board

Le module B-percept[®] S-Board (Figure 3.15) assure le traitement des différentes commandes préprogrammées par l'utilisateur dans le logiciel, B-percept Software, installé sur l'ordinateur.

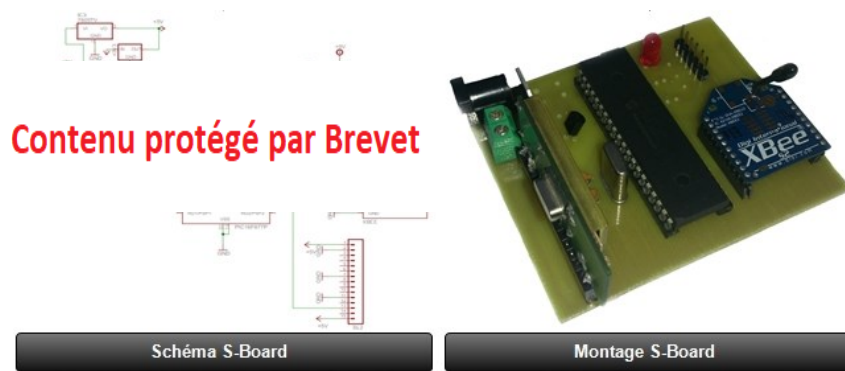


Figure 3. 15 : Schéma des liaisons des composants du module B-percept S-Board
EAGLE Graphical Layout Editor V. 6.1.0 for Windows

6. Liaison des différents modules du B-percept[®] et fonctionnement du système en protocole ZigBee[™]

Les modules du B-percept sont passés d'une liaison filaire à une transmission de données sans fil grâce à l'adoption du protocole ZigBee[™] (Kinney, 2003; Hämäläinen, Jyrki Joutsensalo *et al.*, 2008). Ainsi, comparé à d'autres protocoles de transmission de données sans fil, tels que le Wifi, le Bluetooth ou l'infrarouge, le ZigBee[™] offre des avantages techniques spécifiques, notamment sa capacité de fonctionner en réseau de nœuds bidirectionnels.

Les caractéristiques du protocole de communication ZigBee[™] sont bien adaptées aux systèmes embarqués (Shang, Dick *et al.*, 2007). Assurément, le ZigBee[™] se distingue des autres protocoles par sa faible consommation d'énergie, ses faibles besoins en mémoire, ce qui est favorable à son implémentation. De plus, il présente une durée de vie fonctionnelle très importante qui est de l'ordre de plusieurs années et un très grand nombre de nœuds à supporter dans son réseau pouvant atteindre 65 000 unités connectées. En effet, ce protocole convient parfaitement aux applications nécessitant une faible vitesse de transfert de l'ordre de 250 kb/s.

ZigBee[™] permet la communication de petites radios en réseau à dimension personnelle

(*Wireless Personal Area Networks : WPAN*). Cette technologie a pour but d'assurer la communication sur distance courte, telle que le propose par exemple la technologie *Bluetooth*, mais en étant moins chère et plus simple. La spécification initiale de ZigBee™ propose un protocole dont le rayon d'action est relativement faible comparé au *GSM*, mais dont la fiabilité est élevée, le prix de revient est faible et la consommation est considérablement réduite.

Le protocole ZigBee™ est utilisé dans des « environnements embarqués » (e. g., cartes systèmes de surveillance, de commandes automatiques etc.) où la faible consommation est un critère de prédilection. Ainsi, la domotique avec ses nombreux capteurs qu'elle implémente, mise particulièrement sur ce protocole en plein essor et dont la configuration du réseau maillée se fait automatiquement en fonction de l'ajout ou de la suppression de nœuds. Les nœuds sont conçus pour fonctionner plusieurs mois (jusqu'à deux ans) en autonomie complète grâce à une simple pile alcaline de 1,5V.

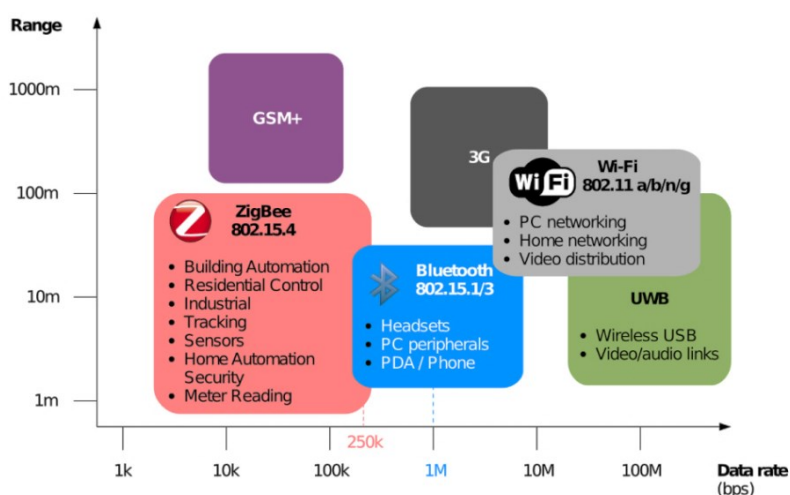


Figure 3. 16 : Comparatif des standards de transmission de données sans fil selon la portée en mètre (m) et la capacité de transfert de données en bit par seconde en méga (M)

Tableau 3. 3 : Comparaison des protocoles sans fil

Protocole	ZigBee™	Bluetooth	Wi-Fi
IEEE	802.15.4	802.15.1	802.11a/b/g/n/ac
Besoins en mémoire	4-32 Kb	250 Kb +	1 Mb +
Durée de vie	Années	Jours	Heures
Nombre de nœuds	65 000+	7	32
Vitesse de transfert	250 kb/s	1 Mb/s	11-80 Mb/s
Portée en mètres	100 m	10 m	100 m +

7. Conception de l'interface logicielle du B-percept®

Le système de gestion de mesures obtenues par B-percept® doit analyser la demande de la tâche proposée dans le processus expérimentale et la conception globale de l'interface utilisateur responsable du fonctionnement des objets du système d'analyse. Ainsi, la conception d'une

application de gestion du B-percept a reposé sur la considération de l'architecture du système et sur le choix des outils de développement de la structure de base de données, notamment la gestion des données relatives aux sujets évalués. Cette partie de notre travail est très importante dans la mesure où elle lance les jalons du processus de développement du projet B-percept[®].

7.1. Le choix de développer en Java Fx2

Java est un langage de programmation moderne développé par *Sun Microsystems* (actuellement sous *Oracle ltd*). Il ne faut pas le confondre avec JavaScript qui est un langage de scripts utilisé principalement sur les sites web. Un des plus grands avantages de Java c'est son excellente portabilité. Une fois le programme est compilé, il fonctionne automatiquement sous toutes les plateformes : Windows, Mac, Linux, etc.

Java propose aux développeurs deux versions de plateformes, la JDK (*Java Development Kit*) et la JRE (*Java Runtime Envirement*) accessibles au téléchargement gratuit via le site web d'Oracle¹. Nombreuses sortes de programmes peuvent être développées sous Java :

- des applications, sous forme de fenêtre ou de console ;
- des applets, qui sont des programmes Java incorporés à des pages web ;
- des applications pour appareils mobiles, avec J2ME ;
- et bien d'autres J2EE, JMF, J3D pour la 3D.

7.2. Analyse des besoins et intégration des modules dans l'interface Java™

La solution logicielle installée sur ordinateur (Figure 3.20) a été développée sous Java™. Son principe consiste à savoir comment introduire les instructions dans l'application, puis comment accéder à ces données par des moyens appropriés et pour des besoins différents.

L'application B-percept a été conçue en misant sur le principe d'interactivité et de simplicité dans l'utilisation. Ainsi la première impression que l'utilisateur pourrait avoir vis-à-vis à l'interface principale et ses modules suit une logique guidée jusqu'à arriver à la mise en marche de l'appareillage.

La version finale du logiciel B-percept[®] a été développée à l'aide du logiciel *IntellJ IDEA* v.2016.3.2. Elle comprend cinq modules (Figures 3.17) :

- Module 1 : Interface paramétrable pour la connexion de l'utilisateur.
- Module 2 : Gestion de la connectivité externe.
- Module 3 : Base de données pour la gestion des sujets participants.
- Module 4 : Affichage des résultats en temps réel (*Log*) qui sert aussi à contrôler l'état des

¹ <http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/downloads/index.html> (mise à jour 01/04/2018).

modules S-Board (e, g., afficher les anomalies, les erreurs de transmission, etc.)

- Module 5 : Produit et génère les statistiques des résultats des différents tests sous un « *output Microsoft Excel* ».

7.3. Module (1) : L'interface principale B-percept[®]

Pour l'histoire de la création de la première interface utilisateur graphique (*GUI* pour *Graphical User Interface*) dans le monde de l'informatique a été réalisée dans le centre de recherches de *Xerox* à Palo Alto aux USA. Elle a ensuite été adoptée et améliorée par *Apple Computers*, puis standardisée par *Microsoft* dans ses systèmes d'exploitation *Windows*.

Le principe d'une interface graphique d'utilisateur est de présenter un affichage simple, mais intuitif. C'est que cette base que nous avons conçu l'interface principale du B-percept[®]. Elle comprend deux commandes interactives, deux menus sous la forme de listes déroulantes à choix multiples, deux cases à incrémentation, quatre cases à choix conditionnel unique et deux boîtes de menu à remplir (texte ou chiffres).

Dans l'interface principale, l'utilisateur est appelé à remplir :

- *Des données d'ordre général* : le nom du test, le lieu et la date (J/M/A) ; **(a)**
- *Le type de test* : visuel, auditif ou mixte ; **(b)**
- *Des paramètres modelables à déterminer selon le protocole choisi* : la distance du signal (m), la hauteur du signal (cm) et le nombre de signaux ; **(c)**
- *Le type de gestion du signal* : par incrémentation ou par randomisation ; **(d)**
- *Le nombre de répétitions du signal* (de 1 à 100 000) ; **(e)**
- *Un log* : sous forme d'un affichage en temps réel reportant les résultats des tests envoyés par les modules périphériques S-Board ainsi que les erreurs de communication ou, éventuellement, les anomalies de communication ou de fonctionnement. **(f)**
- *Volet de gestion de la base de données des sujets participant à l'évaluation*

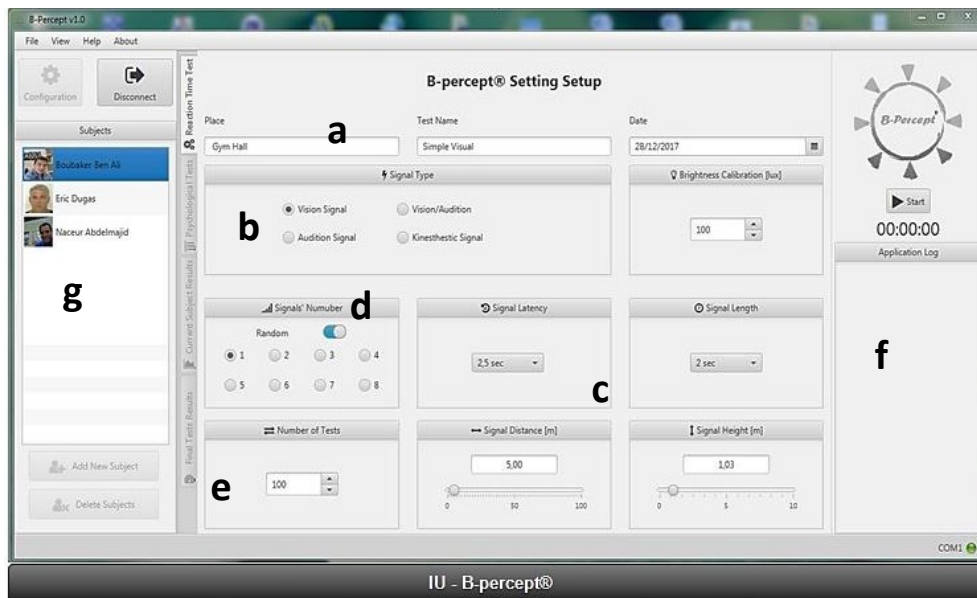


Figure 3. 17 : Illustration de l'interface utilisateur (IU) du B-percept® avec ses différentes fonctionnalités

7.4. Module (2) : L'interface de connexion (port Com)

L'interface de connexion au port de communication avec les modules externes est développée sous forme d'une requête dynamique d'envois et de réceptions entre l'application et le port de communication de l'ordinateur (dans ce cas, c'est le port USB). En effet, une fois que l'utilisateur a déterminé le choix du «Port» de raccordement (commande illustrée ci-après), l'application se met à l'écoute du port qui s'y connecte. En phase de fonctionnement, ce programme s'exécute en tant que service (sous-système Unix) afin de traiter les événements (*envoyer une requête et recevoir des données*).

```
public void run () {
    String data ;
    try {
        BperceptSerialCommunication comm = new BperceptSerialCommunication();
        SerialPort serial = comm. connect ((String) portSelect. getValue(), Integer. parseInt ((String) bitrateSelect. getValue()),
        getDataBitsParams(), getStopBitsParams(), getParityParams());
        serial. enableReceiveTimeout (1000);
    }
}
```

Une fois que les modules externes sont sous tension et qu'ils répondent aux requêtes de communication ZigBee™, l'interface les affiche en icônes vertes. Autrement, l'utilisateur est appelé à vérifier l'alimentation électrique ou, éventuellement, un problème matériel (Figure 3. 18).

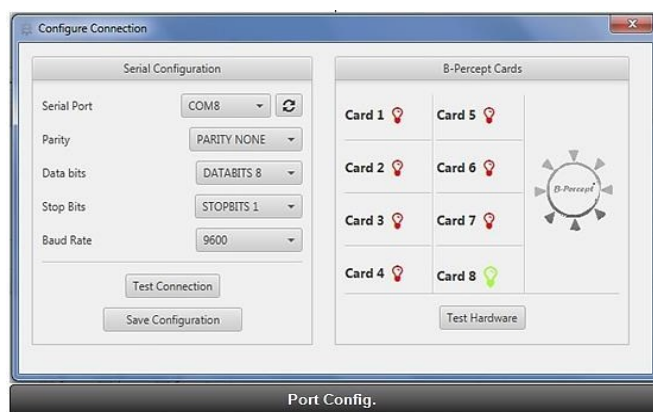


Figure 3. 18 : Interface utilisateur (IU) du B-percept[®] : configuration du port de communication et interaction avec les modules externes

7.5. Module (3) : L'interface de gestion de la base des données des sujets

Les sujets participants aux tests d'évaluation B-percept[®] sont enregistrés dans une base de données spécifique. En effet, certaines données sont requises pour cette démarche, telles que : le nom, le prénom, l'âge, la taille, le poids, la spécialité sportive et l'expérience dans la spécialité sportive. Les données enregistrées dans cette base de données sont strictement protégées (World Medical, 2001 ; Bettini, Wang *et al.*, 2005 ; Villegas, Ali *et al.*, 2008) et ne peuvent être exploitées ou affichées de façon inopinée par les utilisateurs sous aucune solution logicielle à part la plateforme B-percept[®], puisqu'elles sont sous l'extension « . bpercept » (Figure 3. 19).

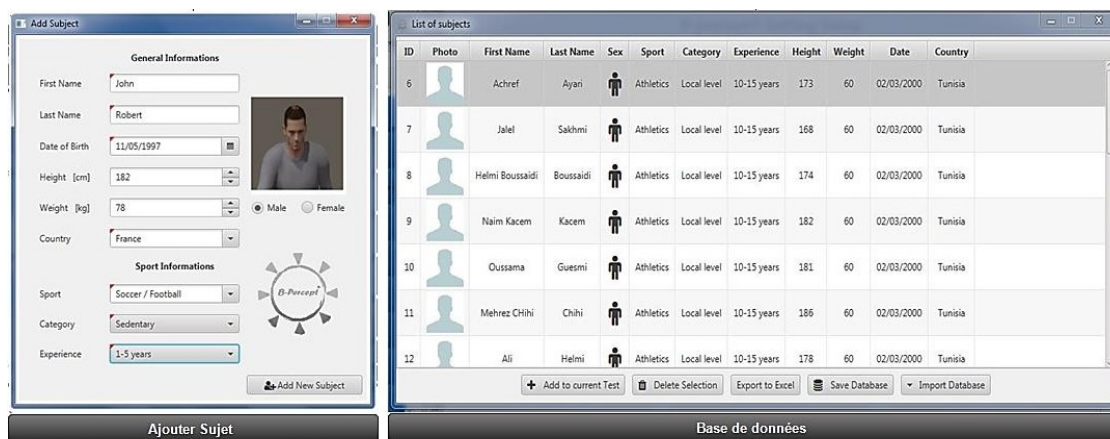


Figure 3. 19 : Interface utilisateur (IU) du B-percept[®] : interface de gestion de la base de données des sujets participant à l'expérimentation

7.6. Module (4) : L'interface de gestion des résultats

L'interface utilisateur finale du B-percept[®] est consacrée à la gestion des résultats des tests de temps de réaction ainsi que la validation des questionnaires. Les résultats sont illustrés par des graphiques et sous forme de tableau récapitulant les données statistiques essentielles : Moyenne, Écartype, Minimum, Maximum et Variance (Figure 3.20). L'interface offre aussi la possibilité d'enregistrer les résultats d'un test ou de tous les tests dans un fichier Excel (.xlsx) sous l'extension compatible avec Microsoft Office et Libre Office.

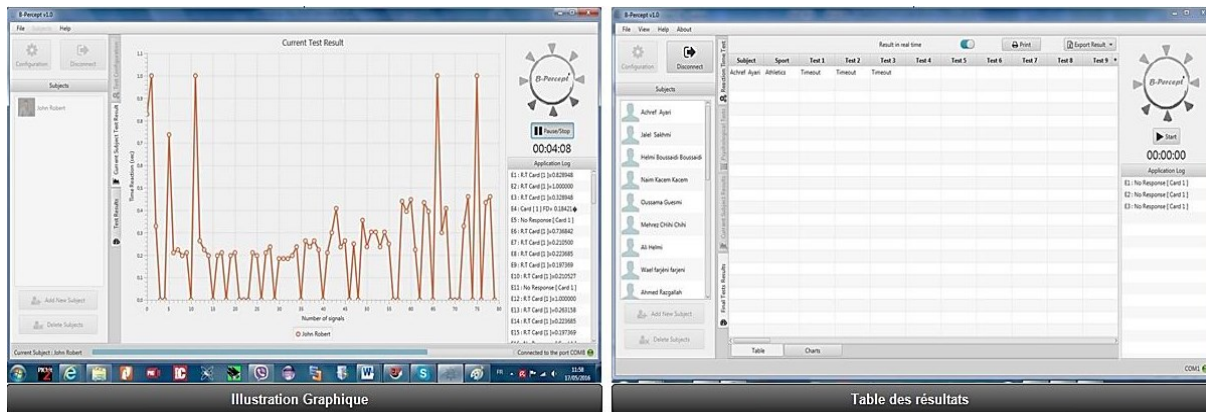


Figure 3. 20 : Illustration de l'interface utilisateur (IU) du B-percept[®] : illustration graphique et table des résultats des temps de réaction des sujets participants à l'expérimentation

8. Calibrage et validation scientifique du B-percept[®]

La validation scientifique du modèle électronique et numérique B-percept[®] a été menée en deux étapes. Ainsi, un premier temps de travail a été consacré aux travaux de calibrage et de la validation de la mesure produite par l'appareillage électronique du protocole. Cette phase de travail a fait l'objet de la première publication scientifique de la thèse (Ben Ali, Dugas *et al.*, 2017).

Dans un deuxième temps de travail, nous avons procédé à la validation de la reproductibilité des gestes et des comportements moteurs produits lors de la recherche des signaux visuels et auditifs, en comparaison avec la situation du jeu réel au jeu des Huit coins. Cette partie du travail a de même fait l'objet d'une publication scientifique (Ben Ali, Naceur *et al.*, 2017).

8.1. Calibrage du B-percept[®]

Le protocole utilisé pour la validation expérimentale du B-percept[®] fait appel, à cinq composantes clés : le C-Board, S-Board, P-Board (voir chapitre 3), un ordinateur portable (avec le plug-in Java installé) et une alimentation électrique. Le logiciel B-percept[®] a été installé sur un ordinateur portable Windows 7 Éditions (64 bit), SP1 avec les spécifications suivantes : Intel Core i5 à 2,40 GHz, 8 Go DDR3, SSD Samsung SSD850EVO500GB SATA III. Le *Timer* du B-percept[®] étant intégré au microcontrôleur Microchip-PIC 16f877a, il permettait ainsi d'avoir une

incrémentation du temps par palier de 1 Hz. Un contrôleur de fréquence externe (*quartz oscillateurs externes*) a été utilisé pour assurer le fonctionnement en une fréquence nominale de 32.768 Hz. Ainsi, le principe était de produire une impulsion par seconde (Taylor et Thompson, 2008). En effet, le temps de base du microcontrôleur pouvait être découpé en fractions de seconde telles que des millisecondes (10^{-3} s) ou des microsecondes (10^{-6} s).

8.2. La méthode de calibrage

Un signal 1 kHz est généré à partir du logiciel installé sur l'ordinateur pour alimenter le *Timer* du B-percept[®] qui devait instantanément démarrer une incrémentation. Une diode électroluminescente (LED) s'allume cent fois de suite, parallèlement aux cycles d'incrémentation. (Svilainis et Dumbrava, 2006 ; Tsui, Yan *et al.*, 2011 ; Jones, Garcia *et al.*, 2015). Un appareil photo numérique haute vitesse (*GoPro HERO4 Black - 240 images/s*) a été utilisé pour enregistrer les cent clignotements. Les vidéos ont été ensuite désentrelacées à 480 images/seconde (*ips*) par le logiciel *Open Source (VirtualDub-1.10.4 pour Windows)* (Tsui, Yan *et al.*, 2011 ; Horský et Horská, 2013). La vidéo enregistrée est visionnée image par image pour rechercher la trame selon laquelle l'état de luminescence de la LED commence à changer (Figure 3.21). La lecture de l'état de la LED a lieu immédiatement à partir de la trame précédente et est synchronisée avec le temps affiché par le logiciel B-percept[®] installé sur l'ordinateur.



Figure 3. 21 : Illustration du processus de calibrage : (A) Placement du B-percept[®] sur plan bleu en face de la camera à haute vitesse et synchronisation avec l'ordinateur distant. (B) Détramage de la vidéo pour avoir 480 *ips*. (C) Moments de changement de luminescence de la LED

La caméra à haute vitesse utilisée pour filmer la LED clignotante a été positionnée à « 3 » mètres de celle-ci et à 1 mètre du sol (Figure 3.21 a) (Metrology, 2000). En face du module C-Board qui émet un signal de LED (Ko, Yan *et al.*, 2014). La *durée du signal allumé* « T_{sig} » est de « 1 » seconde alors que *le temps de latence* T_{lat} est de « 5 » secondes (Taylor, 1966 ; Posner, Snyder *et al.*, 1980 b ; Carrasco, 2011). En effet, la durée pendant laquelle le signal restera allumé avant d'être éteint par l'utilisateur va correspondre au temps nécessaire pour ce dernier pour percevoir le signal et produire une réaction motrice.

8.3. L'incertitude due au temps de réaction humain

Pour minimiser l'effet de l'incertitude du temps dû à la variabilité du temps de réaction humain lors des tests (Graham, 2006), chaque participant sera appelé à répéter le processus de chaque mesure 100 fois de suite. C'est pour cela que lors du processus de calibrage, nous avons programmé des durées de signal « T_{sig} » de 1000 ms séparées par intervalles de latence de 5000 ms. Les données obtenues sont exprimées en moyenne (\pm) écart-type (SD) pour un intervalle de confiance à 95 %. Le traitement des résultats est fait par l'analyse de variance pour mesures répétées. Parallèlement, nous avons utilisé la correction de *Bonferroni* pour l'ajustement des comparaisons multiples. De surcroît, l'évaluation de la fiabilité absolue et relative est faite en utilisant l'erreur standard de la moyenne (*SEM*) et le coefficient de corrélation *intra-classe* (*ICC*). Le plus petit changement mesurable « *smallest worthwhile change* » (*SWC*) entre les moyennes est considéré comme : $SWC = 0.2 \times SD$ (Hopkins, 2004).

8.4. Calibrage de la mesure de la durée d'une « seconde »

La période d'intervalle entre un premier clignotement et le suivant est calculée selon l'équation (1) :

$$TR2 - TR1 = (32341 - 32100) - 1 = 240 \text{ ips} \quad (1)$$

Avec :

$$\begin{aligned} TR2 &=> \text{tram de vidéo 2} \\ TR1 &=> \text{tram de vidéo 1} \end{aligned}$$

Les vidéos enregistrées sont désentrelacées à l'aide du logiciel « *VirtualDub* » à 480ips car l'incertitude (Ko, Yan *et al.*, 2014) due à la cadence d'enregistrement vidéo a une distribution rectangulaire (Scherer, Harhoff *et al.*, 2001 ; BIPM, IFCC *et al.*, 2008), avec une demi-plage de l'intervalle de temps entre chaque deux trames successives de l'enregistrement vidéo de manière à avoir ($1/480 \text{ trm/s} = 2.1 \text{ ms}$) et il est calculé selon l'équation (2) :

$$2.1 / (2\sqrt{3}) = 0.61 \text{ ms} \quad (2)$$

La reproductibilité de mesure est évaluée comme une incertitude de « *type A* » (Tsui, Yan *et al.*, 2011) qui est déterminée à partir de la dispersion des points de données autour de la moyenne d'une série de mesures. La LED clignotante a été analysée à 480ips pendant « 595 » secondes : 100 clignotements de « 1 » seconde et « 20 » intervalles de latence de « 5 » secondes. Les résultats de ces mesures résumés dans le (Tableau 3.4), validant la régularité du B-percept[®], montrent déjà que les périodes de clignotement calculées *TI* sont stables vue que l'écartype est nulle (Figure 3.22).

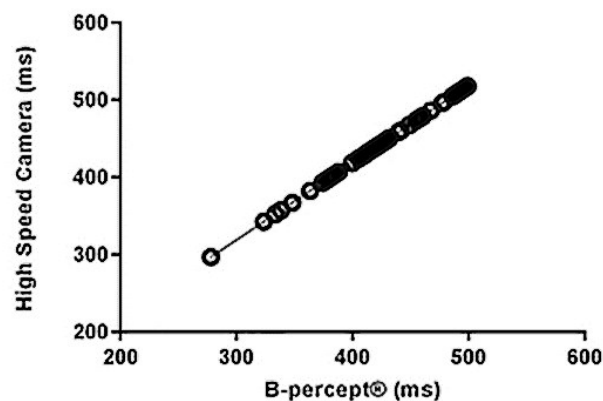


Figure 3. 22 : Illustration des graphiques *Bland et Altman* entre les comparaisons de synchronisation : Caméra vidéo haute vitesse contre B-percept®

Tableau 3. 4 : Durée du clignotement de la LED pour l'intervalle de « 1 » seconde

Temps	T_{P2}	T_{P1}	$TI = T_{P2} - T_{P1}$
Donnée 1	2,865	2,384	1.0001 s
Donnée 2	17,481	17,000	1.0001 s
Donnée 3	31,913	31,432	1.0001 s
Donnée 4	46,353	45,872	1.0001 s
Donnée 5	60,793	60,312	1.0001 s
Donnée 6	75,233	74,752	1.0001 s
Donnée 7	89,673	89,192	1.0001 s
Donnée 8	104,105	103,624	1.0001 s
Donnée 9	118,545	118,064	1.0001 s
Donnée 10	135,873	135,392	1.0001 s
Donnée 11	150,313	149,832	1.0001 s
Donnée 12	166,353	165,872	1.0001 s
Donnée 13	179,185	178,704	1.0001 s
Donnée 14	193,625	193,144	1.0001 s
Donnée 15	208,057	207,576	1.0001 s
Donnée 16	222,497	222,016	1.0001 s
Donnée 17	236,937	236,456	1.0001 s
Donnée 18	251,377	250,896	1.0001 s
Donnée 19	265,817	265,336	1.0001 s
Donnée 20	280,257	279,776	1.0001 s
Donnée 21	294,697	294,216	1.0001 s
	Moyenne		1.0001 s
	Écartype		0

Tableau 3.5 : Résultats des mesures et Incertitude-type estimée

Mesure de l'erreur	
Intervalle de temps nominal	1 s
Intervalle de temps mesuré	1.0001 s
Erreur mesurée	0.0001 s
Composantes d'incertitude	
Lecture TR2 d'une trame vidéo synchrone à la fin d'une période de clignotement de LED, μ (TR2)	0.61×10^{-4}
Lecture TR1 d'une trame vidéo synchrone à la fin d'une période de clignotement de LED, μ (TR1)	0.61×10^{-4}
Répétabilité, μ (n)	0 s
Incertitude-type totale	0.1 ms

Le processus de calibrage a fourni les preuves d'une grande précision du nouveau dispositif électronique et numérique que nous avons conçu pour mesurer les temps de réaction visuels et auditifs. La méthode de totalisation vidéo paraît, ainsi, convenir à la mesure de plusieurs LED fonctionnant à faible fréquence de clignotement. Ainsi, l'étalonnage de la fiabilité du B-percept a prouvé que la marche d'incertitude dans les mesures est inférieure à $100 \mu s$, ce qui semble correspondre aux normes de calibrage international des produits destinés à la mesure du temps dans la recherche scientifique (Graham, 2006 ; IAAF, 2010 ; Tsui, Yan *et al.*, 2011 ; Horský et Horská, 2013 ; Horsky et Horska, 2014 ; Zhenxing, Feng *et al.*, 2015 ; Lombardi, 2003). La précision de la mesure du B-percept[®] semble, donc, suffisante pour proposer une étude du temps de réaction dans le cadre de notre thèse. En effet, les échantillons de la population seront évalués en fonction de leurs domaines d'action motrice.

9. Validation du modèle par la comparaison des comportements codés dans le jeu des Huit coins avec ceux du B-percept[®]

Les résultats présentés ci-dessous illustrent la fréquence (en pourcentage) des comportements d'interaction non verbale observés chez les sujets lors du jeu réel des Huit coins et ceux reproduits par le modèle B-percept[®] et qui ont permis la répartition des catégories.

9.1. Les comportements répétitifs et comparables

L'observation des comportements d'interaction des sujets avec leur entourage, au cours du jeu des Huit coins puis au cours de la simulation B-percept[®], montre que les participants ont manifesté des mouvements, des gestes et ont adopté des positions répétitives et dont une grande partie a été observée dans les deux situations. Cette première constatation que nous avons faite, par simple observation lors du déroulement des expérimentations, nous a

encouragés à procéder à une analyse statistique comparative des enregistrements vidéo. En effet, les résultats de ces observations, présentes ci-dessous (Tableau 3.6), font apparaître six catégories de comportements distincts : les mouvements de la tête, les mouvements du tronc, la rotation de tout le corps, les mouvements des jambes, les mouvements des bras et la position statique (Figure 3.23).

Tableau 3. 6 : Fréquences moyennes des comportements codés aux Huit-coins et au B-percept[®]

Observé	Mouvements codés	Direction	Huit coins (EC)	B-percept [®] (BP)
Tête	Rotation	Droite-Gauche	31.01 %	31.21 %
Tronc	Torsion	Droite-Gauche	29.13 %	29.43 %
Corps	Rotation	Droite-Gauche	01.59 %	01.63 %
Bras	Extension	Pointer (la LED)	22.95 %	22.41 %
Jambes	Flexion/Extension	Verticale	15.04 %	15.03 %
		Sous-total	99,72 %	99,71 %
Autre	Pas de Mouvements	Statique	0.28 %	0.29 %
		Total	100 %	100 %

9.2. Les comportements non répétitifs ou spécifiques

Les sujets ont, par ailleurs, reproduit d'autres gestes que nous avons, bien observés, mais qui sont non répétitifs ou spécifiques à une ou deux personnes sans les autres. Ces gestes sont quantitativement non significatifs, ce qui empêche de les classer sous une seule et même catégorie.



Figure 3. 23 : Illustration des catégories des mouvements observés et codés dans les deux situations motrices étudiées (Jeu des Huit coins et modèle B-percept[®])

10. Analyse comparative entre les comportements d'interaction sollicités par B-percept[®] et ceux sollicités par le jeu des Huit coins

L'analyse des comportements d'interaction passe par le suivi des gestes, des positions du corps, des rotations de la tête ou du tronc, du pivotement, des signes des bras ou des flexions-extensions des jambes qui ont tous été observés et codés (Noldus, Trienes *et al.*, 2000 ; Ducharme et Arcand, 2009) dans les deux situations motrices. Le codage a permis une analyse quantitative de la reproductibilité, la fiabilité et la concordance entre l'interaction *homme-à-homme* en jeu et celle d'*homme-a-machine* au B-percept[®].

En effet, les résultats des observations présentées dans le tableau 6.1 montrent que les mouvements les plus répétés sont ceux de la *tête* et du *tronc*. La somme de leurs fréquences représente 60,64 % du total des mouvements codés au B-percept et 60,14 % du total des mouvements observés au jeu des Huit coins. De plus, 99,71 % des gestes observés, chez les pratiquants du B-percept[®] test, sont des comportements de recherche visuelle (Ritesh et Tejas, 2012 ; Ben Ali, Naceur *et al.*, 2017 ; Brooks, Seeanner *et al.*, 2017 ; Kneusel et Mozer, 2017), contre un total de 99,72 % au jeu des Huit coins.

10.1. Les mouvements faits avec la tête

Les résultats de la comparaison entre les deux situations motrices présentées au (tableau 3.7) montrent qu'au cours de leur recherche du signal lumineux, les sujets procèdent par le tournement de leurs têtes à droite et à gauche à une fréquence moyenne de 31,01 % ($\delta = 1,506$) dans le jeu des Huit coins et de 31,21 % ($\delta = 1,507$) au test B-percept[®]. Le coefficient de variation s'établit ainsi à 2,85 % et l'indice de corrélation intra-classes (ICC) (Landers, 2015) est égal à 0.93. En effet, ces résultats de comparaison assurent qu'aucune différence significative n'existe entre les mouvements faits par la tête chez les sujets observés dans les deux situations motrices étudiées.

Tableau 3. 7 : Comparaison des mouvements de la tête pour la recherche visuelle chez les sujets participant au jeu des Huit coins et au modèle de simulation B-percept[®]

BP vs HC	Moy ± Erty du Test	T-test (p)	r (95 % CI)	R ²	ICC	Bias ± 95 %	d
Tête	31.21 ± 1.507	-0.760	0.87 (0.791-0.918)	75 %	0.93	0.20 ± 0.41	0.134 ⁺⁺⁺
	31.01 ± 1.506						

(BP) B-percept[®]; (HC) Huit-coins; (r) coefficient de corrélation; (R²) coefficient de détermination; (LA) limites de concordance; (d) effet de taille; (†) faible effet (++) petit effet (+++) effet modéré (++++) grand effet.

L'illustration graphique (Bland et Altman, 1986) de l'éparpillement des résultats des mouvements de la tête par rapport à la moyenne dans les deux situations (Figure 3.24 b) par, démontre une importante concordance entre les gestes codés qui a placé la moyenne des mouvements entre +1,72 écartype et -1,31 écartype. Le graphique de Bland-Altman confirme,

ainsi, l'absence d'une différence statistiquement significative dans la manière d'utiliser la tête chez les sujets dans leur recherche d'interaction visuelle avec les signaux qui les entourent (Stanislaw et Todorov, 1999).

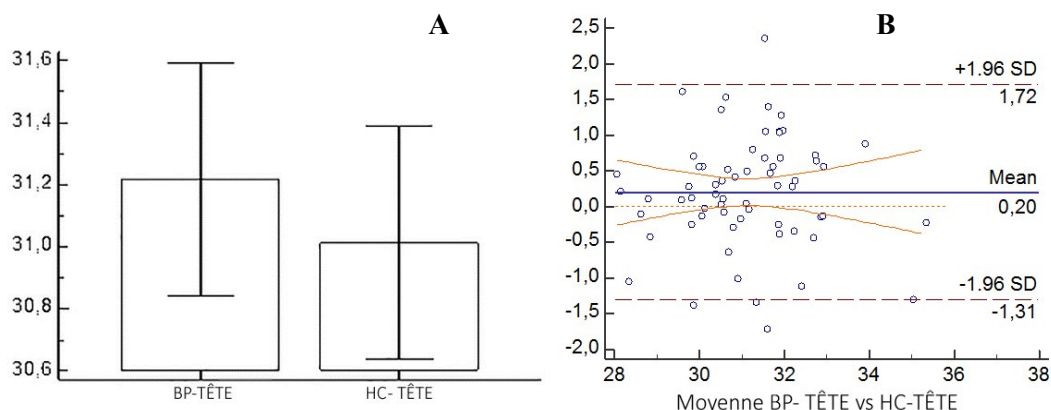


Figure 3. 24 : (A) : Illustration des fréquences moyennes de la sollicitation de la tête au cours de la recherche de signaux visuels par le sujet au B-percept® (BP) et au jeu des Huit coins (EC)
 (B) : Illustration de la limite de concordance (*limites of agreement*) entre les deux situations motrices dans la sollicitation des mêmes registres de comportements moteurs

10.2. Les mouvements faits avec le tronc

Le tableau 3.8 présente la comparaison entre les moyennes des sollicitations du tronc chez chaque sujet dans les deux situations au cours de sa recherche du signal visuel d'un signe ou d'un signal d'interaction. Ainsi, les résultats obtenus à l'issue du codage des gestes et des mouvements du tronc révèlent que les sujets sollicitent leur tronc à un pourcentage de 29,43 % ($\delta = 2,16$) parmi la totalité des gestes qu'ils effectuent au cours du protocole B-percept® contre 29,13 % ($\delta = 2,33$) aux Huit coins. En effet, le coefficient de détermination de $R^2 = 85\%$ prouve le lien hautement corrélé $r = 92$ entre les résultats de chaque sujet dans les deux situations. En effet, Les résultats de cette comparaison montrent qu'aucune différence significative n'existe entre les comportements provoqués par la situation réelle de jeu et la simulation numérique et électronique.

Tableau 3. 8 : Comparaison de l'intervention des mouvements du tronc dans la recherche visuelle chez les sujets participant au jeu des Huit coins et au modèle de simulation B-percept®

BP vs HC	Moy \pm Ecart du Test	T-test (p)	r (95 % CI)	R^2	ICC	Bias \pm 95 %	d
Tronc	29.43 \pm 2.16	-0.744	0.92 (0.871-0.950)	84 %	0.95	0.30 \pm 0.6	0.136 ⁺⁺⁺
	29.13 \pm 2.33						

(BP) B-percept®; (HC) Huit coins; (r) coefficient de corrélation; (R^2) coefficient de détermination; (LA) limites de concordance; (d) effet de taille; (*) faible effet (++) petit effet (+++) effet modéré (++++) grand effet

L'illustration des moyennes des mouvements du tronc chez les sujets (Figure 3.25 a) et l'analyse de leur concordance (Figure 3.25 b) montre que la majorité des sujets répètent pratiquement les mêmes mouvements d'accompagnement et de recherche à un biais situé entre +2,09 écartype et -1,49 écartype. Le graphique de Bland et Altman vient, ainsi, confirmer l'absence d'une différence significative dans la sollicitation du tronc chez chaque sujet dans les deux situations.

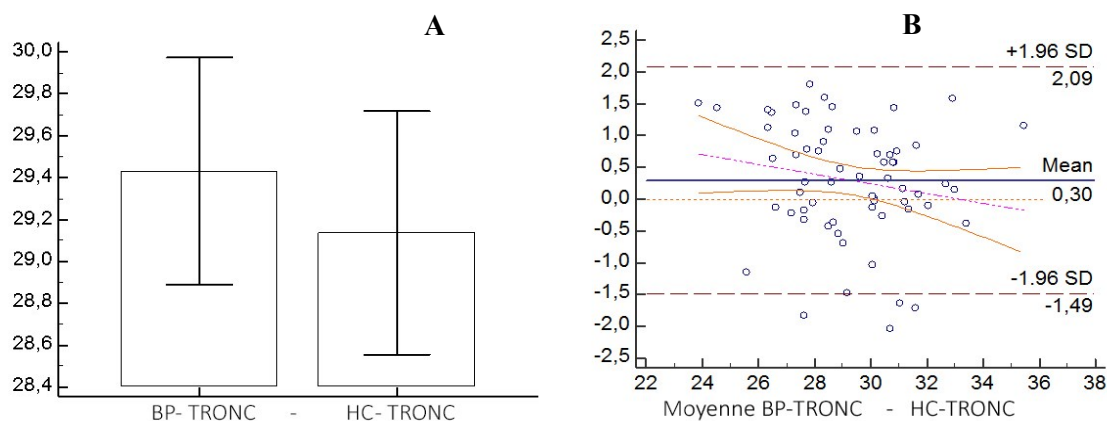


Figure 3. 25 : (A) Illustration des fréquences moyennes de la sollicitation du tronc dans la recherche de signal visuel d'interaction chez les sujets au B-percept® (BP) et au jeu des Huit coins (HC)
(B) Illustration des limites maximales et minimales de concordance entre les deux situations motrices dans la sollicitation des mêmes types de comportements moteurs

10.3. Les mouvements de tout le corps

Au cours de leur interaction avec l'environnement, les sujets avaient la possibilité de pivoter sur place en cas de besoin dans une zone à rayon de 20 cm. Ainsi, les résultats présentés au (Tableau 3.9) montrent que ce mouvement s'est reproduit à une fréquence moyenne de 1,63 % ($\delta = 0.533$) parmi la totalité des gestes codés au B-percept et 1,59 % ($\delta = 0.559$) parmi ceux codés au jeu des Huit coins. L'absence de différence entre les deux situations se confirme à travers le coefficient de détermination, de corrélation et l'indice de corrélation intra classe (ICC), illustrés ci-après et indiquant une concordance parfaite entre les gestes d'un même sujet observé dans les deux situations étudiées.

Tableau 3. 9 : Comparaison de l'intervention des mouvements de tout le corps dans la recherche visuelle de sources d'interaction chez les sujets participant au jeu des Huit coins et au modèle de simulation B-percept®

BP vs HC	Moy ± Ecart du Test	T-test (p)	r (95 % CI)	R ²	ICC	Bias ± 95 %	D
Corps	1.63 ± 0.533	-0.404	0.97 (0.748-0.996)	73 %	0.92	0.04 ± 0.08	0.073 ⁺
	1.59 ± 0.559						

(BP) B-percept®; (HC) Huit coins; (r) coefficient de corrélation; (R²) coefficient de détermination; (LA) limites de concordance; (d) effet de taille; (°) faible effet (++) petit effet (+++) effet modéré (++++) grand effet

L'illustration de la distribution des moyennes en graphique de Bland et Altman (Figure 3.26 b) montre, de son côté, que les gestes et les mouvements sont très homogènes entre les deux

situations, puisque les limites de concordances se situent entre +0,62 écartype et -0,54 écartype. En effet, la densité des points observés est située en superposition avec la moyenne et à proximité du zéro, ce qui montre que la majorité des sujets observés n'avait pas fait usage de mouvements de pivotement pour chercher le signal et qu'ils l'ont substitué par ceux de la tête accompagnés d'une torsion du tronc.

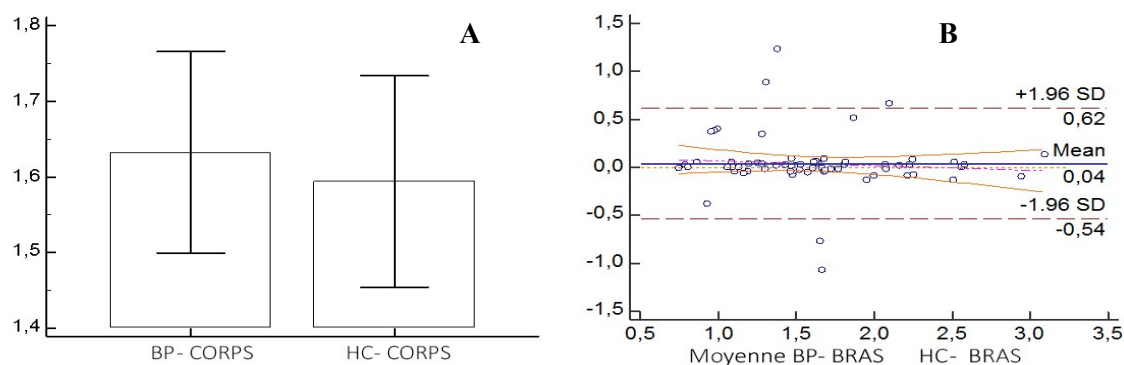


Figure 3. 26 : (A) Illustration des fréquences d'utilisation du pivotement de tout le corps sur place dans la recherche de signaux visuels d'interaction au B-percept® (BP) et au jeu des Huit coins (EC) (B) Illustration des limites maximales et minimales de concordance entre les deux situations motrices dans la sollicitation du même type de comportements observés

10.4. Les mouvements des bras

Au cours des deux situations motrices, les joueurs utilisent les bras afin d'indiquer la direction du signal détecté (et l'interrompte dans le cas du B-percept®). En effet, la fréquence de ces mouvements des bras exprime le nombre de fois où le sujet a réussi à détecter un signal ou un signe et a pris la décision d'y réagir. Les résultats présentés au (Tableau 3.10) montrent que les sujets ont sollicité leurs bras avec une fréquence de 15,03 % ($\delta = 2,49$) au B-percept contre 15.04 % ($\delta = 2.40$) au jeu des Huit coins. La différence entre les gestes dans les deux situations s'avère significative à $p = < 0.03$ (ddl = 64) et elle est traduite par un indice de détermination élevé et une corrélation très significative entre les deux situations à $r = 0,88$.

Tableau 3. 10 : Comparaison des mouvements des bras chez les sujets, pour pointer la cible ou le signal sollicitant l'attention comme objet d'interaction avec l'environnement entre le jeu des Huit coins et le modèle de simulation B-percept®

BP vs HC	Moy ± Ecart du Test	T-test (p)	r (95 % CI)	R^2	ICC	Bias ± 95 %	D
Bras	15.03 ± 2.49	0.037	0.88 (0.807-0.924)	77 %	0.94	0.00 ± 0.0	0.006 ⁺
	15.04 ± 2.40						

(BP) B-percept®; (HC) Huit coins; (r) coefficient de corrélation; (R^2) coefficient de détermination; (LA) limites de concordance; (d) effet de taille; (°) faible effet (++) petit effet (+++) effet modéré (++++) grand effet

Selon l'analyse de la comparaison des moyennes (Figure 3.27a), nous notons que la différence dans les sollicitations du bras pour indiquer les cibles qui ont attiré l'attention du joueur des Huit coins dépasse légèrement celle du B-percept®. Analogiquement, l'illustration graphique

de Bland et Altman (Figure 3.27, b) montre un éparpillement important des résultats au travers des limites supérieures et des limites inférieures de concordances. Ainsi, le graphique décrit la différence entre les sujets dans leur manière de réagir et de décider. En effet, certains parmi eux avaient des mouvements plus fréquents en essayant d'anticiper les signaux alors que les autres n'agissaient pas aussi souvent et paraissaient plutôt réfléchir. Cette différence nous a été éclaircie à travers nos discussions avec les sujets après la passation de tests.

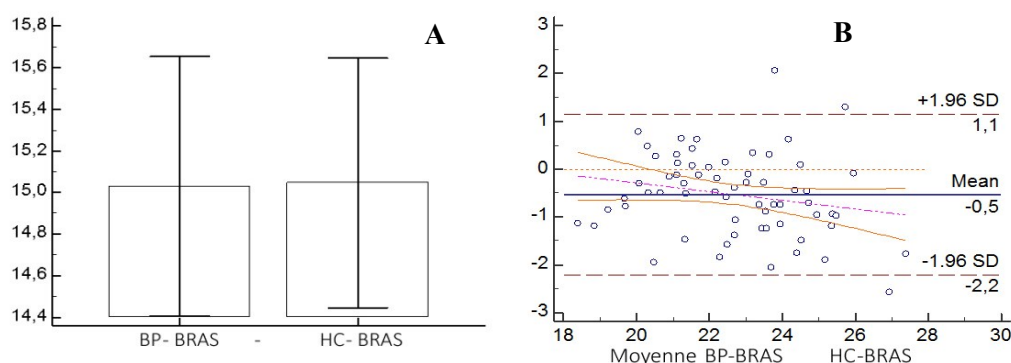


Figure 3.27 : (A) Illustration des moyennes de l'utilisation des bras pour pointer la direction du signal d'interaction avec l'environnement produit pour le B-percept® (BP) et au cours du jeu des Huit coins (EC) (B) Illustration des limites de concordance entre les deux situations motrices dans la sollicitation du bras pour pointer les cibles

10.5. Les mouvements des jambes

Ajoutés aux mouvements de la tête et ceux du tronc, les mouvements faits avec les jambes donneront un total de 83,05 % de la somme totale des comportements observés et codés au modèle B-percept, et un total de 83,09 % des comportements codés aux Huit coins. Les résultats présentés au (Tableau 3.11) montrent, qu'au cours de la recherche du signal lumineux, les sujets ont fait des mouvements de flexion-extension à une fréquence moyenne de 22,41 % ($\delta = 1,96$) dans le jeu des Huit coins contre une moyenne de 22,95 % ($\delta = 2,13$) au B-percept. Le coefficient de détermination et le coefficient de corrélation indiquent un lien très significatif entre les comportements observés dans les deux situations (Figure 3.28).

Tableau 3.11 : Comparaison des mouvements des bras chez les sujets, pour pointer la cible ou le signal sollicitant comme objet d'interaction avec l'environnement entre le jeu des Huit coins et le modèle de simulation B-percept®

BP vs HC	Moy ± Ecart du Test	T-test (p)	r (95 % CI)	R ²	ICC	Bias ± 95 %	d
Jambes	22.41 ± 1.96	1.473	0.92 (0.864-0.948)	84 %	0.94	0.50 ± 1.1	0.272 ⁺⁺⁺
	22.95 ± 2.13						

(BP) B-percept®; (HC) Huit coins; (r) coefficient de corrélation; (R²) coefficient de détermination; (LA) limites de concordance; (d) effet de taille; (°) faible effet (°°) petit effet (°°°) effet modéré (°°°°) grand effet

La valeur élevée de l'indice de corrélation intra-classes (ICC) est égale à 0,94 et l'indice de détermination est égale à 84 % permettent font qu'on pourrait, sans risque d'erreur majeur, de prédire statistiquement les comportements dans une situation à travers ceux qui sont observés dans l'autre situation.

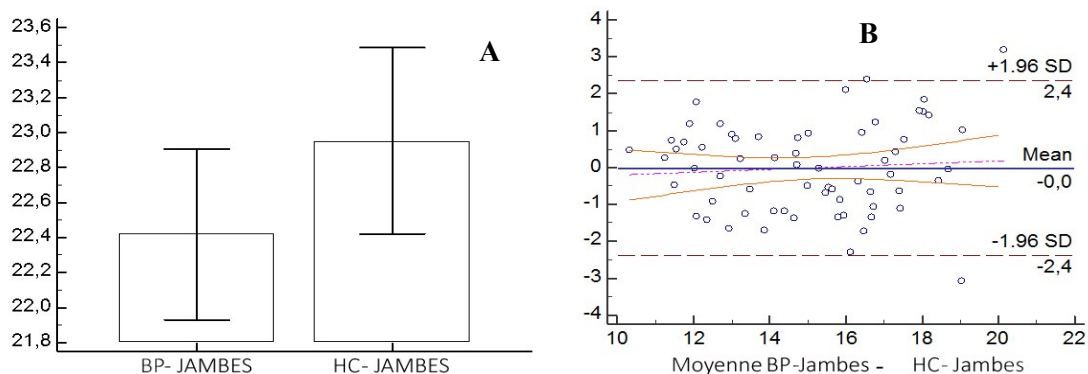


Figure 3. 28 : (A) Illustration des fréquences moyennes de la sollicitation de la tête dans la recherche de signal visuel chez les sujets au B-percept® (BP) et au jeu des Huit coins (EC)
(B) Illustration de la limite d'agrément entre les deux situations motrices dans la sollicitation des mêmes types de comportements moteurs

10.6. Les positions statiques

Être en position debout et en situation figée vers une direction pendant un petit moment, représentait pour notre observation une situation *statique*. Les positions ainsi observées sont classées en une même catégorie. Cette position représente, pour la décision, un moment d'attente, de réflexion d'inattention ou même de fatigue.

L'analyse des résultats observés de la position statique présentés au Tableau 3.12 montre que les sujets n'ont pas fréquemment adopté cette attitude. Ainsi, elle représente uniquement 0.27 % ($\delta = 0.284$) au B-percept, contre 0.25 % ($\delta = 0.278$) au jeu des Huit coins.

Tableau 3. 12 : Comparaison des mouvements des moments de position statique adoptés par les sujets entre le jeu des Huit coins et le modèle de simulation B-percept®

BP vs HC	Moy ± Ecrt du Test	T-test (<i>p</i>)	<i>r</i> (95 % CI)	R ²	ICC	Bias ± 95 %	<i>D</i>
Statique	0.27 ± 0.284 0.25 ± 0.278	-0.268	0.97 (0.951-0.982)	94 %	0.98	0.01 ± 0.03	0.486 ⁺⁺⁺⁺

(BP) B-percept®; (HC) Huit coins; (*r*) coefficient de corrélation; (*R*²) coefficient de détermination; (*LA*) limites de concordance; (*d*) effet de taille; (†) faible effet (++) petit effet (++) effet modéré (++++) grand effet

La valeur faible de pourcentage des moments statiques dans les deux situations traduit l'engagement des sujets dans la recherche visuelle du signal d'interaction avec l'environnement. Ainsi, la superposition des moyennes à un biais situé entre +0,15 et -0,12 appuie l'indice de corrélation intra classe $ICC = 98$ et celui de la détermination $R^2 = 0,97$.

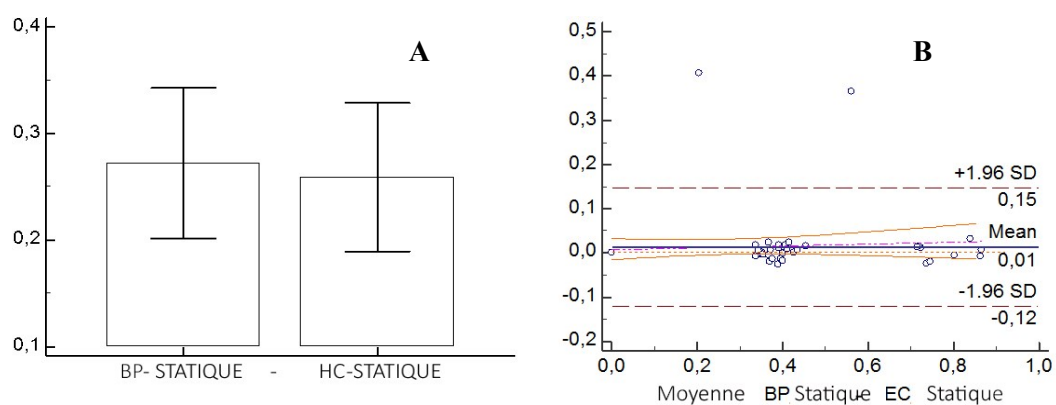


Figure 3.29 : **(A)** Illustration des fréquences moyennes de la sollicitation de la tête dans la recherche de signal visuel chez les sujets au B-percept® (BP) et au jeu des Huit coins (EC). **(B)** Illustration de la limite d'agrément entre les deux situations motrices dans la sollicitation des mêmes types de comportements moteurs

11. Conclusions du chapitre

Au cours du présent chapitre, nous avons tracé la chronologie de la conception du protocole B-percept[®]. Ainsi, nous avons procédé comme suit :

- Déterminer les besoins et les enjeux de notre engagement dans ce travail technique et technologique d'envergure en termes de temps et de coût.
- Délimiter les objectifs et le contexte de notre intervention.
- Élaborer, évaluer, développer puis valider les différentes solutions électroniques et numériques mises en place comme outils d'investigation.

La validation technique et scientifique du protocole B-percept[®] a été menée en deux étapes :

- Une première étape a consisté à faire valider les mesures obtenues par les composantes électroniques et numériques conçues, et ce, à travers un processus de calibrage qui a fait l'objet de publication scientifique dans une revue spécialisée (*IEEE*).
- Dans une deuxième étape, nous avons procédé à l'étude de la reproductibilité et de la fiabilité des comportements, des gestes et des positions adoptés par le sujet au cours des tests B-percept[®] par rapport à ceux observés dans la situation réelle de jeu des Huit coins. L'objectif étant de reproduire des comportements d'interaction *homme-machine* qui se rapprochent, le plus fidèlement possible et de façon fiable, des interactions *homme-à-homme*. Ces résultats ont également fait l'objet d'une publication scientifique.

En effet, l'intégration de ce chapitre dans notre travail est importante pour deux raisons :

- Poser les jalons d'un nouveau champ de recherche qui se veut pluridisciplinaire et qui intègre et enrichit la méta-analyse des domaines d'action en remplaçant l'évaluation de l'action et de la conduite motrice dans son vrai contexte, c'est-à-dire *in vivo*.
- Faire une transposition d'un savoir et d'un savoir-faire, jusqu'ici, limitée à des domaines tels que l'ingénierie, ce qui ouvrira une brèche pour de futures recherches.

Les chapitres suivants entament la deuxième partie de la thèse qui expose la mise en pratique du B-percept[®] dans les différentes démarches empiriques qui ont abouti à l'obtention des résultats des travaux empiriques. La méthodologie de la thèse est présentée dans le chapitre suivant.

C. 4

Approche & dispositifs de la recherche

« Pas de vérité sans erreur rectifiée ».

Gaston Bachelard (1938)

INTRODUCTION

Ce chapitre présente, dans une première partie, la problématique de la thèse suivie des questions de la recherche et les hypothèses spécifiques. Ensuite, à travers une seconde partie, il éclaire les raisons du choix des domaines d'action motrice étudiés.

Une troisième partie est consacrée à la présentation de la méthodologie d'investigation dans sa globalité (et qui sera rappelée de façon plus spécifique au niveau des chapitres présentant les résultats empiriques), suivie du plan expérimental selon lequel le travail empirique s'est déroulé. Pour rappel, ce travail de recherche vise à élaborer une approche d'analyse des effets de la pratique motrice dans trois domaines d'action motrice (\emptyset), (A) et (PA).

1. Position du problème et formulation des questions de la recherche

La pédagogie des conduites motrices en Éducation Physique et Sportive (EPS) et dans le domaine des Activités Physiques, Sportives (APS), puise ses contenus dans le champ des pratiques sociales de référence, telles que : les jeux sportifs traditionnels, les pratiques sociales de loisirs et le Sport. En effet, l’ancrage du sport au sein de l’Éducation Physique n’est plus à démontrer. « *Néanmoins, cette légitimation socioculturelle [accordée par les institutions à cette pratique motrice en particulier] ne doit pas pour autant rejeter dans l’ombre les autres catégories d’activités physiques [les jeux sportifs traditionnels], qui peuvent également tenir un rôle éducatif intéressant en fonction des objectifs pédagogiques visés* » (Dugas, 2004, p. 5).

1.1. Problématisation

À l’école, les pédagogues composent, le plus souvent, les pratiques ludomotrices qu’ils proposent, en changeant certaines variables d’un sport (variables spatiales, temporelles, corporelles, relationnelles ou celles qui sont liées aux systèmes de scores) (Dugas, 2011 *b*). Les conséquences de ces apprêts didactiques conduisent, certaines fois, à une désynchronisation des savoirs et savoir-faire dans des contextes autres que ceux de leurs élaborations. Ce qui mettrait en question, éventuellement, les effets des sports « *transformés* » ou « *déformés* » selon l’expression de Dugas (2011 *b*, p. 140) sur le développement de la conduite motrice des pratiquants, au moment où la pratique d’autres formes sociales d’activités physiques — par exemple les jeux traditionnels (de patrimoine) — pourrait se révéler plus accessible que le sport selon l’âge et les possibilités du pratiquant.

En effet, cette idée a été défendue par les praxéologues depuis une cinquantaine d’années (Parlebas, 1967, 1974, 1991 ; Dugas, 2011 *b*) puisqu’ils considèrent que la place accordée à telle ou telle activité ludomotrice pourrait ne pas reposer sur une évidence scientifique qui mettrait en avant l’administration de la preuve ou du syllogisme, mais plutôt, des affirmations infondées privilégiant ou désavouant certaines activités à cause d’un système de valeurs ou de préférences, généralement inavoués (Parlebas, 1999). Effectivement, les résultats des constats issus de l’étude des domaines d’action motrice sollicités dans l’élaboration du contenu de l’enseignement de l’EPS (Dugas, 2004 ; Parlebas et Dugas, 2005), ajoutés aux études et aux travaux scientifiques récents, traitant la didactique des Activités Physiques et Sportives¹ (Amade-Escot, 1996 ; Léziart, 1997 ; Perrenoud, 1998 ; Carnus, 2003, 2009 ; Heuser, Carnus et

¹ En Tunisie, par exemple, cinq thèses en didactique des Activités Physiques et Sportives (APS), parmi celles qui ont été effectuées par préparées par des chercheurs universitaires tunisiens entre 2011 et 2015, avaient pour objet d’étude *l’Appui Tendu Renversé (ATR)* » en Gymnastique.

al., 2014) reflètent une nette subjugation du sport comme jalon « incontournable »¹ dans le choix des contenus d'enseignement chez les pédagogues. Cela réduit, à notre sens — que nous partageons d'ailleurs avec les praxéologues (Parlebas, 1967 ; Parlebas et Schmitt, 1975) — les perspectives de certains continuums d'action motrice qui pourraient être plus riches. Les conséquences dues à de tels choix mèneraient à restreindre les possibilités offertes à l'individu pour apprendre à s'adapter aux imprévus moteurs, à l'ambivalence due au comportement d'autrui et à l'environnement.

En somme, la pratique du sport de façon régulière mènerait à des changements systématiques, mais non dichotomiques², dans la conduite motrice par l'effet de la répétition dans un même algorithme moteur. Ces modifications relatives au phénomène d'apprentissage pourraient se manifester, non seulement sous la forme d'une variation purement quantitative (Arsac, 1989 ; Delignières, Teulier *et al.*, 2009) telle que : l'accroissement de la vitesse, la réduction de l'effort fourni, etc., mais aussi, sous la forme de variations qualitatives, tel que l'acquisition d'une représentation interne de l'action ou d'une notion (connaissance) (Alquié, 1939), voire, l'instauration d'une habileté (Weinberg, Yukelson *et al.*, 1980 ; Pradet et Hubiche, 1986 ; Arripe-Longueville, Fournier *et al.*, 1998). Toutefois, les limites imposées par la logique interne de chaque pratique sportive pourraient brider de façon indirecte la capacité de prélever des informations dans l'environnement (matériel et humain) ainsi que l'aptitude de préaction et prise de décision motrices

1.2. Questionnement

Le cadre de notre réflexion s'inscrit autour d'une même problématique fondamentale, évoquant, aussi bien, les contenus proposés à l'enseignement scolaire que ceux de l'entraînement sportif. Ainsi, les questions qui se rapportent au développement de la conduite motrice et à sa désambiguïsation seraient traitées à travers une analyse profonde des éventuels effets de l'expérience acquise à travers l'algorithme moteur de chaque domaine d'action motrice sur : le temps de réponse motrice, la prise de décision et la capacité d'anticipation du pratiquant. La problématique de ce travail de thèse pourrait, ainsi, être traitée en partant des quatre interrogations suivantes :

- Quelles seraient les possibilités et la pertinence de la modélisation d'une situation ludique paradoxale (le cas du jeu des Quatre coins) en un protocole quasi expérimental par le biais

¹ Excepté pour les praxéologues.

² Test dichotomique : test auquel nous ne pouvons répondre que par « oui » ou par « non ».

de moyens de simulation électronique et numérique? Quelles seraient les limites du modèle ?

- Comparés au même modèle de référence de simulation électronique et numérique, quelles seraient les effets des différences intradomaine et interdomaines d'action motrice (\emptyset), (A) et (PA) concernant :

c. Le temps de réponse motrice aux stimuli visuels ou auditifs simples ?

d. Le temps de réponse motrice aux stimuli visuels ou mixtes (visuels et auditifs) complexes ?

- Quel(s) serait (aient) le(s) rapport(s) entre les effets de la pratique dans chaque domaine d'action motrice étudié et le sentiment d'auto-efficacité personnelle du pratiquant, ainsi que sa capacité de prédiction des scores ?
- Quel(s) serait (aient) le(s) rapport(s) entre les effets de la pratique dans chaque domaine d'action motrice étudié et l'estime de soi dans le domaine corporel ?

L'objectif de notre travail étant loin de se limiter à une démarche de classification des pratiques motrices selon leur valeur ajoutée sur les aptitudes motrices, seules, ou en lien avec l'efficacité dans la prise de décision. En effet, nous visons comme initiative, de poser les jalons méthodologiques d'une méta-analyse des domaines d'action motrice intégrant, entre autres, la modélisation électronique et numérique, afin d'aider l'observateur-examineur-formateur à découvrir des liaisons et des régularités face à l'extraordinaire enchevêtrement de la réalité de la conduite motrice de l'homme. Le système B-percept[®] permettra, en outre, de transformer les formes d'évaluation, jusque-là faites *in vitro* en situation d'études et de prise de mesures *in vivo*. Nous tenons, ainsi, à aider les pédagogues et les chercheurs à suivre les sentiers battus dans l'usage des technologies électroniques et numériques de pointe dans le choix, l'analyse, le traitement et la mise en œuvre des contenus pédagogiques et didactiques.

2. Choix des variables

Les variables soumises à l'étude dans notre travail sont réparties comme suit (Figure 4.1)

2.1. Variable dépendante

Notre recherche soumet à l'examen la conduite motrice des sujets face aux aléas des conditions quasi expérimentales que nous proposons. Cette conduite se reflète à travers les prises de décisions motrices évaluées sous différents niveaux d'investigation : domaine d'action motrice, algorithme moteur et *habitus moteur* (Dugas et Collard, 2009).

2.2. Variables indépendantes

Comme leur nom l'indique, ces variables sont celles que l'expérimentateur pourrait prendre en considération ou non afin de mener à bien la validation de ses hypothèses. Ces variables sont celles que nous avons prises en considération afin de déceler et comprendre les différences entre les conduites des pratiquants sportifs entre eux ou face aux non-sportifs vis-à-vis des sollicitations sensorielles environnantes tout en prenant en compte leur particularité, des fois singulières sous l'angle de leur sentiment d'auto-efficacité et d'estime de soi.

2.3. Variables neutralisées

Décrites par Mucchielli (1993) comme variables «*parasites*», ces variables font partie des variables indépendantes que l'expérimentateur pourrait neutraliser en standardisant leurs effets directs sur la variable étudiée (dépendante). Ainsi, les effets éventuels des variables neutralisées sont explicitement annulés ou compensés par des dispositions méthodologiques volontaires appliquées avant le début des expérimentations. Formellement, les variables dont nous avons neutralisé l'effet au cours de cette étude et qui sont liées aux spécificités des sujets sont : l'âge, le genre, le niveau sportif, le niveau scolaire et la variable régionale. Parallèlement, nous avons neutralisé d'autres variables telles que le niveau de sonorité et de luminosité des lieux d'expérimentations en nous limitant aux mêmes heures de passation des tests (comme nous l'expliquerons plus bas) au tableau 2.2.

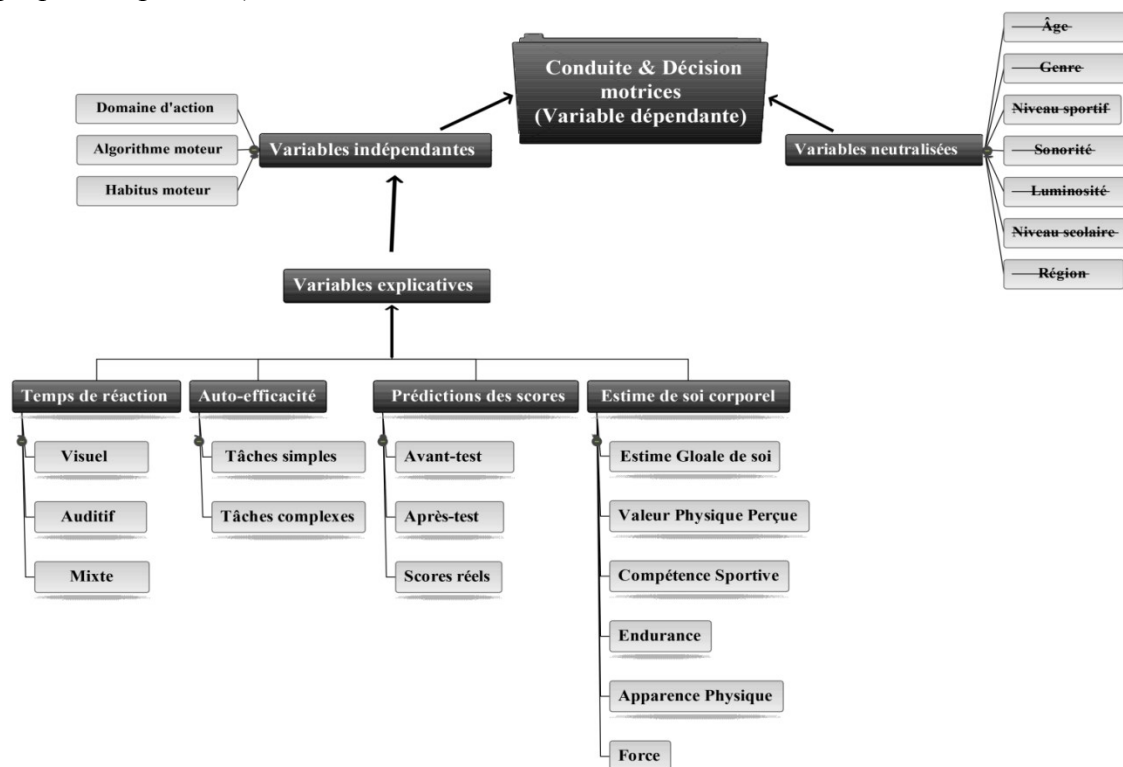


Figure 4. 1 : Illustration des variables : dépendante, indépendantes et neutralisées définies au cours de l'étude et détermination des liens vis-à-vis des variables explicatives intégrées dans le protocole B-percept®

3. Hypothèses

Notre présent travail vise à concevoir un modèle de méta-analyse des effets de la pratique motrice dans des situations ludosportives appartenant à trois domaines d'action motrice, dont un domaine de pratiques psychomotrices ($\bar{I}PA$) et deux domaines de pratiques sociomotrices ($\bar{I}PA$ et $\bar{I}P\bar{A}$), auxquels appartient la quasi-totalité des pratiques incluses dans les cursus de formation scolaires en EPS. Les études expérimentales qui seront menées tout au long de ce travail auront donc pour tâche d'étudier la validité des hypothèses suivantes :

3.1. Hypothèse préalable : L'outil B-percept[®]

Cette hypothèse, qui peut paraître lors d'une première lecture en inadéquation diachronique et synchronique par rapport aux démarches classiques de l'élaboration de la méthodologie d'une thèse, illustre en partie la grande difficulté que nous avons affrontée de façon opératoire dans l'inclusion de la conception et de la validation de l'outil d'investigation (B-percept[®]) au cours même de l'élaboration de cette thèse. En effet, cette démarche singulière nous a amenés à valider notre première hypothèse, qui concerne la validation du modèle électronique et numérique depuis sa conception présentée au travers du deuxième et du troisième chapitre du présent travail.

Le jeu paradoxal, tel que le jeu des Quatre coins, représente un moment d'activité ludique libre où les limites couramment établies par les règles deviennent subitement franchissables au gré du pratiquant. Cette « porosité » favorisée par une « logique ambivalente » projette les interactions sociales dans un champ non linéaire d'improvisations et de changements de rôles et de sous-rôles. La logique interne du jeu suit, alors, l'évolution de la courbe des coalitions qui se créent et se dissolvent par moments d'affinités ou de rejets. Ainsi, la modélisation du jeu paradoxal, à travers l'algorithme de randomisation infinie proposé comme étant un environnement de basse et de haut sémiotricité par le biais du système B-percept[®], permet de simuler, de manière fiable, l'ambivalence des comportements des joueurs (observée dans le jeu réel). De surcroît, ce système mesure les temps de réaction simples et complexes avec une précision de 1×10^{-4} seconde.

3.2. Hypothèse spécifique (1)

En présence de stimuli simples, les pratiquants du domaine psychomoteur (\emptyset) auront un meilleur temps de réaction (seront plus rapides) que les sportifs des domaines sociomoteurs [(A) et (PA)]. Ainsi, les pratiquants de l'Athlétisme réagiront plus vite en présence d'un signal auditif simple, puisque la nature de la tâche qu'ils pratiquent (départ à coup de pistolet, claquoir ou au sifflet) leur permet d'acquérir des adaptations sensorielles à ce type de signaux. Les pratiquants du

domaine psychomoteur (\emptyset) auront, également, de meilleurs résultats lors de la prédiction de leurs scores de réponses correctes.

3.3. Hypothèse spécifique (2)

Comparés par le biais du B-percept[®], les pratiquants d'activités sociomotrices appartenant aux domaines (A) et (PA) réagiront plus rapidement aux signaux visuels complexes (TRVC) et aux signaux mixtes (TRMX) que les pratiquants d'activités psychomotrices (domaine \emptyset). De surcroît, les pratiquants des domaines sociomoteurs, habitués aux conditions de haute sémiotricité, auront de meilleurs résultats dans l'épreuve de prédictions des scores lors des tests visuels complexe (TRVC) et mixte (TRMX).

3.4. Hypothèse spécifique (3)

Les sportifs pratiquant une activité de coopération et/ou d'opposition [(PA) et (A)] sont souvent soumis à des sollicitations d'interactions les amenant à juger leurs comportements mutuellement ou à s'auto-évaluer. Cette aptitude sera révélée, notamment, à travers le test d'auto-efficacité. Ainsi, les sportifs des domaines (A) et (PA) pratiquant des Sports de combat, le Football, le Handball et le Basket-ball auront une meilleure corrélation entre leur niveau d'auto-efficacité dans la résolution des problèmes complexes et leurs scores réels aux tests TRVC et TRMX du B-percept[®], que les sportifs pratiquant un sport psychomoteur (Athlétisme). Toutefois, ces derniers auront un meilleur niveau d'auto-efficacité face aux problèmes simples, se traduisant à travers une prédiction de leurs scores dans les tâches motrices simples.

3.5. Hypothèse spécifique (4)

La pratique sportive dans les trois domaines d'action motrice étudiés développe l'estime globale de soi (EG). Toutefois, les sollicitations provoquées par les différentes interactions contre les adversaires et avec les partenaires dans des milieux à haute sémiotricité mettra en valeur la dimension de la valeur physique perçue (VPP) et de l'apparence physique (A) chez les pratiquants des domaines d'action motrice (A) et (PA). Par ailleurs, la pratique d'une activité psychomotrice (\emptyset) développera la dimension de l'Estime Globale de soi (EG), de la Force (F) et de l'Endurance (E).

4. Méthodes et procédures

Les méthodes expérimentales scientifiques consistent à étudier les phénomènes en essayant de tester la validité des hypothèses émises. Or, « *quel que soit le phénomène considéré, il y a*

toujours un nombre extrêmement considérable de circonstances qui sont sans effet mesurable sur lui » (Ostwald, 1912, p. 10)¹. Ainsi, en reproduisant un phénomène et en faisant varier les paramètres, l'expérimentateur confirme ou infirme ses hypothèses. Par ailleurs, la prise en compte de tout élément quantifiable ne peut empêcher, même dans le cas des sciences dites « exactes » — telles que la physique — de faire des approximations qui mettent à jour les caractères essentiels de certains phénomènes que des détails insignifiants masqueraient. C'est ainsi que chaque caractéristique affectée à l'échantillon de notre étude a été déterminée et gérée dans le cadre d'une base de données numérique, mais dans le respect des normes scientifiques protégeant l'anonymat de chaque participant (World Medical, 2001).

Pour circonscrire le cadre de notre requête, les investigations que nous menons devront porter sur les éventuelles adaptations cognitives du temps de réponse motrice en présence de stimuli sensoriels simples (TRS) et complexes (TRC) auxquels le pratiquant serait soumis selon les critères de la logique interne de la situation motrice. De façon complémentaire, et en partant du fait que « *ce n'est pas [uniquement] le mouvement qui est central, mais la personne qui se meut, la personne agissante, ses décisions motrices, ses élans affectifs, son goût du risque, ses stratégies corporelles, son décodage sémiotique* » (Parlebas, 1999, p. 125), le questionnaire portera, également, sur le prorata des adaptations dues à l'algorithme moteur du domaine d'action motrice sur le sentiment d'auto-efficacité personnelle (SEP) du pratiquant (Bandura, 1986 ; Bandura et Wood, 1989 ; Bandura, 2006). En effet, les composantes étudiées concernent le niveau des attentes des sujets face aux situations motrices complexes, soit le niveau d'habiletés qu'ils estiment pouvoir atteindre lors du test considéré, et la force du SEP ; à savoir le degré de conviction qu'ils ont de pouvoir accéder à la performance pronostiquée.

Le questionnaire (*PSPP*) traitera, également, les retentissements du domaine d'action sur l'estime de soi corporel (Fox et Corbin, 1989 ; Ninot, Delignières *et al.*, 2000), afin de décrypter les effets potentiels de la pratique sur l'estime de soi globale et son lien avec la prise de décision motrice

5. Protocole expérimental

Afin d'étudier la validité de nos hypothèses, une première partie du travail a été avancée dès le troisième chapitre de la section théorique, au cours de laquelle nous avons décrit les étapes de la conception, du développement et de la validation scientifique du protocole B-percept[®].

Dans la deuxième partie, que nous exposons ici, nous décrivons les spécificités de la population de notre étude et nous expliquons la démarche de mise en pratique du protocole expérimental, qui comprend notamment les tests suivants :

¹ Cité par Bachelard (1938, p. 251).

- Les tests B-percept[®] de mesure de temps de réaction simples et complexes. Ce protocole permettra de proposer des stimuli visuels, auditifs ou mixtes, simples et complexes afin de mesurer les temps de réponses motrices chez chaque individu évalué.
- Le questionnaire B-percept[®] de prédictions de scores : permettant d'évaluer les prédictions de scores de chaque sujet, avant et après le test, afin de les comparer aux résultats réels de leurs réponses correctes obtenues.
- Le questionnaire B-percept[®] d'auto-efficacité personnelle : comprenant une échelle de mesure de l'auto-efficacité personnelle face à la résolution de problèmes. Cette échelle est celle de Bandura (2006, p. 324).
- Le questionnaire B-percept[®] d'inventaire d'estime de soi : Il permettra d'établir l'inventaire d'estime de soi d'un point de vue corporel (*PSPP*) en référence aux travaux de Fox et Corbin (1989) ; Ninot, Delignières *et al.* (2000).

5.1. Population d'étude

Notre travail de thèse est mené auprès d'une population de pratiquants sportifs réguliers à travers lesquels nous essayons de déterminer l'effet de la logique interne de leurs domaines de pratique motrice respectifs sur leurs conduites et leurs prises de décisions motrices.

5.2. Choix des domaines d'action motrice à étudier

Afin de mieux circonscrire les différents paramètres caractérisant la population d'étude, nous avons procédé par le choix de trois domaines parmi les huit présents dans la classification des jeux et des sports, présentée dans les travaux de Parlebas (1999). Chaque domaine choisi comprend des activités motrices, que nous désignons tout au long de notre travail par le concept d'*algorithme moteur*¹ (par exemple : le Football et le Handball seront traités comme deux algorithmes appartenant au même domaine). Par ailleurs, nous traiterons la tâche spécifique de chaque sportif (ou le poste de jeu) comme *habitus moteur* (Dugas et Collard, 2009).

5.2.1. Domaine d'action psychomotrice $\overline{IP\bar{A}}$ désigné (\emptyset)

Dans les situations psychomotrices (\emptyset) où l'incertitude tend à disparaître et l'espace est figé, l'interaction avec autrui est inexistante. Ainsi, les attentes informationnelles du pratiquant sont quasi nulles puisque la stabilité offerte par le milieu rend le comportement du sujet répétitif et

¹ ALGORITHME MOTEUR : « Schéma d'organisation d'une action motrice qui se traduit par une succession ordonnées et automatisée de comportements moteurs programmés, aboutissant à l'accomplissement de la tâche motrice visée » (Parlebas, 1999, p. 39).

cyclique. Cela favorise, notamment, le développement de stéréotypes moteurs¹ extraordinairement performants. L'argument de telles adaptations est qu'elles favoriseraient mieux le pratiquant pour percevoir et réagir aux stimuli de type simple. Aussi, elles pourraient le doter d'une meilleure capacité de maintien de l'attention en présence de stimuli sensoriels.

- **Domaine d'action psychomotrice en co-motricité simultanée**

Le choix comprend ici un algorithme moteur bien déterminé : celui des Courses en couloir en Athlétisme et en Natation. Toutefois, en raison de la spécificité des disciplines aquatiques, notamment par rapport à la luminosité, à l'orientation de la vision (Figure 4.2) et de l'audition qui pourraient poser davantage de difficultés logistiques dans les expérimentations et même pour la comparaison intra et interdomaines d'action, nous nous sommes limités aux Courses.

- **Domaine d'action psychomotrice avec co-motricité alternée**

Face au problème d'indisponibilité des pratiquants (de sport) rencontrés dans la population de gymnastes ainsi que le nombre réduit de spécialistes d'agrès masculins pouvant répondre aux critères du protocole expérimental, le choix dans le domaine d'action psychomotrice avec comotricité alternée s'est limité aux pratiquants de Lancers athlétiques et de Sauts.

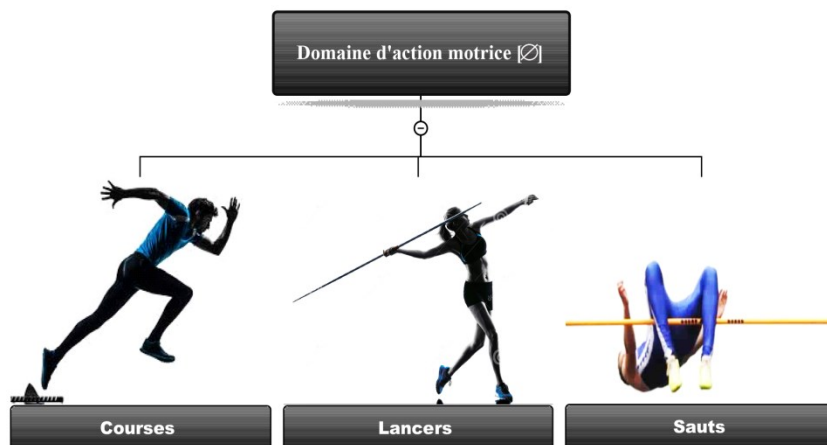


Figure 4. 2 : Illustration des trois pratiques sportives étudiées, appartenant au domaine d'action motrice (\emptyset)

5.2.2. Domaines d'action sociomotrice de coopération et d'opposition
 $\bar{\text{IPA}}$ et $\bar{\text{IPA}}$ désignés (PA) et (A)

Les situations motrices appartenant aux domaines d'action motrice $\bar{\text{IPA}}$ (présence de Partenaire et d'adversaire) et $\bar{\text{IPA}}$ (présence d'adversaire), attribuent aux pratiquants « une matrice de déchiffrement de données liées, à la logique interne de la pratique » (Parlebas, 1999, p. 377). Les espaces d'interactions motrices qu'elles offrent, entre partenaires et avec adversaires, peuvent avantager le pratiquant et lui apprendre à mieux percevoir les comportements des co-acteurs et

¹ STÉRÉOTYPE MOTEUR : « Comportement moteur appris et volontairement déclenché qui, compte tenu de sa propre régulation interne, se déroule d'un seul tenant dès qu'il a été amorcé et de façon quasi-autonome vis-à-vis de l'environnement physique et humain » (Parlebas, 1999, p. 395).

d'agir en fonction. Cela suppose, donc, que le pratiquant dans ces domaines pourrait avoir une meilleure capacité d'anticipation ou de décision motrice face aux stimuli sensoriels (visuels, auditifs ou mixtes) grâce à la complexité et à l'imprévision de l'évolution du jeu.

- **Domaines d'action sociomotrice d'opposition et coopération : $\bar{I}PA$ ou (PA)**

Dans ce domaine d'action motrice « *s'entremêlent l'interaction qui noue des partenaires et l'interaction qui dénoue des adversaires, le tout dans un espace codifié et constant* » (Parlebas, 1999, p. 53). Les stratégies collectives sont organisées autour de coalitions strictement codifiées par les règles (sport) ou simplement organisées par le consentement mutuel (jeu traditionnel). La dynamique du jeu devient, alors, une dynamique d'opposition et de contre-communication de groupes extrêmement agréable et très perfectionnée.

Le sport propose une seule logique de duel qui englobe plusieurs pratiques sociomotrices, dont nous avons considéré trois parmi celles qui sont proposées dans les textes officiels de l'EPS : le Football, le Handball et le Basket-ball.

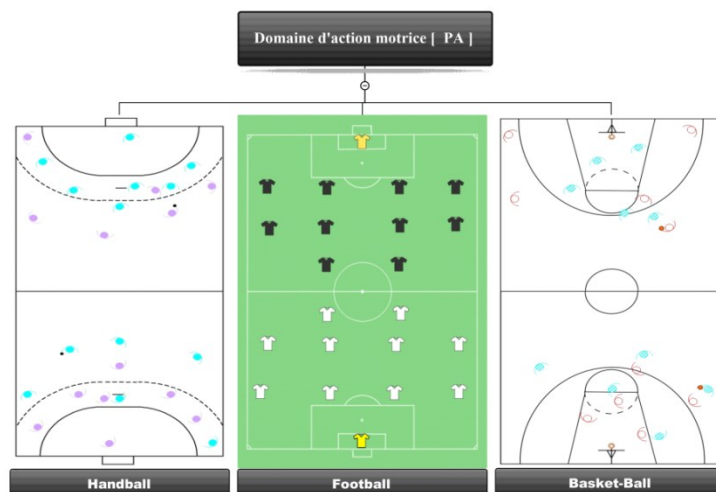


Figure 4. 3 : Illustration des trois pratiques sportives étudiées, appartenant au domaine d'action motrice (PA)

- **Domaines d'action sociomotrice d'opposition : $\bar{I}PA$ ou (A)**

Ce domaine suppose un affrontement essentiel et direct avec l'adversaire dans un monde stable et soigneusement standardisé. L'interaction est alors à base d'antagonisme, d'affrontement et de contres. Dans ce domaine, l'algorithme moteur se base sur le décodage sémiotique du comportement adverse qui, grâce à l'immobilité de l'environnement, favorise des échanges pratiques hautement élaborés (Parlebas, 1999, p. 53). Dans ce travail, les spécialités choisies sont la Boxe anglaise, la Boxe française et le Taekwondo.

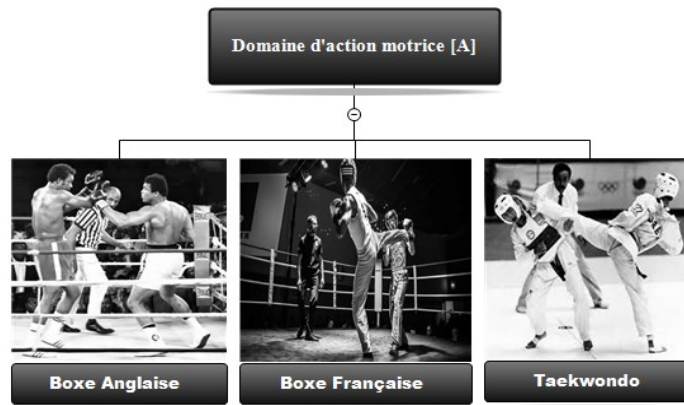


Figure 4. 4 : Illustration des trois pratiques sportives étudiées, appartenant au domaine d’action motrice (A)

5.2.3. Constitution de l’échantillon : Base de données des sujets participants

En effet, l’objectif visé par la conception de cette formule de gestion en base de données est d’avoir des informations utiles et suffisantes à propos de chaque sujet. La base de données servira à l’examineur comme à l’entraîneur - s’il s’agit de créer un protocole d’entraînement -. Le formulaire est conçu de manière à permettre au pratiquant de remplir lui-même de façon simple toutes les données demandées.

Incorporée dans le premier module de l’interface B-percept[®] (Figure 4.2), l’enquête sur la population a été conçue sous forme de formulaire numérique présentant deux types d’informations :

- Des données générales organisées en six items (identité, âge, sexe, taille, poids, origine).
- Des données spécifiques liées à la pratique sportive établie en trois items (Sport pratiqué, niveau de pratique sportive, nombre d’années de pratique dans le sport sélectionné).

The screenshot shows a software window titled 'Add Subject'. It contains two sections: 'General Informations' and 'Sport Informations'. In the 'General Informations' section, there are input fields for First Name (John), Last Name (Robert), Date of Birth (11/05/1997), Height (182 cm), Weight (78 kg), and Country (France). There are also radio buttons for Male (selected) and Female. A small portrait photo of a man is shown to the right. The 'Sport Informations' section has dropdown menus for Sport (Soccer / Football), Category (Sedentary), and Experience (1-5 years). A 'B-Percept' logo is visible on the right side of the form, and an 'Add New Subject' button is at the bottom right.

Figure 4. 5 : Interface B-percept[®] d’informations sur le sujet en test

En effet, au cours du développement du logiciel, nous avons prévu la possibilité d’intégrer cette base de données sous de multiples plateformes de gestion de données, notamment sous *Windows*, *Unix*, *Android* ou *Machintosh*.

5.2.3.1. Particularités de l'échantillon de l'étude

Le travail est effectué auprès d'un échantillon de 256 individus, dont 220 sportifs pratiquants réguliers, âgés entre 17 à 25 ans de sexe masculin - Ce choix est justifié par le manque de représentativité des filles dans certaines spécialités parmi les domaines d'action motrice étudiés, notamment la Boxe anglaise, la Boxe française, les épreuves de Sauts et de Lancers -. Ces sportifs appartiennent à des clubs du Grand Tunis¹ et à d'autres clubs se situant dans cinq villes du Sud tunisien² (Figure 4.6). Les sujets sont tous pratiquants réguliers depuis au moins cinq ans dans leur spécialité. Ils sont tous scolarisés en classes terminales de l'enseignement secondaire (troisième année et baccalauréat) ou à l'université. Le groupe de contrôle est composé de 36 sujets élèves ingénieurs en informatique qui n'ont aucune activité sportive régulière.

Le choix de l'échantillon d'étude est fondé, d'abord, sur la recherche de l'homogénéité intra et intergroupes et, ensuite, sur l'obtention d'une stabilité des effectifs pouvant éventuellement neutraliser d'autres variables parasites risquant de biaiser les résultats.



Figure 4. 6 : Zones géographiques de localisation des échantillons de l'étude en Tunisie. **(A)** Clubs sportifs et institutions scolaires et universitaires du Grand Tunis. **(B)** Clubs sportifs et institutions scolaires et universitaires du Sud tunisien (Gafsa, Gabes, Kébili, Sidi Bouzid, Tozeur)

5.2.3.2. Constitution des groupes

Les groupes expérimentaux : ce sont les groupes désignés dans les domaines d'action motrice (\emptyset), (A) et (PA) dont les sujets ont une ou plusieurs modalités précises qui les caractérisent et sur la base desquelles ils ont été évalués.

Le groupe des non-sportifs : c'est le groupe qui sert de référence, en représentant le « degré zéro » de la variable indépendante que nous avons envisagé d'étudier (ici, l'effet de la pratique sportive), toutes choses étant théoriquement égales par ailleurs avec les autres groupes.

¹ Gouvernorats de : Tunis, Ben Arous et Ariana.

² Gouvernorats de : Gafsa, Sidi Bouzid, Tozeur, Kébili et Gabes.

Tableau 4. 1 : Spécificités des groupes participant aux expérimentations selon les domaines d'action et les algorithmes moteurs respectifs

Activité	Domaine	N	Âge (ans)	Taille (cm)	Poids (kg)	Ancienneté (ans)	Tests validés
Psychomotrice (\emptyset)	Athlétisme*	59	20,75 \pm 1,48	1,72 \pm 0,09	63 \pm 2,1	6 \pm 0,8	23600
Sociomotrice (A)	Sports de combat	46	21,07 \pm 1,66	1,71 \pm 3,13	61 \pm 0,3	7 \pm 1,9	18400
Sociomotrice (PA)	Basket-ball	32	21,1 \pm 0,4	1,77 \pm 7,17	74 \pm 4,3	5 \pm 0,2	12,800
	Handball	38	21,8 \pm 1,35	1,72 \pm 0,9	73 \pm 6	6 \pm 0,7	15200
	Football	45	21,08 \pm 1,26	1,73 \pm 4,0	72 \pm 0,8	7 \pm 1,3	18000
Non-sportifs (NS)	Non-sportifs	36	22 \pm 1,8	1,73 \pm 0,12	76 \pm 0,3	--	14400
256						TOTAL	102400

* : nous avons étudié les Courses en couloir où l'athlète agit réellement en *solo* et en basse sémiotricité

5.3. Outils d'investigation

Nous avons sollicité deux outils d'investigations au cours de notre travail. D'un côté, le protocole B-percept[®] qui comprend quatre types de mesures, à savoir : les tests de temps de réaction simples et complexes, l'échelle d'auto-efficacité personnelle, les prédictions des scores et l'inventaire d'estime de soi corporel.

D'un autre côté, nous avons eu recours à un entretien post-test afin de recueillir des informations utiles, notamment sur le niveau de difficultés du protocole ainsi que les rapprochements possibles entre le contexte expérimental et le domaine d'action du sujet.

5.3.1. Le protocole B-percept[®]

Le protocole électronique et numérique proposé dans ce travail de thèse est modélisé à partir d'un jeu traditionnel appelé les Quatre coins. Il a pour objectif de feindre des stimuli sensoriels visuels et/ou auditifs, simples ou complexes, afin de reproduire un environnement de basse ou de haute sémiotricité. Les interactions *homme à homme* dans le jeu réel sont, alors, simulées en une forme d'échanges entre l'homme et la machine.

5.3.1.1. Les tests de temps de réaction simples (TRVS et TRAS) et complexes (TRVC et TRMX)

Dans cette partie du travail, nous expliquons brièvement les détails techniques relatifs au protocole de mesures des temps de réaction (présentés au préalable dans le chapitre 3). Par la suite, nous expliquons la méthode de gestion de l'espace et les procédures d'observations des comportements des sujets qui ont servi à la validation du modèle expérimental.

- Modélisation des stimuli sensoriels

La modélisation des stimuli sensoriels (visuels et auditifs) en forme d'octogone (Figure 4. 6, a) est assurée par le protocole B-percept. En effet, huit LEDs et Buzzers sonores, programmables

en fonction du type de signal à émettre, sont placés à 5.00 m de distance du sujet en test et à 1.03 m de haut (moyenne de la hauteur du bassin pour tous les participants). Ainsi, une fois préprogrammée à travers l'interface 1 (Figure 4.7), B-percept gère la communication sans fil entre l'ordinateur et les composantes périphériques via le protocole Zigbee (IEEE 802.15.4-2003). Ainsi, « un réseau personnel en nœuds »¹ (Tatsiopoulos et Ktena, 2009 ; Faludi, 2010) est formé pour gérer l'émission simultanée ou randomisée des signaux visuels et/ou sonores (LEDs et sons des Buzzers). En effet, le protocole B-percept[®] limite l'intervention de l'examineur au strict minimum afin de garantir une certaine objectivité scientifique en rapport avec les résultats obtenus. B-percept[®] mesure les temps de réaction simples et complexes avec une précision de (1 x 10⁻⁴sec) (Ben Ali, Dugas *et al.*, 2017). Il fournit aussi le nombre d'erreurs enregistrées, tout en permettant une distinction entre leurs natures (erreur due à la transmission sans fil ou à une faute technique de la part du sujet évalué). La passation de 100 essais consécutifs du test simple ou complexe dure sept minutes et elle est mesurée selon l'équation suivante (équation 1) :

$$T_t = (T_{sig} n) + (T_{lat} (n - 1)) + \sum_{i=1}^n E_i \quad (1).$$

(T_t) Temps total du test ; (T_{sig}) temps du signal ; (n) nombre d'essais ; (T_{lat}) temps de latence ; (E_i) nombre d'erreurs

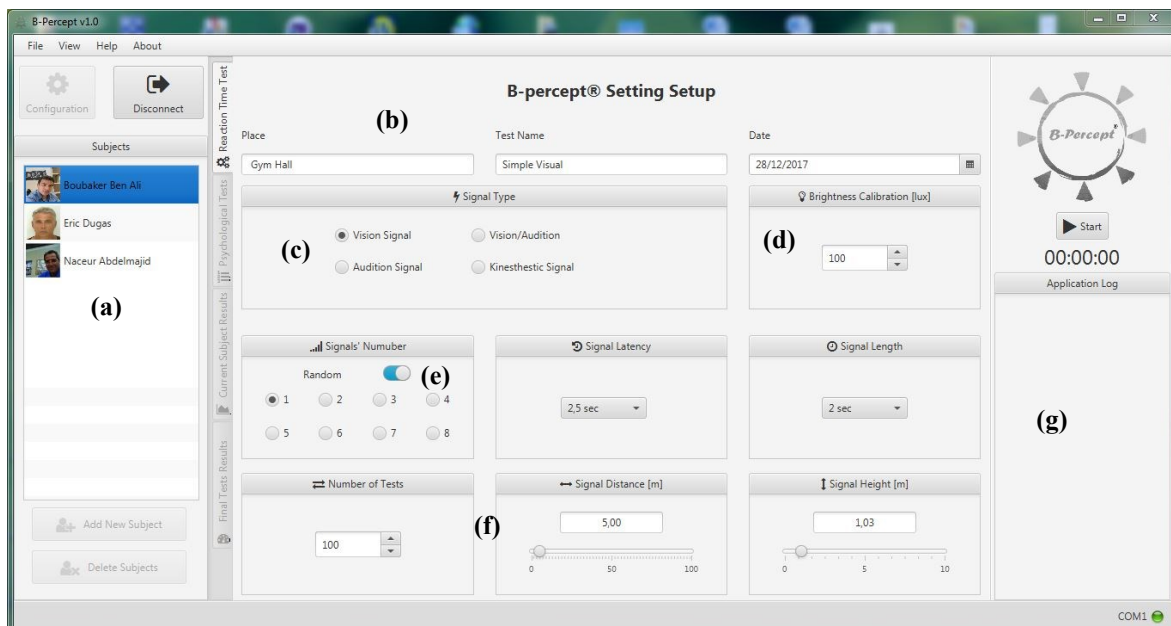


Figure 4. 7 : Interface 1 du test B-percept[®] : (a) présente la rubrique de gestion de la base de données des sujets participant au test en cours. La rubrique (b) présente les données générales du test (lieu, date, etc.), (c) donne le choix du type de test voulu, (d) gère la luminosité ambiante en LUX. La rubrique (e) gère le nombre de stimuli, la durée et la latence. (f) gère le nombre de répétitions, la distance du signal et sa hauteur (g) est le LOG qui montre l'évolution de l'enregistrement des résultats et les informations concernant la communication sans fil avec les cartes électroniques (ver. 1.07/2017)

¹ Personal Area Network

- Espace moyen d'interaction dans les domaines et organisation des stimuli dans l'octogone expérimental

L'espace moyen d'interaction motrice représente ici le rapport entre la surface géométrique globale où l'action se déroule (terrain, ring, couloir, etc.) et le nombre d'acteurs qui y sont engagés. Parlebas (1999) calcule cet espace en divisant le nombre de joueurs sur l'espace (équation 2). Or, dans ce travail, nous considérons qu'il est essentiel d'ajouter, dans ce rapport, les juges et/ou les arbitres qui sont engagés directement dans la scène, puisqu'ils représentent eux-mêmes une source informationnelle vers laquelle le joueur s'oriente le plus souvent afin de s'informer des décisions relatives au rapport de son action motrice et de celle de ses adversaires en fonction du code du jeu.

(2)

$$Espace\ individuel = \frac{Surface}{(Nombre\ de\ joueurs) + (Juges)}$$

Dans le protocole B-percept[®], la distance qui sépare le joueur des sources informationnelles (lumineuses et auditives) est égale au rapport de l'espace total dans les trois domaines étudiés sur la somme du nombre total de pratiquants et des officiels (juges ou arbitres). Le total des surfaces d'interaction individuelle de sept disciplines est de 549,52 m². Ainsi, la moyenne d'espace personnel par personne est mesurée comme suit :

$$\begin{aligned} (*)Ei &= \frac{549,52m^2}{7} = 78,50m^2 \\ \Rightarrow S &= \pi \times r^2 \\ \Rightarrow r^2 &= \frac{78,50}{3,14} = 25 \Rightarrow r = 5m \end{aligned} \quad (3)$$

* : Espace individuel d'interaction (Parlebas, 1986)

S = Surface du cercle de l'octogone

$\pi = 3,14$

Nous obtenons, donc, une superficie du plateau de l'expérience en forme de cercle ayant une d'une valeur de superficie de 91,93 m² et un rayon d'une valeur égale à 5.00 m.

- Observation et codage des comportements des sujets évalués

L'observation et l'enregistrement vidéo des expérimentations a comme premier objectif de faire « une prise de vue » des différents comportements, actions et réactions des sujets et qui pourraient, éventuellement, représenter des variables clés dans l'explication des résultats obtenus aux tests.

En deuxième lieu, l'enregistrement et le codage des comportements servent à la validation de la fiabilité de leur reproductibilité par rapport au jeu réel, à travers le modèle numérique et électronique B-percept[®]. En effet, les gestes et les mouvements du corps des sujets testés sont filmés par trois caméras à haute définition (60 Hz ; Sony HDR XR500, Sony ; Tokyo, Japan ; HD 1080, 1 CCD avec une vitesse d'obturation de 1/4000 seconde). Les caméras sont positionnées en forme de triangle à une distance de 10.00 m du sujet observé et sur un trépied de 1 m 60 de hauteur (Figure 4. 8). Ainsi, la tête, la position du corps, les bras et les jambes seront clairement observables de face durant toutes les positions et les mouvements au cours des tests. Une fois enregistrées, les vidéos sont synchronisées par Time Code TC-Link (et éditées par Magix video pro X5 Multicam-editing software (<http://www.magix.com /gb/video-pro-x /detail/>). La décomposition des séquences et leur analyse, puis la comparaison des fréquences des comportements des sujets des différents domaines sont assurées par la solution logicielle ; The Observer XT v.13 (Noldus, 2008) (<http://www.noldus.com/office/en/observer-xt-2>).

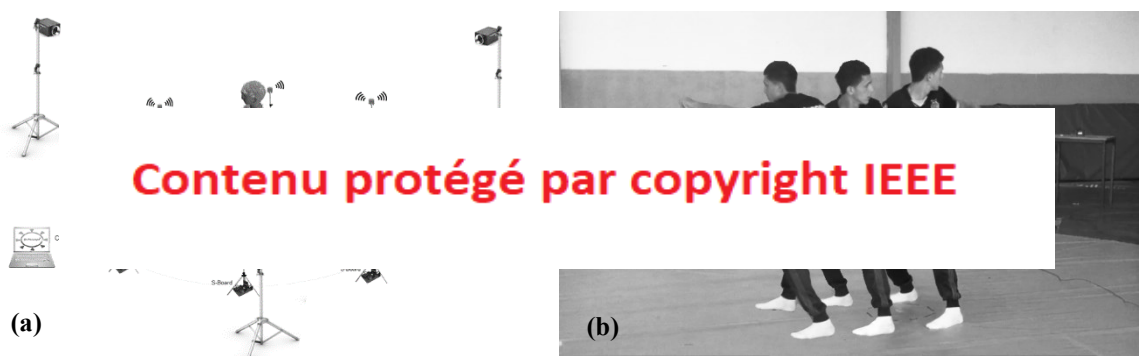


Figure 4. 8 : Le système de simulation B-percept[®] : l'illustration (B) montre un kinogramme à trois images du comportement de recherche de signal en temps réel par le sujet en test. L'illustration (A) montre l'utilisation d'un environnement de simulation complexe du processus utilisé pour modéliser et observer les comportements des sujets en test B-percept[®]

- Déroulement des expérimentations

Le déroulement des différentes étapes expérimentales est illustré à travers le plan expérimental (voir la fiche explicative plus bas).

- Spécificités du protocole expérimental B-percept[®]

Le travail expérimental a été mené durant deux ans au cours desquelles une importante manœuvre logistique a été mise en place, notamment pour le recrutement de participants volontaires répondant aux critères imposés dans la recherche concernant l'âge, le domaine de pratique sportive, l'ancienneté dans la pratique et la disponibilité. Le protocole a reçu l'agrégation du comité d'éthique du laboratoire d'attachement (ECOTDI- Tunisie) et a été mené en respect de la déclaration de Helsinki (World Medical, 2001) pour la soumission des humains aux processus expérimentaux.

Les tests B-percept[®] se sont déroulés dans des salles de sports collectifs, des salles de Sports de combat et des gymnases), qui ont garanti une luminosité moyenne de 548 LUX¹ entre 12h00 et 16h00, ce qui correspond aux normes européennes NF EN 12193 : 1999 (LUX, 2015) de l'éclairage d'entraînement d'un espace omnisport selon la norme européenne Lumière et éclairage des installations sportives.

En effet, les sujets dont les résultats sont présentés dans la thèse sont ceux qui étaient disponibles et dévoués pour la participation à tous les tests, ainsi qu'à la validation scientifique du protocole B-percept[®].

- Présentation du protocole aux sujets

Avant la passation de chaque nouveau groupe de participants aux tests B-percept[®], l'examineur fait une présentation des différents dispositifs utilisés, puis il procède à une démonstration de la démarche à suivre pour répondre aux questionnaires proposés et pour participer aux tests de la vitesse de réaction simple et complexe (Figure 4. 9). À chaque début d'épreuves, l'examineur s'assure, également, du placement correct et de la synchronie des composantes électroniques afin de garantir la réussite de la transmission des données du/vers l'ordinateur distant.

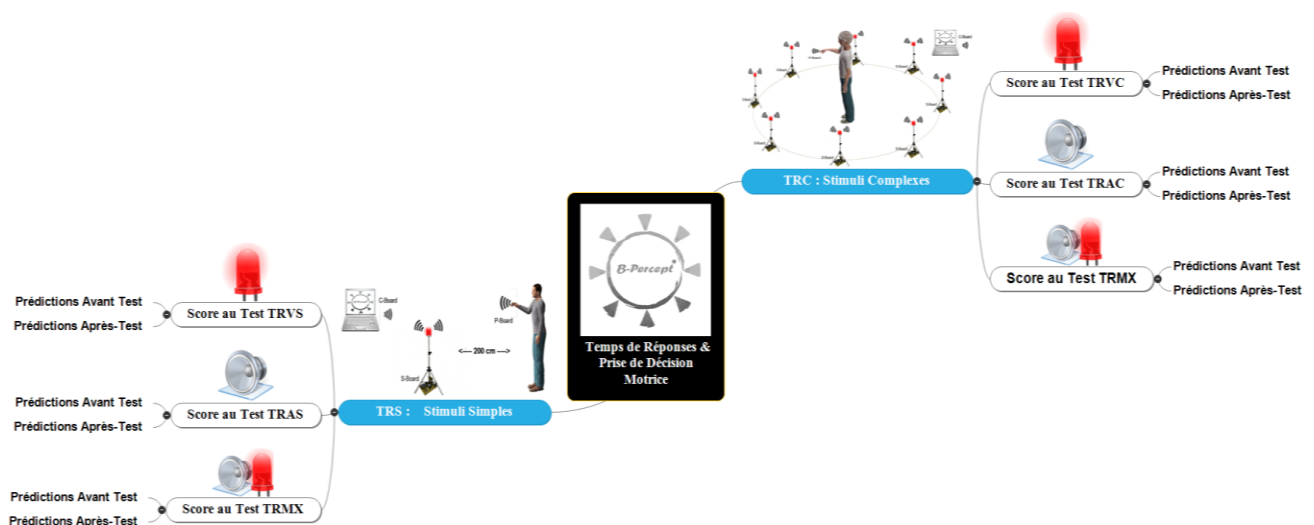


Figure 4. 9 : Différentes étapes du test B-percept[®] : temps de réaction visuel simple (TRVS), temps de réaction auditif simple (TRAS), temps de réaction visuel complexe (TRVC) et temps de réaction mixte simple et complexe (TRMX)

5.3.1.2. Test de prédiction des scores au B-percept[®]

Avant le début de chaque test B-percept simple et/ou complexe, le sujet est appelé à prédire le score potentiel qu'il va réussir sur cent essais proposés (n/100). Il sera aussi appelé, à la fin du test, à estimer le nombre d'essais qu'il pense avoir réussis sur cent (n/100). En effet, la procédure de l'évaluation prévoit que le sujet testé ne doive pas être informé du score réel obtenu, ni même

¹ La luminosité a été contrôlée à l'aide d'un luxmètre professionnel (réf. : Voltcraft MS-1300 ; EAN : 4016138523256).

de ceux des autres participants, afin de réduire l'auto-comparaison sociale entre pairs (Weinberg, Yukelson *et al.*, 1980). Les résultats des prédictions des scores sont enregistrés dans le fichier « *output* » correspondant aux résultats de chaque participant (Figure 4.10).

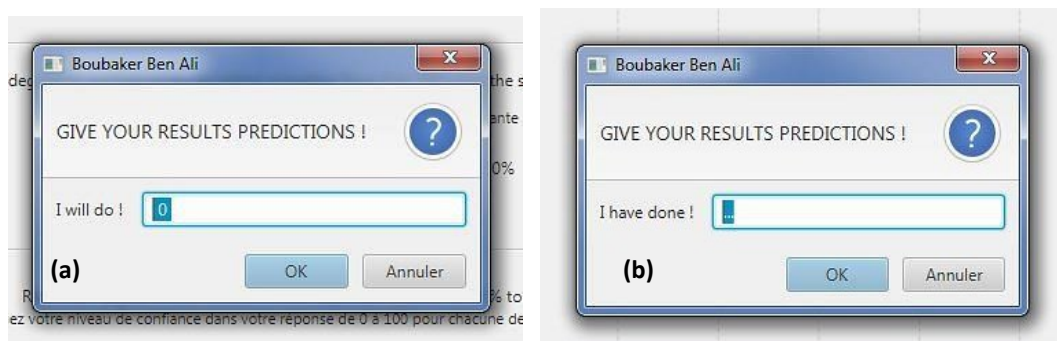


Figure 4. 10 : Interface B-percept[®] : (A) Prédiction des scores avant le test. (B) Prédiction des scores à la fin du test

5.3.1.3. L'échelle d'auto-efficacité dans la résolution de problèmes (Bandura 2006)

Avant le début du test B-percept du temps de réaction simple et complexe, le sujet est appelé à remplir un questionnaire à travers lequel il aura à estimer son niveau d'efficacité face à une tâche complexe. En effet, le choix de ce questionnaire parmi d'autres est justifié par sa simplicité, clarté et la facilité de son intégration dans l'interface B-percept[®] (Figure 4.10). De surcroît, Bandura a trouvé, à travers ces questionnaires à double échelle, que « [les] *attentes de maîtrise personnelle affectent à la fois l'initiation et la persistance du comportement d'adaptation. La force des convictions des gens dans leur propre efficacité est susceptible d'affecter si elles vont même essayer de faire face à des situations données* » (Bandura, 1977, pp. 193, 194, citation traduite par nos soins)¹.

¹ « *Expectations of personal mastery affect both initiation and persistence of coping behavior. The strength of people's convictions in their own effectiveness is likely to affect whether they will even try to cope with given situations* » (Bandura, 1977, pp. 193-194).

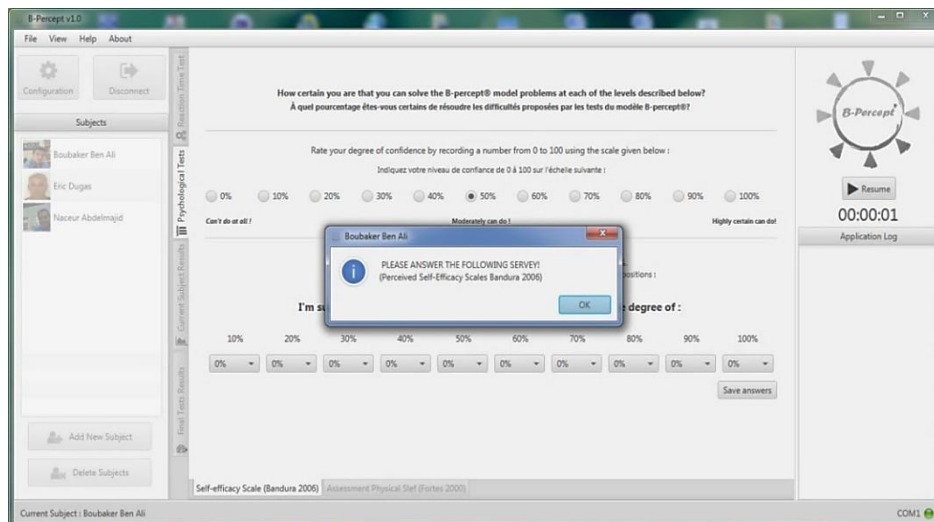


Figure 4. 11 : Interface 2 du test B-percept® : Estime d’auto-efficacité (Problem-Solving Self-Efficacy Bandura, 2006)

5.3.1.4. L’inventaire d’estime de soi PSPP (Fox et Corbin, 1989 ; Ninot, Delignières *et al.*, 2000)

Le questionnaire de l’estime de soi dans le domaine corporel, traduit de sa version originale (Fox et Corbin, 1989) et validé en langue française (Ninot, Delignières *et al.*, 2000), a été intégré à la troisième interface du logiciel B-percept® (Figure 4. 12). Le questionnaire est composé de 30 items répartis sur 6 échelles : au niveau général, l’échelle d’estime globale de soi (EG) ; au niveau du domaine physique : l’échelle de valeur physique perçue (VPP), et au niveau des sous-domaines, 4 sous-échelles : la condition physique représentée chez Ninot, Delignières *et al.* (2000), l’endurance (E), la compétence sportive (CS), l’apparence physique (A) et la force (F).

La sollicitation de ce questionnaire se fait dans une tentative d’enrichir les corrélations entre le profil du sujet, son niveau d’auto-efficacité personnelle, sa capacité à prédire ses résultats et son niveau réel de performance. Les dimensions psychologiques seront analysées de façon cohérente selon le principe général autour duquel nous avons élaboré le protocole B-percept®, notamment, la méta-analyse et la compréhension des liens entre les résultats du sujet et son domaine d’action motrice d’appartenance.

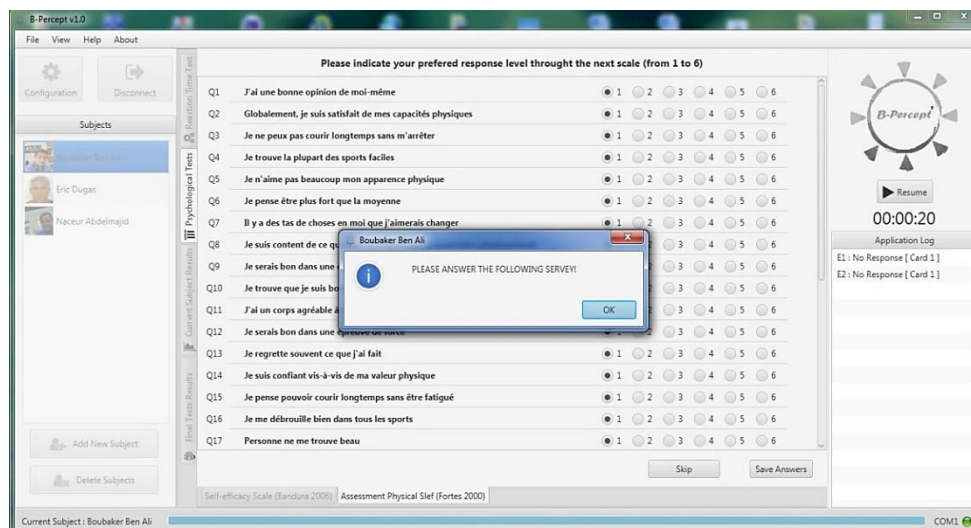


Figure 4. 12 : Interface 3 B-percept[®] : évaluation de l'estime de soi dans le domaine corporel (Ninot., Delignières et al. 2000)

5.3.2. L'entretien post-test

Au vu des premiers résultats obtenus par certains participants lors des tests, nous avons constaté un décalage important entre leurs attentes de départ et leurs résultats réels.

- L'entretien

Afin de récolter des éléments de compréhension et d'interprétation de cet écart, nous avons eu recours à une enquête postérieure aux passations des tests et des questionnaires, sous forme d'entretiens complémentaires aux données déjà produites (Blanchet et Gotman, 2005).

- L'échantillon

Dans ce cadre, treize sujets ont été choisis au hasard parmi les participants aux épreuves B-percept[®] : quatre individus provenant du domaine (\emptyset), cinq du domaine (A) et quatre du domaine (PA).

La taille de l'échantillon de l'entretien, bien qu'elle soit très réduite par rapport à celle des tests et questionnaires (pour des raisons de contraintes temporelles et en lien avec un manque de disponibilité des sujets après les questionnaires), elle nous a permis de récolter quelques éléments concernant les représentations des participants autour de leurs propres capacités et des efforts fournis. En effet, « [une] seule information donnée par l'entretien peut avoir un poids équivalent à une information répétée de nombreuses fois dans des questionnaires » (Blanchet et Gotman, 2005, p. 54).

Il s'agit d'un entretien structuré dont le guide et les consignes initiaux visent l'exploration des représentations, des difficultés ressenties et des efforts fournis lors de l'accomplissement des épreuves B-percept[®] en fonction des domaines d'action motrice des sujets interrogés (annexe 3).

Il vise ainsi l'éclaircissement du constat fait à partir des résultats de prédictions de scores avant le test par rapport aux résultats réels.

L'analyse de l'entretien s'est faite sur deux étapes : d'abord, la transcription du contenu des entretiens en langue arabe (voire, en dialecte tunisien dont le recours est toléré afin d'offrir plus de liberté d'expression aux sujets). Par la suite, nous avons procédé à leur traduction en langue française afin de les analyser et de les étudier (en veillant à être fidèle aux dires des sujets).

5.3.3. Outils statistiques d'analyse des données

L'objet de la première étape d'analyse statistique de ce travail concerne la validation de la fiabilité et de la reproductibilité des mesures faites par le B-percept[®]. Dans une seconde étape, le travail concerne l'analyse quantitative et qualitative des résultats.

- Classification hiérarchique de certains résultats

Nous proposons l'élaboration d'une analyse discriminante des temps de réaction, des prédictions et des résultats de l'auto-efficacité pour dresser une classification hiérarchique des domaines d'action, des algorithmes et des habits moteurs en fonction des intervalles des performances. La classification élaborée répartit les résultats en trois niveaux de performances (Figure 4.12) :

- Performances considérées « lentes » = $[(moyenne + 2\sigma) \rightarrow +\infty]$
- Performances considérées « moyennes » = $moyenne \pm 1\sigma$
- Performances considérées « rapides » = $[-\infty \rightarrow (moyenne - 2\sigma)]$

Les performances dans chaque domaine d'action motrice sont classées, ainsi, en fonction de la pente de la courbe de normalité de Gauss (Morice, 1972 ; Hadjadji Seddik-Ameur, 2003).

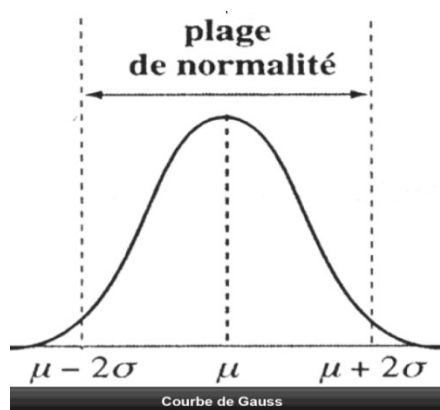


Figure 4. 13 : Illustration de la courbe de normalité selon laquelle nous avons fait la classification des niveaux de performances aux tests B-percept[®]

- Outils d'analyse des résultats

Les données sont traitées en moyenne et \pm écartype. L'intervalle de confiance est fixé à 95 %. L'effet de taille (mesure de l'effet d'une variable sur une autre) est déterminé par le logiciel *GPOWER* (Bonn FRG, Bonn University, Département of Psychology) et les résultats de « *d* » sont classés selon l'échelle suivante : $< 0,2$: trivial ; $0,2 - 0,6$: petit ; $0,6 - 1,2$: modéré ; $1,2 - 2,0$: grand ; et $> 2,0$: très grand. La normalité de la distribution des variables a été jugée acceptable dans toutes les mesures. La sphéricité a été examinée par le test *Green house Geisser* et le degré de concordance des mesures répétées est vérifié à l'aide du coefficient de corrélation intraclasse (ICC). Les comparaisons des résultats ont été faites par l'analyse de la variance à un facteur (ANOVA). Les calculs et l'analyse statistique ont été effectués en utilisant *MedCalc* version 14.8.1. 0 ((Schoonjans , Zalata *et al.*, 1995), *SPSS* 21.0 (SPSS, Inc, Chicago, IL, USA), *XLSTAT* v.14 (Fahmy et Aubry, 1998), le logiciel de statistique libre usage *R* (Lafaye de Micheaux, Drouilhet *et al.*, 2011) et Microsoft Office Excel 2010.

Partant du fait que la multitude des tests sollicités produit une quantité importante de résultats à analyser et à interpréter, nous avons préféré entamer chaque chapitre de la partie empirique par une brève introduction situant les variables étudiées, les outils utilisés et le but de chaque analyse.

6. Plan expérimental

Tableau 4.2 : Plan expérimental des démarches empiriques

Type de travail	<i>Étude expérimentale de l'état des lieux/analytique et comparatif B-percept[®]</i>							
	(T1)		Latence	(T2)		Latence	(T3)	
<i>Procédures</i>	<p>(1) Dominante perceptive (Audio/Visio)</p> <p>(2) Auto-efficacité</p> <p>(3) Estime de soi</p> <p>.....</p> <p>(4) Prédiction=x 2 (Av/Ap.)</p> <p>(5) Prédiction=x 2 (Av/Ap.)</p>	<p>Test Simple RT</p> <p>.....</p> <p>(T1) Test Visio</p> <p>+ 2 Jours</p> <p>(T1) Test Audio</p>			<p>(1) Prédiction=x 2 (Av/Ap.)</p> <p>(2) Prédiction=x 2 (Av/Ap.)</p>		<p>Test Complexe RT</p> <p>.....</p> <p>(T2a) Test Visio</p> <p>+ 2 Jours</p> <p>(T2b) Test Audio</p>	
<i>Résultats attendus</i>	<p>Pour trouver le lien entre (corrélé)</p> <p>(1) l'auto-efficacité ⇔ les prédictions de score</p> <p>(2) la dominance percept ⇔ les prédictions de score</p> <p>(3) l'auto-efficacité ⇔ l'estime de soi</p> <p>(4) le score ⇔ l'auto-efficacité ⇔ les prédictions de score ⇔ scores</p>			<p>Pour trouver le lien entre (corrélé)</p> <p>(1) l'auto-efficacité ⇔ les prédictions</p> <p>(2) la dominance percept ⇔ les prédictions</p> <p>(3) l'auto-efficacité ⇔ l'estime de soi</p> <p>(4) le score ⇔ l'auto-efficacité ⇔ les prédictions de score (scores)</p>			<p>Enrichir et extrapoler les différents résultats obtenus empiriquement en fonction du domaine d'action motrice</p>	

C. 5

Résultats des tests B-percept® : Temps de réaction simples et complexes

« Pour agir, il faut croire, et pour croire, il faut se décider, trancher et affirmer »

Henri-Frédéric Amiel (1852)

INTRODUCTION

Ce chapitre de la thèse est consacrée à la présentation, à l'analyse et à l'interprétation des résultats de mesure des temps de réaction simple et complexe au moyen du système de mesure B-percept[®]

Pour rappel, l'organisation des expérimentations a été menée avec rigueur afin de respecter les énoncées que nous avons préétablie dans la partie méthodologie. En effet, les participants issus des différents domaines d'action motrice, ainsi que ceux appartenant au groupe de non-sportifs ont été tous soumis aux mêmes tests B-percept[®] pour mesurer leurs temps de réaction aux stimuli simples (TRS : TRVS et TRAS) et complexes (TRC : TRVC et TRMX) dans les mêmes conditions.

Ainsi, afin de bien mener l'analyse de toutes les données quantitatives collectées à l'issue du travail expérimental, nous avons vérifié au fur et à mesure les conditions de l'indépendance des variables dans chaque temps de mesure. Nous avons vérifié la normalité des distributions ainsi que le respect de la condition de sphéricité.

Nous avons, donc procédé par une analyse globale des résultats, qui a pu être granulée à chaque fois que les données semblent porter des détails importants pour la vérification des hypothèses. Ainsi, l'étude menée au long de ce chapitre est organisée comme suit :

- Analyse factorielle globale des résultats, situant l'éparpillement des résultats, délimitant les zones de confiance et déterminant les corrélations possibles entre les variables.
- Analyse comparative des résultats des individus sportifs et des *non-sportifs*¹.
- Analyse comparative des résultats des sportifs selon leurs domaines d'action motrice.
- Analyse comparative des résultats des sportifs selon leur spécialité pratiquée, ou *algorithme moteur* (Parlebas, 1999).
- Analyse comparative des résultats selon l'habitus moteur inculqué par les tâches motrices récurrentes pratiquées par le sportif selon son rôle ou son poste de jeu.

¹ PRÉCISIONS TERMINOLOGIQUES : Nous adaptons ici le terme utilisé par Dugas (2011, p. 192) pour évoquer des sujets qui ont été retenus pour les besoins de l'étude comme « groupe de contrôle » car ce groupe a été choisi comme ne pratiquant aucune activité sportive. Toutefois, notre démarche méthodologique ne lui attribue pas réellement le statut de groupe de contrôle puisque nous ne présentons pas un travail expérimental basé sur l'évaluation pré-test/post test. Nous adoptons donc le terme de « non-sportifs ».

1. Analyse factorielle des résultats aux tests B-percept[®] des groupes étudiés

Afin de réduire et bien décrire, au moyen de variables latentes, l'ensemble de variables observées, nous avons réalisé une analyse factorielle en composante principale (ACP). En effet, la représentation plane des résultats en forme de nuages de points (Figure 5.1) a pour objectif de respecter autant que possible les proximités entre les observations par projection du nuage sur ses directions principales d'inertie représentées par des axes principaux (Cibois, 1933).

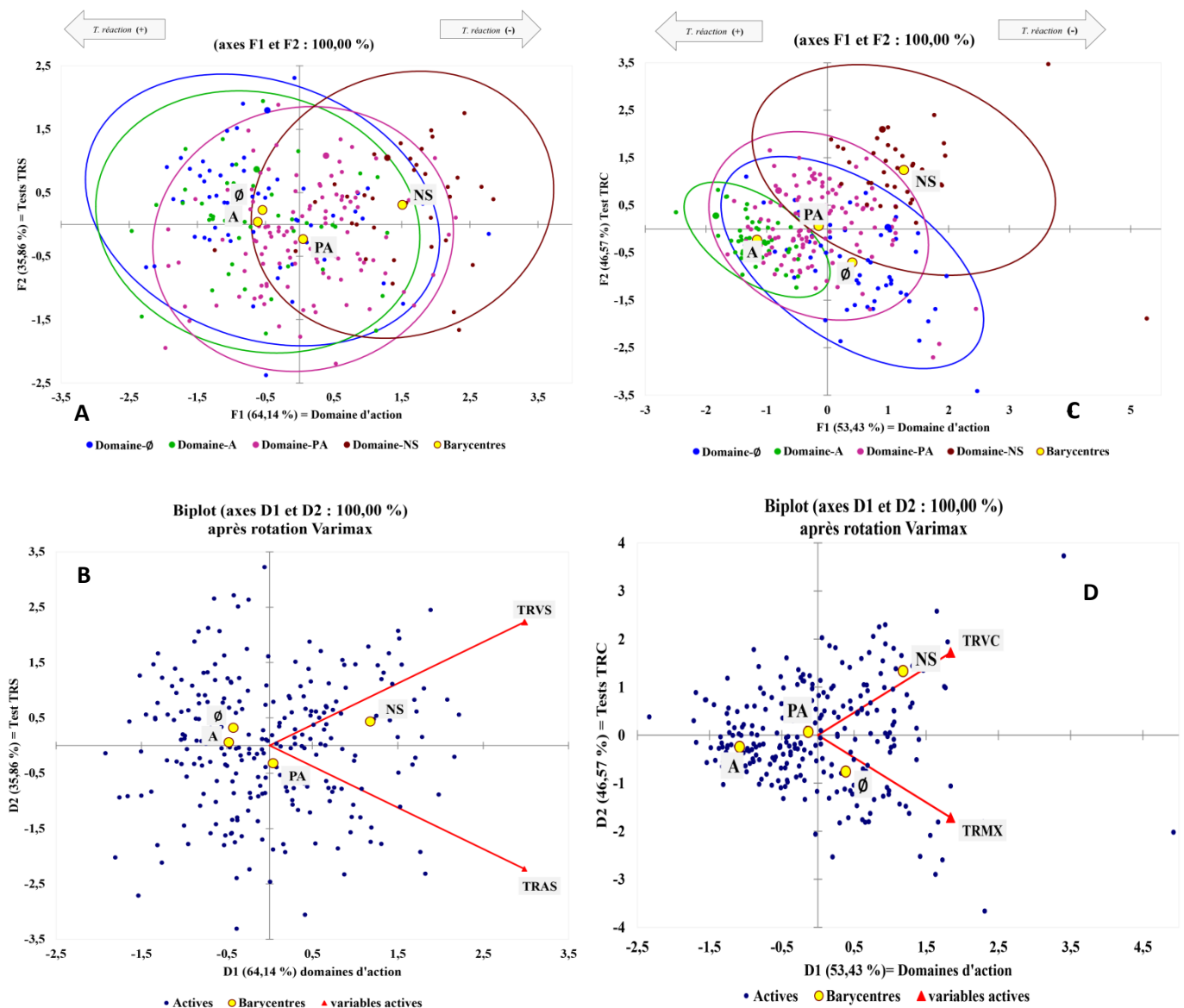


Figure 5.1 : Illustration des plans factoriels et détermination des ellipses de confiance des résultats aux tests TRS (TRVS et TRAS) et TRC (TRVC et TRM) du B-percept[®] : **(A)** Lecture des résultats TRS en fonction de la variable pratique sportive (sportifs/non-sportifs) et des domaines d'action motrice (\emptyset , A et PA) avec détermination des barycentres (marqueurs jaunes) et des zones d'homogénéité. **(B)** Lecture en fonction des vecteurs de corrélations entre les domaines d'action et les tests TRS. **(C)** Lecture en fonction de la pratique et des domaines avec limitation des ellipses de confiance de chaque groupe eux test TRC. **(D)** Lecture en fonction des vecteurs de corrélations entre les domaines d'action et les tests TRC

Les représentations obtenues lors des analyses des résultats des sportifs (tous domaines confondus) et des non-sportifs (Figure 5.1, *a*) montrent une distinction claire entre les inerties des groupes en fonction de la pratique sportive. Deux variables explicatives sont ainsi mises en relief : Une variable F1 représentant les participants selon le domaine d'action motrice et une variable F2 représentant les tests TRS (TRVS et TRAS) et TRC (TRVC et TRMX) du B-percept[®]. En effet, les deux variables représentées sur les deux axes expliquent, de façon relative à chaque analyse, 100 % des résultats observés.

Pour rappel, nous avons annoncé dès le quatrième chapitre, consacré à la méthodologie de la thèse, que les analyses des tests du temps de réaction aux stimuli auditifs seront limitées au simple test TRAS du B-percept[®] test. Ce choix est dû aux difficultés que les sujets ont affrontées au cours des expérimentations, notamment, lors de la recherche spatiale du signal. La multiplication des interventions pour réajuster chaque sujet au milieu du cercle a mené à la multiplication des interruptions du processus expérimental et à l'intervention de l'examineur (chose contraire au principe même de la conception du système B-percept[®]).

1.1. Plan factoriel des résultats aux tests TRS

L'illustration de l'analyse factorielle des tests TRS du B-percept[®] (Figure 5.1 *a*) montre que la variable domaines d'action motrice F1 permet d'expliquer 64,14 % des résultats obtenus. Parallèlement, l'effet explicatif de la deuxième variable F2 remonte à 35,86 %, ce qui élève la valeur explicative de la somme des deux variables principales F1+F2 à 100 % et permet de faire les constats suivant :

- l'espacement entre les barycentres de chaque nuage de points entre les sportifs (trois domaines) et les non-sportifs pourrait être, ainsi, expliqué par l'effet de la pratique sportive sur les temps de réaction aux tests TRS. Les non-sportifs ont des temps de réaction plus lents ce qui les positionne loin vers la droite sur l'axe des abscisses.
- Le barycentre des sportifs du domaine (PA) est plus centré par rapport aux deux axes représentant les variables principales, ce qui pourrait traduire une meilleure homogénéité de ce groupe de pratiquants par rapport aux domaines (\emptyset), (A) et aux non-sportifs.

L'illustration des vecteurs de corrélations (Figure 5.1 *b*) démontre à son tour des projections significativement corrélées ($r = 0,28$, $\alpha = 0.05$) du test TRVS (cosinus carré = 0.641 sur D1, 0.359 sur D2) et du test TRAS (cosinus carré = 0.641 sur D1, 0.359 sur D2). Ces résultats traduisent une bonne représentativité des résultats qui permet de faire le constat suivant :

- Le barycentre du domaine (\emptyset) semble le mieux projeté, donc, plus corrélé par rapport au vecteur du test TRAS que les autres groupes.

- Le barycentre du domaine (A) semble le mieux projeté, donc, plus corrélé par rapport au vecteur du test TRVS que les autres groupes.

1.2. Plan factoriel des résultats aux tests TRC

L'illustration de l'analyse factorielle des tests TRC du B-percept[®] (Figure 5.1 c) montre que la variable domaines d'action motrice F1 permet d'expliquer 53,43 % des résultats obtenus. En parallèle, la deuxième variable F2 permet d'expliquer 46,57 % des résultats. En effet, la valeur importante des deux variables leur permet de lier l'explication de 100 % des résultats à ces deux variables. Toutefois, le rapprochement entre la valeur des deux dimensions (53,43 % et 46,57 %) permet de faire les constats suivants :

- Les résultats de tous les groupes se projettent de manière équivalente par rapport aux tests de temps de réaction complexes (TRVC et TRMX), toutefois, les deux tests sont très faiblement corrélés ($r = 0,069$, $\alpha = 0.05$). Ce constat se confirme, d'abord par des ellipses de confiances plus réduites et plus rapprochées du centre des axes, puis à travers une meilleure densité du nuage des points dû à la grande inertie du barycentre de chaque groupe d'individus.
- Le placement des barycentres de chaque domaine d'action démontre une meilleure projection des résultats du domaine (A) puis du domaine (PA) par rapport aux vecteurs des deux tests.
- L'illustration des vecteurs de corrélation (Figure 5.1 d) démontre une meilleure projection des sportifs du domaine (\emptyset) par rapport au vecteur du test TRVC que celui du TRMX. *A contrario*, les non-sportifs se projettent mieux sur le test TRMX que celui TRVC.

2. Temps de réaction simples et complexes des sportifs et des non-sportifs

Afin de répondre aux interrogations sur l'effet de la pratique sportive sur le temps de réaction aux stimuli simples et complexes chez les sportifs issus des trois domaines (\emptyset /A/PA) par rapport à celui des non-sportifs, nous avons mené une comparaison des moyennes de temps obtenus sur cent essais consécutifs pour chaque sujet (Tableau 5.1).

Tableau 5. 1 : Comparaison des temps de réaction simples et complexes des sportifs et des non-sportifs pour la moyenne de 100 mesures répétées par le protocole B-percept

Groupes		N	Moy.(ms)	Ert.	Min	Max	F	P value	< 0,05 =*
TRVS	Sportifs	220	0,354	0,017	0,301	0,402	94,48	0,000	***
	Non-sportifs	36	0,385	0,017	0,334	0,419			
TRAS	Sportifs	220	0,361	0,016	0,330	0,422	34,04	0,000	***
	Non-sportifs	36	0,377	0,013	0,353	0,410			
TRVC	Sportifs	220	0,492	0,031	0,429	0,573	267,05	0,000	***
	Non-sportifs	36	0,585	0,034	0,542	0,733			
TRMX	Sportifs	220	0,475	0,032	0,412	0,607	0,007	0,934	ns
	Non-sportifs	36	0,476	0,032	0,435	0,635			

$P < 0. 05 = * ; P < 0. 01 = ** ; P < 0. 001 = ***$

L'analyse de la variance des résultats des sportifs comparée à celle des non-sportifs affirme la présence d'une différence significative entre les deux groupes avec une probabilité d'erreur $p < 0,05$ dans leurs temps de réaction aux stimuli visuels simples, auditifs simples et auditifs complexes. Cette constatation met en avant les effets de la pratique physique et sportive dans l'amélioration de la réponse (VanRullen et Thorpe, 2004) motrice aux stimuli simples notamment ainsi que l'effet de conditionnement (Proteau, Lévesque *et al.*, 1989 ; Delignières, Brisswalter *et al.*, 1994) que ce type d'activités pourrait engendrer.

Nous avons constaté, par contre, à l'issue de ce premier palier d'analyse, une absence de différence entre les sportifs et les non-sportifs en présence de stimuli complexes mettant jeu des effets visuels et sonores conjoints. Cette situation se rapproche en effet de la réalité du quotidien où nous sommes souvent sollicités par des sons liés à des images. Or, un tel résultat nous interpelle à chercher, avec davantage d'intérêt, dans l'effet du rôle que pourrait jouer l'intervention de l'attention sélective (Booth, Burman *et al.*, 2003 ; Chakraborty, Holte *et al.*, 2012) qui se développe sous l'effet de la pratique sportive (Medina, Netto *et al.*, 2010 ; J. M. Medina, Diaz *et al.*, 2014) et qui aurait pu être faussée par la présence de deux stimuli contrairement au les non-sportifs (Figure 5.1).

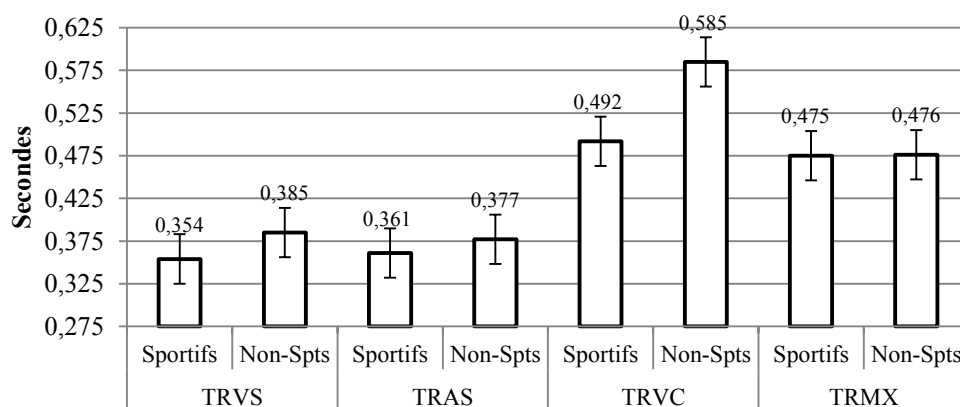


Figure 5. 2 : Illustration des moyennes du temps de réaction visuel simple (TRVS), auditive simple (TRAS), visuelle complexe (TRVC) et du temps de réaction auditif et visuelle mixte (TRMX), chez les sportifs et les non-sportifs pour 100 essais au protocole B-percept®

La différence significative entre les résultats du temps de réaction des sportifs et des non-sportifs, nous incite à affiner la chercher au sein des domaines d'action motrice, afin de savoir quel domaine, quel type de pratique motrice et éventuellement que type d'algorithme moteur pourrait inculquer la plus importante influence sur les différents types de réponses.

3. Analyse des TRS et des TRC en fonction du domaine d'action motrice

Pour rappel, un domaine d'action motrice est «*un champ dans lequel toutes les pratiques corporelles d'appartenance sont censées être homogènes au regard de critères précis d'action motrice*» (Parlebas, 1999, p. 103). En effet, c'est cette homogénéité supposée que nous essayons de mettre à l'épreuve à travers le critère du temps de réaction aux stimuli, en partant d'une hypothèse qui stipule que chaque domaine d'action pourrait inculquer certains effets qui lui sont spécifiques, conditionne la motricité du sujet selon des traits singuliers.

Ainsi, nous nous proposons dans ce qui suit de comparer, en premier lieu, l'effet du domaine d'action sur les temps de réaction simples (visuels et auditifs). Ensuite, procédons à la comparaison des temps de réaction complexes (visuels et auditifs mixtes).

3.1. Temps de réaction visuel simple

Pour rappel, le test B-percept mesure le temps de réaction aux stimuli visuels simples (TRVS), en présentant un signal lumineux à une distance de 5m00 de face (LED de couleur rouge). Le sujet en test doit alors y réagir le plus rapidement possible et de l'éteindre à distance avec la commande B-percept[®] P-Board (voir chapitre 3).

La comparaison des moyennes de résultats des sportifs par domaine d'action par rapport aux non-sportifs à l'issue de cent réactions consécutives à l'apparition d'un stimulus visuel simple (TRVS) est présentée au (Tableau 5.2).

Tableau 5. 2 : Comparaison des moyennes des résultats des groupes en fonction du domaine d'action durant 100 mesures au test de TRVS

	Groupes	N	Moy.(ms)	Ert.	Min	Max	F	P value	< 0,05 =*
TRVS	Domaine (∅)	59	0,354	0,017	0,316	0,397	32,87	0,000	***
	Domaine A	46	0,350	0,017	0,303	0,386			
	Domaine PA	115	0,356	0,018	0,301	0,402			
	Non-sportifs	36	0,385	0,018	0,334	0,419			

$P < 0. 05 = * ; P < 0. 01 = ** ; P < 0. 001 = ***$

En effet, les résultats de cette analyse montrent l'existence de différence hautement significative (ddl = 255, $p = 0,000$) entre les sportifs de chaque domaine et les non-sportifs. Cette différence est confirmée par le test de sphéricité Greenhouse-Geisser (significatif à $p < 0,000$ avec une puissance de 1,000). Ainsi ces résultats nous ont encouragés aussi à faire une analyse par paires

afin de situer plus précisément si la différence est homogène à tous les domaines ou qu'elle soit causée par un en particulier. Les résultats de cette analyse présentés au (Tableau 5.1, *annexe 2*), confirment, en effet, que tous les domaines : (\emptyset) et (A) (PA) sont différents des Non-sportifs et qu'au contraire, ils ne sont pas différents entre eux. (Figure 5.3).

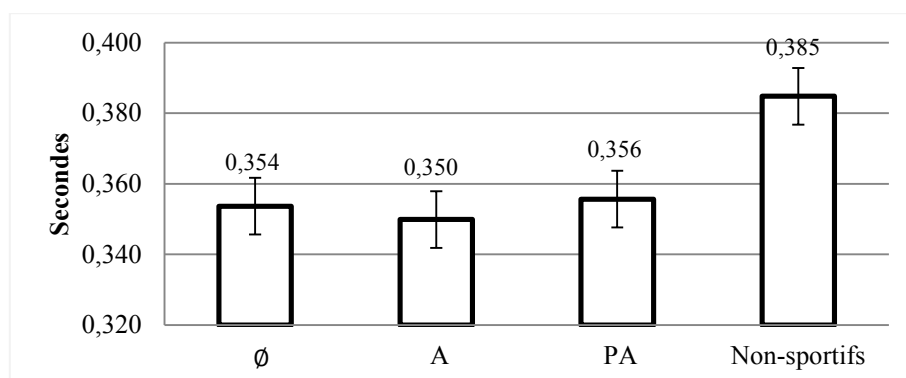


Figure 5.3 : Moyennes du temps de réaction visuel simple (TRVS) selon le domaine d'action

3.2. Temps de réaction auditif simple

Le test B-percept pour la mesurer du temps de réaction aux stimuli auditifs simples (TRAS), consiste à réagir le plus rapidement possible pour arrêter un son de *Buzeur* de 80db, situé en face du sujet à une distance de 5m00. Ainsi, les résultats de la comparaison des moyennes de cent essais pour chaque sujet dans le test *TRAS* (Tableau 5.3) présentent une différence significative entre les sportifs et les non-sportifs à un ($ddl = 255, p < 0,000$).

Tableau 5.3 : Comparaison des moyennes des résultats des groupes en fonction du domaine d'action durant 100 mesures au test de *TRAS*

	Groupes	N	Moy.(ms)	Ert.	Min	Max	F	P value	< 0,05 =*
<i>TRAS</i>	Domaine (\emptyset)	59	0,354	0,017	0,330	0,397	24,568	0,000	***
	Domaine A	46	0,356	0,015	0,330	0,396			
	Domaine PA	115	0,366	0,014	0,337	0,422			
	Non-sportifs	36	0,377	0,013	0,353	0,410			

$P < 0.05 = *$; $P < 0.01 = **$; $P < 0.001 = ***$

Ainsi, afin de mieux localiser les sources de différences entre les sportifs des trois domaines d'action et par rapport aux non-sportifs, nous avons procédé à une analyse par paires qui a révélé (Tableau 5.2, *annexe 2*), d'abord, qu'il y a une différence significative ($ddl = 255, p < 0,000$) entre les sportifs des trois domaines étudiés et les non-sportifs par rapport au temps de réaction auditif. Ensuite, que les pratiquants du domaine psychomoteur (\emptyset) et ceux du domaine sociomoteur d'opposition (A) sont significativement différents des sportifs pratiquants dans le domaine sociomoteur (PA). Finalement, que les domaines (\emptyset) et (A) n'affichent aucune différence significative entre leur pratiquant pour le temps de réaction auditif simple (Figure 5.4).

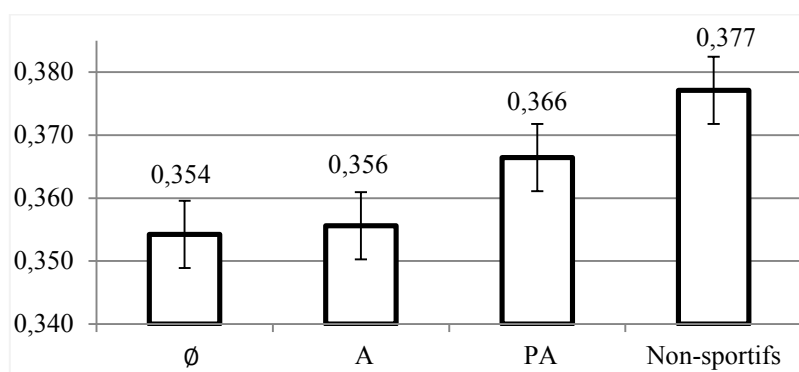


Figure 5. 4 : Moyennes du temps de réaction auditif simple (TRAS) selon le domaine d'action

En résumé nous établissons donc, que les sportifs pratiquant un domaine d'action psychomoteur (\emptyset) pourraient avoir des temps de réaction identiques à ceux pratiquant un sport sociomoteur du domaine d'opposition (A) alors que ces sportifs des deux domaines cités réagissent différemment par rapport à ceux pratiquant des activités sociomotrices d'interaction (PA).

3.3. Temps de réaction visuel complexe

Nous avons appelé ce test de temps de réaction complexe parce qu'il sollicite un changement inopiné de la direction du signal dans un périmètre circulaire de rayon égal à 5 m autour du sujet testé. Les signaux sont gérés de façon randomisée, sans fin, de manière à ce que le sujet n'arrive jamais à prédire la cadence exacte ni la direction du prochain signal qu'il attend. Ce test du protocole B-percept[®] mesure le temps de réaction aux stimuli visuels complexes (TRVC), en provoquant chez ce dernier un processus de recherche visuelle dans l'espace avant d'essayer d'agir sur la LED et l'éteindre à distance, le plus rapidement possible (se référer au chapitre 4 pour une description détaillée et illustrée du protocole).

Tableau 5. 4 : Comparaison des moyennes des résultats des groupes en fonction du domaine d'action durant 100 mesures au test de TRVC

	Groupes	N	Moy.(ms)	Ert.	Min	Max	F	P value	< 0,05 =*
<i>TRVC</i>	Domaine (\emptyset)	59	0,496	0,027	0,436	0,550	139,54	0,000	***
	Domaine A	46	0,461	0,014	0,429	0,487			
	Domaine PA	115	0,503	0,031	0,435	0,573			
	Non-sportifs	36	0,585	0,034	0,542	0,733			

$P < 0. 05 = *$; $P < 0. 01 = **$; $P < 0. 001 = ***$

En effet, la comparaison des moyennes des résultats des sportifs et des non-sportifs (Tableau 5.4) montre, en premier la présence d'une différence hautement significative (ddl=255, $p < 0,000$) entre les différents groupes de sujets évalués, notamment les sportifs et les non-sportifs.

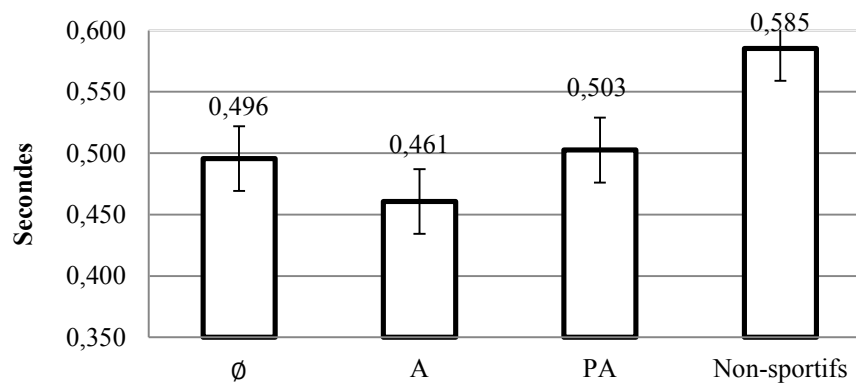


Figure 5.5 : Moyennes du temps de réaction visuel complexe (TRVC) selon le domaine d'action

L'analyse de la comparaison linéaire par paire des moyennes localise un premier constat de différence significative entre les sportifs des trois domaines étudiés et les non-sportifs. Parallèlement, nous avons trouvé une différence significative située entre les pratiquants du domaine psychomoteurs (Ø) et ceux du domaine sociomoteur d'opposition (A), d'un côté et les sportifs pratiquant une activité sociomoteur de coopération et d'apposition (PA) (Tableau 5.3, *annexe 2*). Ainsi, nous retrouvons le seuil du même constat fait concernant les résultats du temps de réaction auditif, puisque les prestations des sportifs du domaine (PA) sont significativement inférieures aux deux autres domaines, puisqu'ils ont une moyenne de 503 ms contre 461 ms pour les sportifs du domaine (A) et 496 ms pour ceux du domaine (Ø).

3.4. Temps de réaction visuel et auditif mixte et complexe

Partant du même principe dans la présentation d'un stimulus visuel complexe, randomisé et environnant, le test B-percept[®] pour le temps de réaction complexe Mixte (TRMX), consiste à joindre un stimulus auditif au stimulus visuel. Ainsi, le participant aura la possibilité d'assister sa recherche visuelle par une interception auditive de la direction du stimulus (Granka, Joachims *et al.*, 2004 ; González, Santana *et al.*, 2010). En effet, ce processus de test, que nous avons conçu, reproduit en quelque sorte l'environnement quotidien auquel chaque individu réagit, les lumières les sonneries, les klaxons de voitures font partie des stimuli habituels auxquels l'individu est appelé à réagir, abstraction faite qu'il soit sportif ou non. Or, cette hypothèse, semble intéressante à vérifier, notamment, en présence d'un facteur potentiellement déterminant comme la pratique sportive, qui a déjà été mise en évidence, plus haute, dans la différence entre sportifs et non-sportifs par rapport aux stimuli visuels, auditif simples et visuels complexes.

Tableau 5. 5 : Comparaison des moyennes des résultats des groupes en fonction du domaine d'action durant 100 mesures au test de TRMX

	Groupes	N	Moy.(ms)	Ert.	Min	Max	F	P value	< 0,05 =*
TRMX	Domaine (∅)	59	0,500	0,034	0,421	0,607	25,349	0,000	***
	Domaine A	46	0,455	0,018	0,412	0,498			
	Domaine PA	115	0,471	0,026	0,417	0,575			
	Non-sportifs	36	0,476	0,032	0,435	0,635			

$P < 0. 05 = * ; P < 0. 01 = ** ; P < 0. 001 = ***$

La comparaison des résultats par analyse linéaire des moyennes, menée par palier de dix essais, démontre la présence d'une différence significative entre les sportifs et les non-sportifs (Tableau 5.4, annexe 2). En effet, cette différence se présente en faveur des non-sportifs, puisqu'ils ont une moyenne de temps de réaction égale à 476 ms contre, seulement, 500 ms chez les sportifs du domaine (∅). Parallèlement, ils n'affichent aucune différence significative par rapport aux sportifs du domaine (PA) (Figure 5.5).

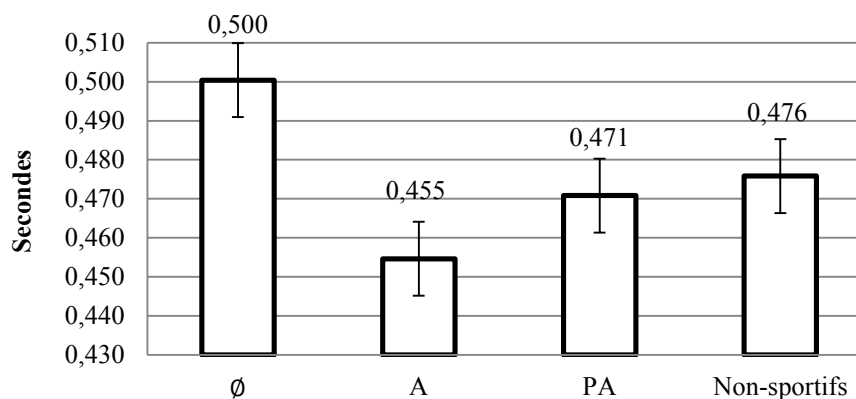


Figure 5. 6 : Moyennes du temps de réaction aux stimuli Mixtes (visuel et auditif) et complexes (TRMX) selon le domaine d'action

En effet, le constat fait à l'issu de cette analyse des TRMX démontre que sportifs pratiquant dans un domaine psychomoteur sont moins rapides à réagir à un signal complexe auditif et visuel que les autres, y compris les non-sportifs. Nous traiterons dans la partie discussion les possibles effets d'un transfert négatifs des apprentissages.

4. Comparaison des TRS et des TRC en fonction des domaines d'action motrice

Les résultats des comparaisons des tests TRS et TRC (Tableau 5.6) montrent que seuls les sportifs du domaine (PA) de coopération et d'opposition ont réagi de manières significativement différentes lorsqu'il s'agit de réagir aux signaux visuels (TRVS) et auditifs (TRAS), mais aussi différemment aux tests de temps de réaction visuel complexe (TRVC) et à celui du test de temps de réaction mixte (TRMX).

Tableau 5. 6 : Comparaison des moyennes intragroupes et inter-tests, en fonction, des temps de réaction en présence de stimuli auditifs et visuels simples et complexes

Groupes	Test	(m1-m2)	Ért.	SEM	<i>t</i>	<i>P</i> value	< 0,05 =*
Domaine (∅)	TRVS -TRAS	-0,001	0,021	0,0028	-205	0,838	<i>ns</i>
	TRVC -TRMX	-0,005	0,044	0,006	-847	0,400	<i>ns</i>
Domaine A	TRVS -TRAS	-0,006	0,021	0,0031	-1,868	0,068	<i>ns</i>
	TRVC -TRMX	0,006	0,023	0,003	1,752	0,87	<i>ns</i>
Domaine PA	TRVS -TRAS	-0,011	0,022	0,0021	-5,217	0,000	***
	TRVC -TRMX	0,032	0,042	0,004	8,058	0,000	***
Non-sportifs	TRVS -TRAS	0,008	0,021	0,0036	2,176	0,036	*
	TRVC -TRMX	0,110	0,044	0,007	14,965	0,000	***

$P < 0. 05 = * ; P < 0. 01 = ** ; P < 0. 001 = ***$

5. Analyse des TRS et des TRC en fonction de l’algorithme moteur

Pour rappel, par algorithme moteur, Parlebas désigne le « *schéma d’organisation d’une action motrice qui se traduit par une succession ordonnée et automatisée de comportements moteurs programmés, aboutissant à l’accomplissement de la tâche motrice visée* » (Parlebas, 1999, p. 39). Ainsi, la démarche d’analyse et de comparaisons que nous avons adoptée dans le traitement des résultats a permis de nous mener vers un deuxième palier d’investigation où nous pouvons traiter les effets liés à l’algorithme moteur (lié à la spécialité sportive) sur le temps de réaction dans les différentes situations d’évaluation que nous proposons dans le protocole expérimental B-percept[®].

5.1. Analyse des TRVS en fonction de l’algorithme moteur

Une première lecture des comparaisons entre les différents algorithmes et les non-sportifs, illustre la présence d’une différence significative entre les groupes qui relève en premier lieu d’une distanciation des résultats des sportifs toutes spécialités confondues des non-sportifs (Tableau 5.7). Toutefois, ce premier constat pourrait déceler aussi des différences entre les sportifs pratiquants dans d’autres algorithmes, même s’ils sont subordonnés au même domaine d’action motrice (Figure 5.7). C’est pour cela que nous avons procédé à une analyse par comparaisons multiples et en adoptant l’ajustement de Bonferroni (Hochberg, 1988).

Tableau 5. 7 : Comparaison des moyennes des résultats des groupes en fonction de l’algorithme moteur pour 100 mesures au test de TRVS

Groupes	N	Moy.(ms)	Ert.	Min	Max	F	P value	< 0,05 =*
Athlétisme	59	0,354	0,017	0,316	0,397	25,440	0,000	***
Spts de combat	46	0,350	0,017	0,303	0,386			
Football	45	0,355	0,017	0,312	0,393			
Handball	38	0,348	0,016	0,301	0,375			
Basket-ball	32	0,366	0,016	0,322	0,402			
Non-sportifs	36	0,385	0,018	0,334	0,419			

$P < 0. 05 = * ; P < 0. 01 = ** ; P < 0. 001 = ***$

En effet, la comparaison par paire entre les différents groupes selon l’algorithme moteur (Tableau 5.1, *annexe 2*) démontre une différence très significative entre les groupes pratiquant l’Athlétisme ($p < 0,011$), les Sports de combat ($p < 0,000$), le Handball ($p < 0,000$) et le Football ($p < 0,044$) par rapport au groupe pratiquant du Basket-ball.

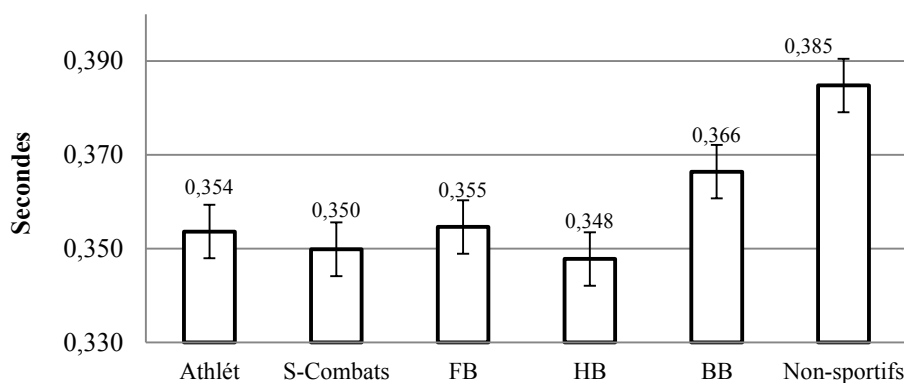


Figure 5. 7 : Illustration des moyennes des temps de réaction aux stimuli visuels simples (TRVS) selon l’algorithme moteur

5.2. Analyse des TRAS en fonction de l’algorithme moteur

Selon leurs spécialités sportives respectives, les sujets pourraient avoir affaire à des stimuli auditifs, tels que les sons de clochette ou de pistolet de départ, ou les appels et consignes émis par des partenaires ou des messages transmis par les adversaires. Ces formes de sonorités auditives conditionnent l’attention des pratiquants qui leur deviennent attentifs. Ainsi, l’évaluation de l’attention aux signaux auditifs à travers la mesure du temps de réaction lors de la perception de ce genre de stimuli a démontré (Tableau 5.8) la présence d’une différence entre les groupes, qui s’avère ne pas se limiter uniquement entre sportifs et non-sportifs. En effet, l’analyse de la variance à travers la comparaison par paires révèle (Tableau 5.2, *annexe 2*) que les pratiquants de l’Athlétisme et des Sports de combat ont une réponse similaire par rapport aux stimuli auditifs simples. Par contre, ils sont significativement différents des sportifs pratiquant un sport sociomoteur de coopération et d’opposition.

Tableau 5. 8 : Comparaison des moyennes des résultats des groupes en fonction de l’algorithme moteur pour 100 mesures au test de TRAS

Groupes	N	Moy.(ms)	Ert.	Min	Max	F	P value	< 0,05 =*
Athlétisme	59	0,354	0,017	0,330	0,397	14,665	0,000	***
Spts de combat	46	0,356	0,015	0,330	0,396			
Football	45	0,367	0,016	0,338	0,422			
Handball	38	0,366	0,013	0,337	0,397			
Basket-ball	32	0,366	0,011	0,345	0,395			
Non-sportifs	36	0,377	0,013	0,353	0,410			

$P < 0. 05 = * ; P < 0. 01 = ** ; P < 0. 001 = ***$

Par ailleurs, les sportifs pratiquants des sports sociomoteurs de coopération et d’opposition ont des temps auditifs similaires entre eux. Toutefois, ils sont significativement différents des athlètes, des sportifs de combat et des non-sportifs (Figure 5.8)

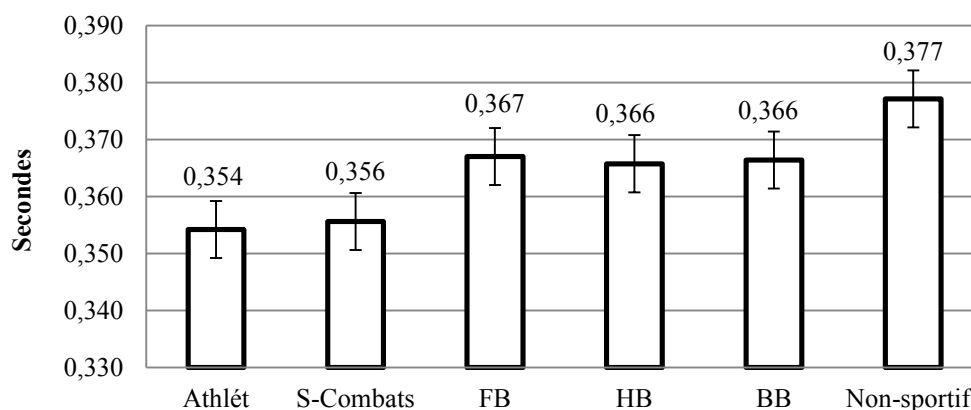


Figure 5. 8 : Illustration des moyennes des temps de réaction aux stimuli auditifs simples (TRAS) selon l’algorithme moteur

5.3. Analyse des TRVC en fonction de l’algorithme moteur

La comparaison entre les résultats obtenus par l’ensemble des individus évalués au test TRVC montre (Tableau 5.9) une différence significative entre les groupes dans leurs temps de réaction face à la présence de signaux visuels complexes. En effet, le processus de recherche spatiale du signal a permis d’enregistrer des différences dans la manière de réagir des groupes. Ainsi, seuls les athlètes et les handballeurs ont réagi de manière semblable et non significativement différente à $p < 0.821$ et $\alpha = 0.05$ (Tableau, 5.3, annexe 2). Tous les autres groupes de pratiquants sont par contre déférents les uns des autres. Ce type résultats a aussi permis de mettre en relief l’effet de la pratique sportive sur le temps TRC, puisque tous les pratiquants ont enregistré, indépendamment de leur algorithme moteur des résultats meilleurs que les non-sportifs.

Tableau 5. 9 : Comparaison des moyennes des résultats des groupes en fonction de l’algorithme moteur pour 100 mesures au test de TRVC

Groupes	N	Moy.(ms)	Ert.	Min	Max	F	P value	< 0,05 =*
Athlétisme	59	0,495	0,026	0,436	0,550	132,22	0,000	***
Spts de combat	46	0,460	0,013	0,429	0,487			
Football	45	0,481	0,022	0,435	0,538			
Handball	38	0,502	0,024	0,455	0,541			
Basket-ball	32	0,534	0,017	0,488	0,573			
Non-sportifs	36	0,585	0,002	0,542	0,733			

$P < 0. 05 = * ; P < 0. 01 = ** ; P < 0. 001 = ***$

Les résultats du test TRVC mettent, ainsi en relief des différences significatives au sein du domaine (PA) où les sportifs semblent réagir différemment en fonction de leur algorithme moteur pratiqué (Figure 5.9). En effet, les pratiquants de Sports de combat ont enregistré la meilleure moyenne de TRVC (0,481 ms) et ont été les plus homogènes, suivis par les footballeurs et les athlètes qui sont tous quasiment à 100 ms mieux que les non-sportifs.

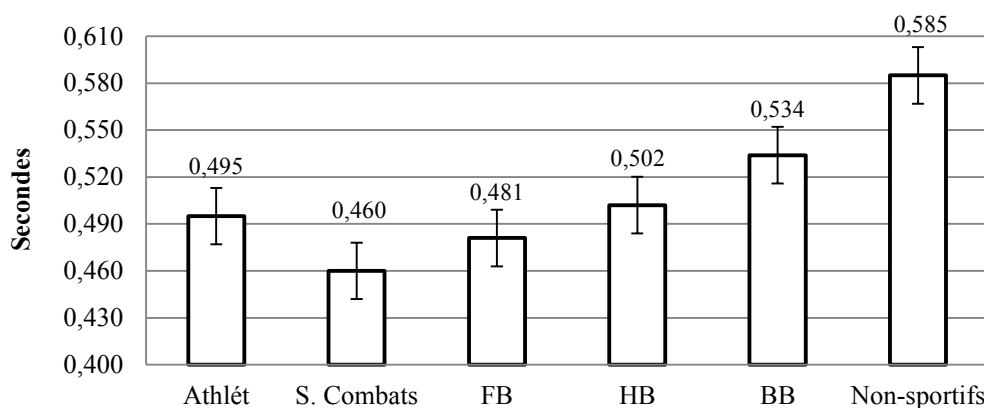


Figure 5. 9 : Illustration des moyennes des temps de réaction aux stimuli visuels complexes (TRVC) selon l’algorithme moteur

5.4. Analyse des TRMX en fonction de l’algorithme moteur

En accompagnant la source lumineuse par un signal auditif, notre objectif était de déterminer si ce nouveau signal mixte pourrait influencer la recherche spatiale de sources informationnelles. Ainsi, les résultats que nous avons obtenus (Tableau 5.10), et qui mettent en comparaison les moyennes des temps de réaction obtenus par chaque groupe selon l’algorithme de ses pratiques, mettent en examen entre-autres les accommodations acquises à ce type de pratiques motrices sur la perception et sur le temps de réaction de type TRC.

En effet, l’analyse de la variance à un facteur montre une différence significative entre les athlètes et tous les pratiquants sportifs et même les non-sportifs. Ainsi, les athlètes semblent avoir plus de difficulté que les autres individus à trouver et à réagir aux signaux mixtes. De

surcroît, les athlètes semblent être moins homogènes que tous les autres notamment en enregistrant le plus grand écartype, ce qui nous incite, plus tard à affiner l'analyse intragroupe pour décrypter la différence entre les pratiquants de Course et de Concours.

Tableau 5. 10 : Comparaison des moyennes des résultats des groupes en fonction de l'algorithme moteur pour 100 mesures au test de TRMX

Groupes	N	Moy.(ms)	Ert.	Min	Max	F	P value	< 0,05 =*
Athlétisme	59	0,500	0,034	0,421	0,607	15,459	0,000	***
Spts de combat	46	0,455	0,018	0,412	0,498			
Football	45	0,474	0,026	0,428	0,571			
Handball	38	0,467	0,028	0,417	0,575			
Basket-ball	32	0,471	0,024	0,432	0,568			
Non-sportifs	36	0,476	0,032	0,435	0,635			

$P < 0. 05 = * ; P < 0. 01 = ** ; P < 0. 001 = ***$

De leur part, les pratiquants de Sports de combat (Domaine A) sont significativement différents des athlètes ($p < 0.001$, $\alpha = 0.05$), des footballeurs ($p < 0.012$, $\alpha = 0.05$) et des non-sportifs ($p < 0.010$, $\alpha = 0.05$). Parallèlement, aucune différence significative n'est trouvée entre les sportifs pratiquant le Football, le Handball, le Basket-ball (Domaine PA) et les non-sportifs.

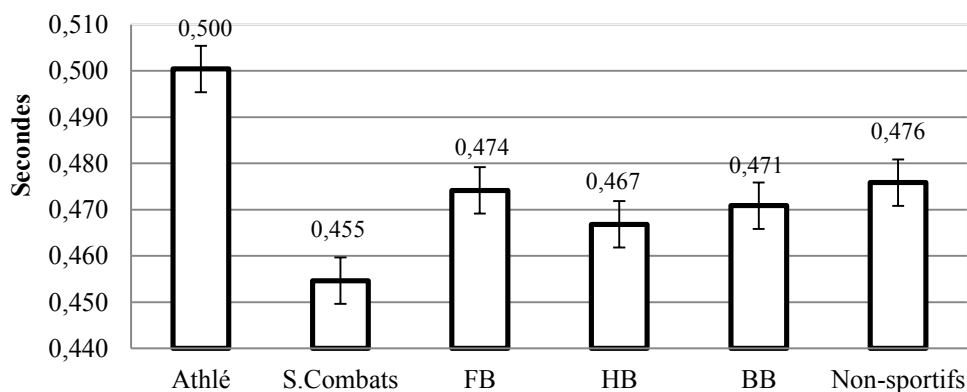


Figure 5. 10 : Illustration des moyennes des temps de réaction aux stimuli auditifs et visuels mixtes et complexes (TRMX) selon l'algorithme moteur

6. Analyse des TRS et des TRC en fonction de l'habitus moteur

L'habitus moteur désigne ici les « *Habitudes et attitudes socialement acquises qui sous-tendent et pré-déterminent partiellement les façons de penser, se sentir et d'agir de tout individu et traduisent notamment le rapport qu'il entretient avec son corps* » (Parlebas, 1999, p. 159). En effet, les analyses que nous avons faites jusqu'ici ont permis de dévoiler certaines différences dans le traitement du signal visuel, auditif ou mixte, simple ou complexe, de façon différente en

fonction de la pratique sportive, du domaine d'action motrice d'appartenance ainsi qu'en fonction de l'algorithme moteur. La pertinence des analyses précédentes incite à mener des analyses davantage plus approfondie. Ainsi, en supposant qu'un athlète pratiquant le Lancer puisse être influencé par sa pratique au point d'avoir des réactions différentes de celles d'un coureur, ou qu'un joueur central puisse être plus réactif à certains stimuli qu'un joueur de couloir (ailier), nous mettons en examen l'effet de ces spécificités à travers les sujets que nous avons étudiés.

6.1. Analyse du TRVS en fonction de l'habitus moteur

L'étude de l'habitus moteur vise ici à valoriser l'effet de la tâche motrice (Genty, Deneuve *et al.*, 2002 ; Delignières, 2006) à laquelle le sportif s'est habitué dans au cours de sa pratique et dans ses entraînements. En effet, pour mener à bien cette analyse et afin de préserver la représentabilité de l'échantillon, nous avons rassemblé les sportifs selon leurs repères spatiaux de jeu (centraux, latéraux, etc.). Ainsi, la comparaison de moyennes obtenues au test TRVS présentée au (Tableau 5.11) décrit une différence très significative entre les groupes.

Tableau 5. 11 : Comparaison des moyennes des résultats des groupes en fonction de l'habitus moteur pour 100 mesures au test de TRVS

	Groupes	N	Moy.(ms)	Ert.	Min	Max	F	P value	< 0,05 =*
<i>TRVS</i>	Course	32	0,351	0,015	0,316	0,381	16,403	0,000	***
	Concours	27	0,357	0,019	0,316	0,397			
	Boxe-Fr	12	0,350	0,020	0,321	0,383			
	Boxe-Ang	16	0,344	0,016	0,303	0,362			
	Taekwondo	19	0,357	0,014	0,335	0,386			
	Central	51	0,351	0,017	0,312	0,387			
	Latéral	31	0,351	0,017	0,301	0,393			
	Basket-ball	32	0,366	0,017	0,322	0,402			
	Non-sportifs	36	0,385	0,018	0,334	0,419			

$P < 0.05 = *$; $P < 0.01 = **$; $P < 0.001 = ***$

L'analyse de la comparaison par paire dévoile que la différence obtenue est liée essentiellement aux sujets appartenant au domaine (PA), notamment aux joueurs de Basket-ball et aux joueurs latéraux dans en Football et en Handball, ce qui nous encourage poser les jalons d'une interrogation sur l'effet d'une certaine restriction du champ visuel chez ces pratiquants, comme conséquence à leur stéréotype moteur.

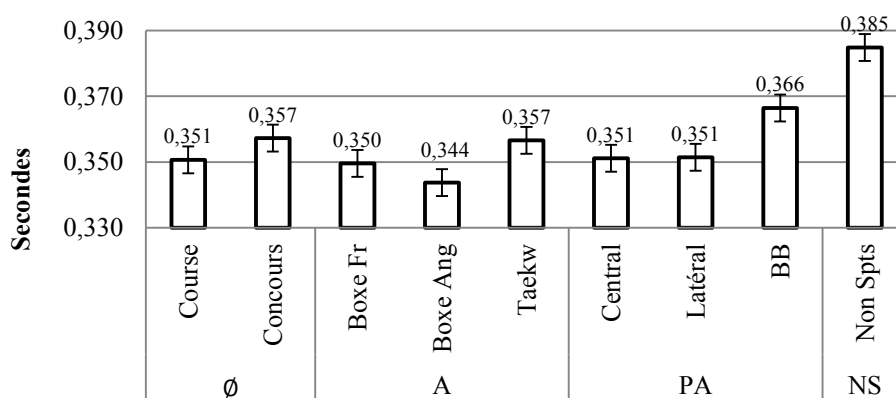


Figure 5. 11 : Illustration des moyennes des temps de réaction aux stimuli visuels simples (TRAS) selon l'habitus moteur

6.2. Analyse du TRAS en fonction de l'habitus moteur

Les résultats du temps de réaction aux stimuli auditifs simples (Tableau 5.12), analysés du point de vue stéréotype moteur démontrent l'existence d'une différence significative ($ddl=255$, $p < 0,000$) entre les groupes.

Tableau 5. 12 : Comparaison des moyennes des résultats des groupes en fonction de l'habitus moteur pour 100 mesures au test de TRAS

	Groupes	N	Moy.(ms)	Ert.	Min	Max	F	P value	< 0,05 =*
<i>TRAS</i>	Course	32	0,346	0,011	0,330	0,369	13,589	0,000	***
	Concours	27	0,364	0,018	0,334	0,397			
	Boxe-Fr	12	0,349	0,014	0,334	0,377			
	Boxe-Ang	16	0,357	0,015	0,335	0,390			
	Taekwondo	19	0,359	0,015	0,330	0,396			
	Central	51	0,364	0,014	0,337	0,397			
	Latéral	31	0,370	0,014	0,347	0,422			
	Basket-ball	32	0,366	0,011	0,345	0,395			
	Non-sportifs	36	0,377	0,013	0,353	0,410			

$P < 0. 05 = *$; $P < 0. 01 = **$; $P < 0. 001 = ***$

Cette différence est principalement liée aux résultats des pratiquants de la course et de la Boxe française. Ainsi, en les comparant aux autres à travers une analyse par paire nous constatons que les pratiquants de la Course ont de meilleurs temps de réaction que les pratiquants de Concours (Athlétisme), les joueurs centraux, les joueurs latéraux et les joueurs de Basket-ball. Ces résultats sont significatifs ($p < 0,000$). Parallèlement, les pratiquants de la Boxe française sont significativement plus réactifs aux stimuli auditifs simples que les joueurs centraux, les joueurs latéraux et les Basketteurs.

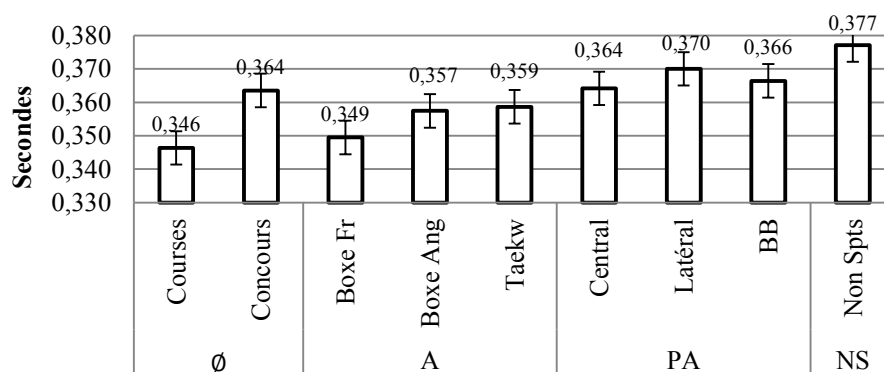


Figure 5. 12 : Illustration des moyennes des temps de réaction aux stimuli auditifs simples (TRAS) selon l’habitus moteur

6.3. Analyse du TRVC en fonction de l’habitus moteur

Afin de mieux cerner les sources des différences significatives, dans le temps de réaction aux stimuli visuels complexes, entre les domaines d’action motrice, nous avons comparé l’effet de chaque type de tâche motrice qualifié par l’effet de l’habitus. Ces résultats (Tableau 5.13) expliquent les décalages dans un premier lieu par des moyennes de temps de réponses remarquablement lentes notamment chez les non-sportifs (585 ms) ainsi que chez les joueurs latéraux appartenant au domaine (PA) (534 ms). En effet la valeur élevée de la variance illustre une différence entre les résultats intragroupes et intergroupes dans ce test qui sollicite entre autres une analyse par paire pour la situer avec précision (Figure 5.13).

Tableau 5. 13 : Comparaison des moyennes des résultats des groupes en fonction de l’habitus moteur pour 100 mesures au test de TRVC

Groupes	N	Moy.(ms)	Ert.	Min	Max	F	P value	< 0,05 =*
Course	32	0,498	0,029	0,436	0,550	74,339	0,000	***
Concours	27	0,492	0,024	0,442	0,536			
Boxe-Fr	12	0,454	0,013	0,429	0,477			
Boxe-Ang	16	0,467	0,013	0,443	0,487			
Taekwondo	19	0,463	0,021	0,436	0,532			
Central	51	0,488	0,025	0,435	0,538			
Latéral	31	0,493	0,026	0,455	0,541			
Basket-ball	32	0,534	0,017	0,488	0,573			
Non-sportifs	36	0,585	0,034	0,542	0,733			

$P < 0. 05 = * ; P < 0. 01 = ** ; P < 0. 001 = ***$

En effet, la comparaison par paire des résultats du test TRVC démontre, donc, que la différence est causée par l’apparition de trois groupes de niveaux de performances distincts. D’un côté nous trouvons les Courses, les Concours, les joueurs centraux et latéraux qui sont tous significativement d’un deuxième groupe qui se construit entre les pratiquants de la Boxe anglaise, de la Boxe française et du Taekwondo. Un troisième groupe paraît significativement différent des deux autres s’est construit entre les basketteurs et les non-sportifs.

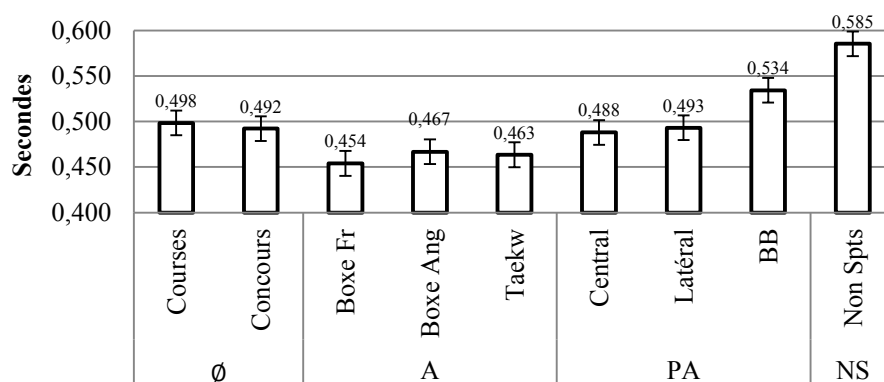


Figure 5. 13 : Illustration des moyennes des temps de réaction aux stimuli auditifs simples (TRAS) selon l’habitus moteur

6.4. Analyse du TRMX en fonction de l’habitus moteur

Comme nous l’avons mentionné plus haut, ce test qui propose des stimuli auditifs et visuels représente en partie des stimuli faisant référence par leur jonction à des stimuli d’un environnement quotidien. En effet, l’analyse de la variance des résultats démontre une différence significative entre les performances obtenues par les différents groupes de sujets (Tableau 5.12). Cette différence est liée aux résultats obtenus par le groupe de course, qui s’est différencié des autres par la plus faible moyenne de temps de réaction parmi toutes les pratiques (Figure 5.14).

Tableau 5. 14 : Comparaison des moyennes des résultats des groupes en fonction de l’habitus moteur pour 100 mesures au test de TRMX

Groupes	N	Moy.(ms)	Ert.	Min	Max	F	P value	< 0,05 =*
Course	32	0,506	0,033	0,440	0,607	9,930	0,000	***
Concours	27	0,493	0,033	0,421	0,562			
Boxe-Fr	12	0,460	0,018	0,428	0,492			
Boxe-Ang	16	0,450	0,012	0,423	0,471			
Taekwondo	19	0,458	0,025	0,412	0,505			
Central	51	0,468	0,025	0,426	0,571			
Latéral	31	0,474	0,030	0,417	0,575			
Basket-ball	32	0,471	0,024	0,432	0,568			
Non-sportifs	36	0,476	0,032	0,435	0,635			

$P < 0. 05 = * ; P < 0. 01 = ** ; P < 0. 001 = ***$

En effet, les comparaisons par paire confirment cette constatation puisque les pratiquants de Course en couloir et des Concours (Sauts, Lancers), à eux seuls, sont significativement différents ($ddl = 255 ; p < 0,000$) de tous les autres groupes de sujet, y compris les non-sportifs. Par ailleurs, ces constats nous interrogent davantage sur une probabilité d’interférence entre les signaux qui aurait pu causer ce « déficit » de performance, sachant que ce même groupe avait les meilleurs résultats au TRVS et au TRAS.

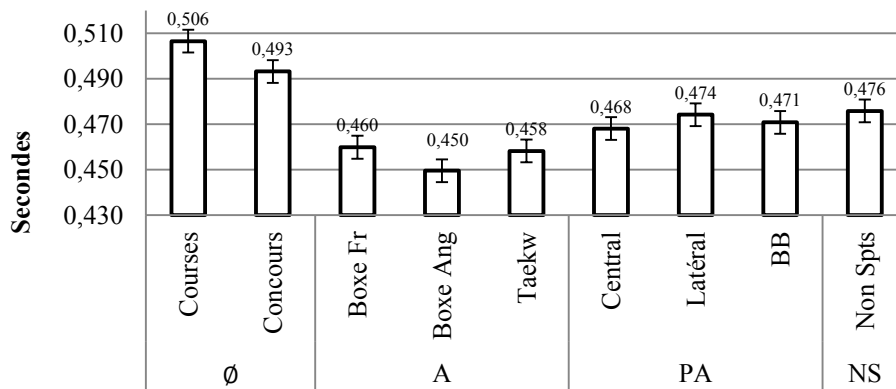


Figure 5. 14 : Illustration des moyennes des temps de réaction aux stimuli auditifs simples (TRMX) selon l'habitus moteur

7. Classification hiérarchique des temps de réaction aux stimuli simples et complexes en fonction des domaines d'action motrice.

Nous avons élaboré une analyse discriminante des temps de réaction visuels et auditifs simples et complexes réalisés par tous les sujets testés afin de dresser une classification hiérarchique des domaines d'action, des algorithmes moteurs et des stéréotypes moteurs en fonction des performances. La classification élaborée répartit les résultats en trois niveaux de performances :

- Performances considérées « lentes » = $[(moyenne + 2\sigma) \rightarrow +\infty]$
- Performances considérées « moyennes » = $moyenne \pm 1\sigma$
- Performances considérées « rapides » = $[-\infty \rightarrow (moyenne - 2\sigma)]$

Les performances dans chaque domaine d'action motrice sont classées, ainsi, en fonction de la pente de la courbe de normalité de Gauss (Morice, 1972 ; Hadjadji Seddik-Ameur, 2003)

7.1. Distribution des résultats au test TRVS selon les domaines d'action motrice

Les résultats présentés (Tableau 5.15), obtenus à l'issue d'une analyse discriminante, fait que 70,31 % de la densité des fréquences relatives au temps de réaction simple se classent comme « moyenne » (Figure 5.15 a), dont 33,80 % des temps sont relatifs aux sportifs du domaine sociomoteur (PA). Parallèlement, 15,23 % sont classés comme lents et seulement 14,45 % ont des performances rapides.

Tableau 5. 15 : Comparaison des distributions des proportions du temps de réaction visuel simple après 100 mesures au test de TRVS

Critère de classification	Groupe	N	Proportions (%)
Rapide	Domaine (\emptyset)	8	3,13
	Domaine (A)	9	3,52
	Domaine (PA)	19	7,42
	Non-sportifs	1	0,39
Moyen	Domaine (\emptyset)	47	18,36
	Domaine (A)	35	13,67
	Domaine (PA)	85	33,20
	Non-sportifs	13	5,08
Lent	Domaine (\emptyset)	4	1,56
	Domaine (A)	2	0,78
	Domaine (PA)	11	4,30
	Non-sportifs	22	8,59
		N = 256	100 %

La représentation graphique des résultats du test TRVS des sportifs et des non-sportifs en boîtes à moustaches (Figure 5.15 b) montre que 50 % des temps des réactions enregistrés se situent à l'intérieur des boîtes c'est-à-dire entre 345 ms et 365 ms ce qui confirme la centralité de la distribution des valeurs associées à ce modèle de test. Cette distribution serait intéressante, également, dans la comparaison de l'estimation de la difficulté du test à travers les ressentis des participants interrogés dans le cadre d'un entretien mené avec un échantillon d'individus.

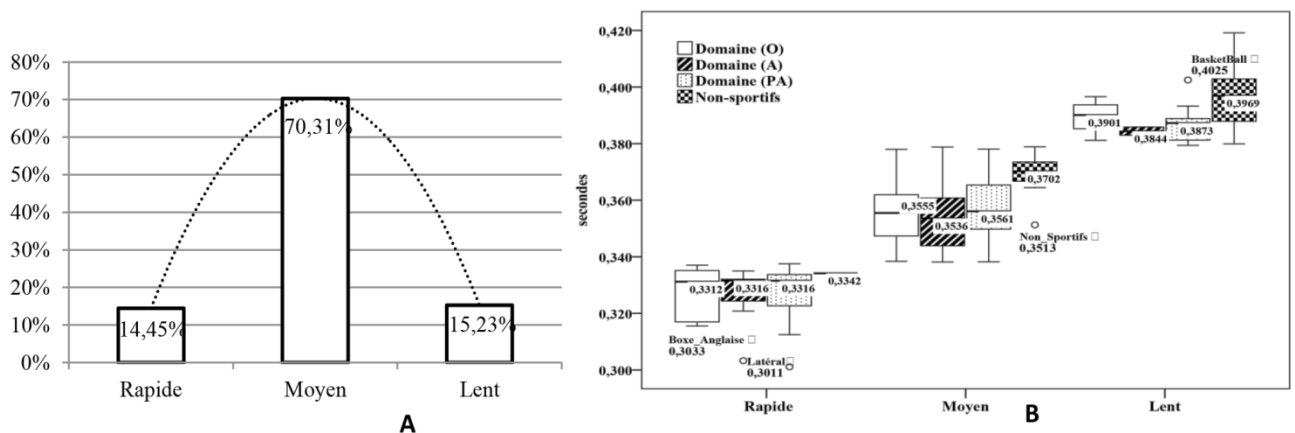


Figure 5. 15 : Illustration de la densité des performances par niveau de performance (A) et par domaine d'action motrice (B) au test B-percept® du temps de réaction visuel simple TRVS

7.2. Distribution des résultats au test TRAS selon les domaines d'action motrice

Au cours des passations, le test TRAS du B-percept[®] paraissait aussi facile que le TRVS. Ainsi, les résultats de l'analyse de la densité des fréquences relatives aux temps obtenus (Tableau 5.16) place 63,28 % des performances sous la pente de la normalité (Lévy, 1924) sous la courbe de Gausse (Figure 5.16) qui est dans l'intervalle situé entre : *moins un écartype et plus un écartype* ($\mu \pm \sigma$). Parallèlement, la densité des performances rapides s'élève à (18,75 %) et se place supérieure à celle des temps considérés lents (17,97 %).

Tableau 5. 16 : Comparaison des distributions des proportions du temps de réaction visual simple après 100 mesures au test de TRAS

Critère de classification	Groupe	N	Proportions (%)
Rapide	Domaine (\emptyset)	25	9,77
	Domaine (A)	15	5,86
	Domaine (PA)	7	2,73
	Non-sportifs	1	0,39
Moyen	Domaine (\emptyset)	29	11,33
	Domaine (A)	29	11,33
	Domaine (PA)	90	35,16
	Non-sportifs	14	5,47
Lent	Domaine (\emptyset)	5	1,95
	Domaine (A)	2	0,78
	Domaine (PA)	18	7,03
	Non-sportifs	21	8,20
		N = 256	100 %

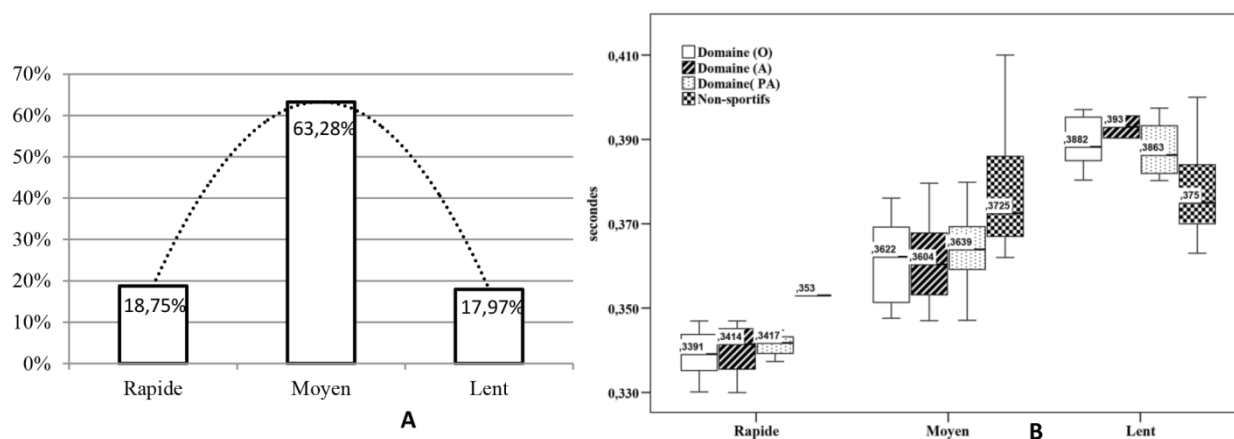


Figure 5. 16 : Illustration de la densité des performances par niveau de performance (A) et par domaine d'action motrice (B) au test B-percept[®] du temps de réaction auditif simple TRAS

7.3. Distribution des résultats au test TRVC selon les domaines d'action motrice

La distribution des résultats par domaine et par niveau de performance présentés au (Tableau 5.17) montre que 70,7 % des performances forment une densité de normalité située entre 460 ms et 551 ms (Figure 5.17, a). En effet, ce résultat s'illustre clairement à travers les boîtes à moustaches (Figure 5.17, b) où nous notons deux densités importantes liées aux performances des sportifs du domaine psychomoteur (\emptyset) et surtout du domaine sociomoteur de coopération opposition (PA). Ces résultats d'analyse discriminante viennent confirmer les résultats des analyses comparatives concernant l'adaptation des joueurs appartenant au domaine (PA) à la recherche visuelle dans l'espace environnant.

Tableau 5. 17 : Comparaison des distributions des proportions du temps de réaction visual simple après 100 mesures au test de TRVC

Critère de classification	Groupe	N	Proportions (%)
Rapide	Domaine (\emptyset)	5	1,95
	Domaine (A)	23	8,98
	Domaine (PA)	10	3,91
	Non-sportifs	0	0,00
Moyen	Domaine (\emptyset)	54	21,09
	Domaine (A)	23	8,98
	Domaine (PA)	101	39,45
	Non-sportifs	3	1,17
Lent	Domaine (\emptyset)	0	0,00
	Domaine (A)	3	1,17
	Domaine (PA)	4	1,56
	Non-sportifs	33	12,89
		N = 256	100 %

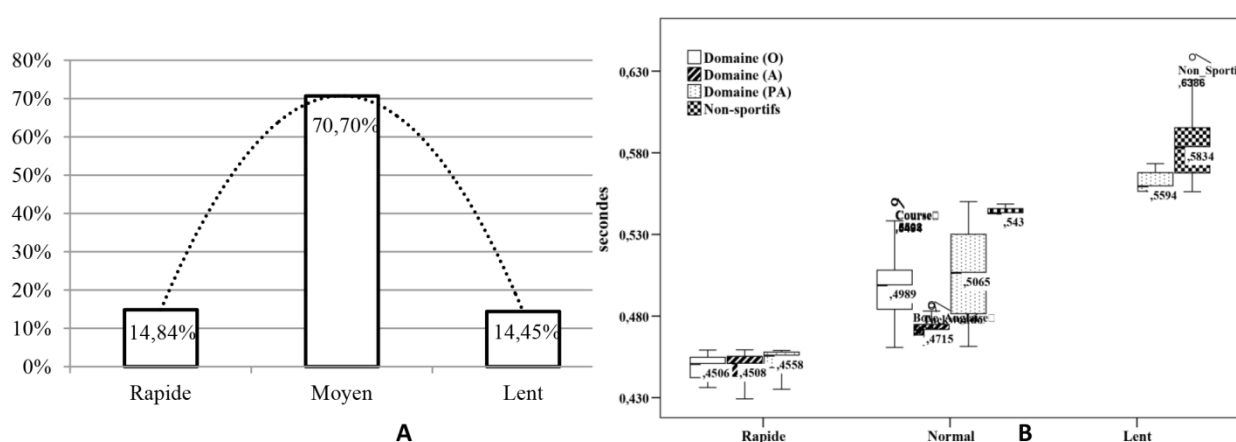


Figure 5. 17 : Illustration de la densité des performances par niveau de performance (A) et par domaine d'action motrice (B) au test B-percept® du temps de réaction visual complexe TRVC

7.4. Distribution des résultats au test TRMX selon les domaines d'action motrice

Lors de l'analyse comparative que nous avons décrite plus haut, le test B-percept[®] s'est révélé difficile chez les sportifs du domaine (\emptyset) pratiquant la Course en couloir. En effet, les résultats des analyses discriminantes confirment ce constat puisque la densité des performances dans ce groupe est seulement 0,78 % rapide par rapport à une densité globale de 14,84 % chez tous les sportifs rapides de tous les domaines. Par ailleurs, 77,34 % des performances, tous domaines confondus, sont classées dans la zone moyenne contre 12,89 % de performances lentes.

Tableau 5. 18 : Comparaison des distributions des proportions du temps de réaction visuel simple après 100 mesures au test de TRMX

Critère de classification	Groupe	N	Proportions (%)
Rapide	Domaine (\emptyset)	2	0,78 %
	Domaine A	9	3,52 %
	Domaine PA	11	4,30 %
	Non-sportifs	3	1,17 %
Moyen	Domaine (\emptyset)	30	11,72 %
	Domaine A	37	14,45 %
	Domaine PA	99	38,67 %
	Non-sportifs	32	12,50 %
Lent	Domaine (\emptyset)	27	10,55 %
	Domaine A	0	0,00 %
	Domaine PA	5	1,95 %
	Non-sportifs	1	0,39 %
		N = 256	100 %

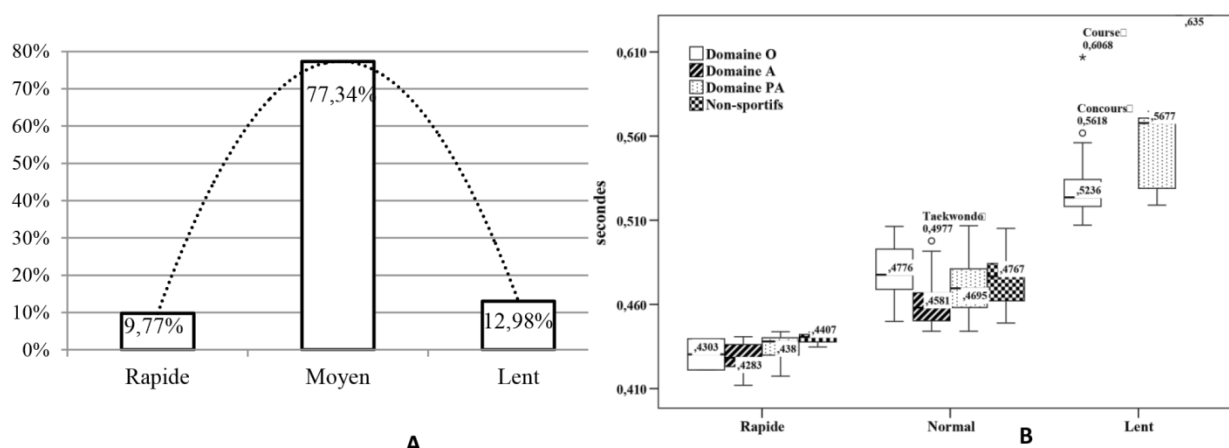


Figure 5. 18 : Illustration de la densité des performances par niveau de performance (A) et par domaine d'action motrice (B) au test B-percept[®] du temps de réaction complexe Mixte TRMX

8. Conclusions du chapitre

Au terme de ce cinquième chapitre consacré à la présentation, l'analyse et l'interprétation des résultats des mesures de la vitesse de réaction simple et complexe, nous concluons que la pratique sportive produirait un effet positif sur le temps de réaction aux stimuli simples (visuels et auditifs) et complexes (visuels). En effet, les tests du B-percept[®] ont montré que les pratiquants des trois domaines d'action étudiés ont réagi plus rapidement que les non-sportifs, sur la quasi-totalité des tests, excepté celui présentant des stimuli complexes : visuels et auditifs.

Les résultats obtenus à travers les comparaisons inter-domaines d'action ont révélé l'absence de différence significative entre les résultats des sportifs pratiquant une activité psychomotrice (\emptyset) et ceux pratiquant une activité sociomotrice d'opposition (A) dans les tests visuels et auditifs simples. Toutefois, la situation change face aux stimuli complexes, puisque les pratiquants du domaine psychomoteur (\emptyset) — habitués à des sollicitations sensorielles simples telles que le signal de départ chez les coureurs — se retrouvent en difficulté de recherches visuelle et auditive spatiales complexes. Cette difficulté est, d'ailleurs confirmée dans plusieurs recherches menées dans des conditions expérimentales (Becker, 2011 ; Ritesh et Tejas, 2012 ; Insabato, Dempere-Marco et al., 2014 ; Blissing, Bruzelius et al., 2016 ; Womack, Paliotta et al., 2017). Ainsi, la pratique au sein de pratiques de haute sémiotricité permet une meilleure adaptation (donc réactivité) à des stimuli sensoriels complexes et mixtes.

Afin de tracer les effets spécifiques au sein de chaque domaine d'action sur la motricité de ses pratiquants, nos investigations se sont orientées vers les comparaisons en fonction des spécialités sportives dites "algorithmes moteurs". À ce niveau d'analyse, nous avons enregistré des différences significatives : par exemple, entre les pratiquants d'une motricité de *simultanéité*, telle que la Course en couloir et ceux pratiquants une motricité d'*alternance* qui font pourtant partie d'un même domaine d'action (\emptyset). De surcroît, nous avons relevé des différences significatives entre les basketteurs d'un côté, les footballeurs et les handballeurs de l'autre. Ces résultats, semblent révéler face à une même logique interne, l'effet d'une pratique continue — dans un même algorithme moteur et selon des habitus moteurs déterminés — sur l'acquisition d'habiletés motrices particulières telles que, la vitesse de réaction aux stimuli de l'environnement ou le maintien d'une attention soutenue.

Ces conclusions présentées de manière résumée viennent consolider la première et deuxième hypothèse énoncées au début de ce travail. Elles incitent, en parallèle, à tracer les différences inter et intra-domaines d'action concernant aussi les volets de la personnalité du sportif. La compréhension des conduites motrices passent aussi par le filtre de dimensions autres que celles strictement motrices, l'individu agissant étant un tout.

Ainsi, le sixième chapitre que nous présentons dans la suite dévoile les résultats d'un questionnaire fermé sollicitant les prédictions de score des pratiquants avant et après chaque test. Entre le "dire" et le "faire réel", il peut y avoir des écarts. Ceux-ci exprimant des sur ou sous-estimations des pratiquants selon leur habitus moteurs et les situations motrices proposées. Autrement dit, ces résultats sont comparés aux résultats réels obtenus sur cent essais réalisés. Nous essayons ainsi d'évaluer le niveau de concordance entre les attentes du sportif et son niveau réel à partir de ses résultats.

C. 6

Résultats des tests B-percept[®] : Prédictions des scores

« One cannot afford to be a realist »

Albert Bandura (1998)

INTRODUCTION

Ce chapitre présente les résultats des comparaisons des différentes prédictions de scores recueillis chez les participants aux tests B-percept[®].

Pour rappel, nous avons demandé à chaque participant de prédire le nombre d'essais qu'il pourrait réussir parmi cent essais consécutifs. Ces prédictions ont été recueillies avant puis après chaque test afin de trouver le décalage entre les prédictions avant l'exécution de la tâche puis après avoir eu connaissance du degré de difficulté. De façon complémentaire, nous comparons ces deux résultats recueillis aux résultats réels que nous pouvons obtenir par B-percept[®].

En somme, dans cette partie de travail nous mettons en valeur les décalages possibles entre les croyances qu'a l'individu de posséder les capacités requises pour produire le comportement attendu, de façon efficace (Bandura et Wessels, 1997), ses attentes et ses résultats réels. Dans ce travail, nous considérons que les tests B-percept[®] de temps de réaction simple comme situations-problèmes simples, alors que les tests de temps de réaction complexe sont des situations-problèmes complexes (Clément, 2009 ; Meunier, 2016).

L'étude comparative est menée, d'abord, entre sportifs et non-sportif afin d'estimer les effets éventuels de la pratique sportive sur la capacité de prédiction (Fortin-Guichard, 2016). Dans une deuxième étape, nous comparons les différentes prédictions de scores faites en fonction du domaine d'action, puis de l'algorithme moteur et enfin selon de l'habitus moteur des individus.

Afin d'assurer un traitement de résultats progressifs garantissant une présentation claire des données, nous procédons, d'abord, par une analyse factorielle globale qui évolue vers des argumentations d'avantage plus précises, chaque fois que les résultats présentés sont significatifs.

1. Comparaison des prédictions des scores aux tests B-percept[®] chez les sportifs et les non-sportifs

Les scores que les participants sportifs et non-sportifs avaient prédit, entre « zéro » et « cent » avant et après chaque le test, ont été traités puis comparés aux scores réels qu'ils ont obtenus. L'analyse factorielle de toutes ces données a permis d'illustrer (Figures 6. 1 et 2) les différences par rapport aux temps de réaction simple (TRS), puis au temps de réaction complexe (TRC).

1.1. Prédications des scores aux tests TRS

Les représentations graphiques des prédictions et des scores réels aux tests TRVS et TRAS (Figure 6.1) montrent une distinction nette sur le graphique relevant d'une différence significative entre les inerties des groupes illustrées par le test de sphéricité de Bartlett $p < 0.0001$, $\alpha = 0.05$. En effet, l'analyse factorielle révèle que la variable explicative F1 liée à la pratique sportive explique à 64,45 % alors que la variable F2 liée au type de test explique les résultats à 26,70 %. Les ellipses de confiance démontrent de façon claire la distance entre les barycentres d'inertie des deux groupes (Figure 6.1, a).

L'analyse des corrélations (Figure 6.1, b) entre les prédictions montre que les résultats Après-TRVS sont très corrélés ($r = 0,73$, $\alpha = 0.05$) aux résultats réels R.réels-TRVS, mais faiblement corrélés aux prédictions avant le test ($r = 0,23$, $\alpha = 0.05$). Cette constatation montre l'influence qu'a le type de la tâche sur le jugement et l'auto-évaluation de la performance ainsi que sur la prise de décision.

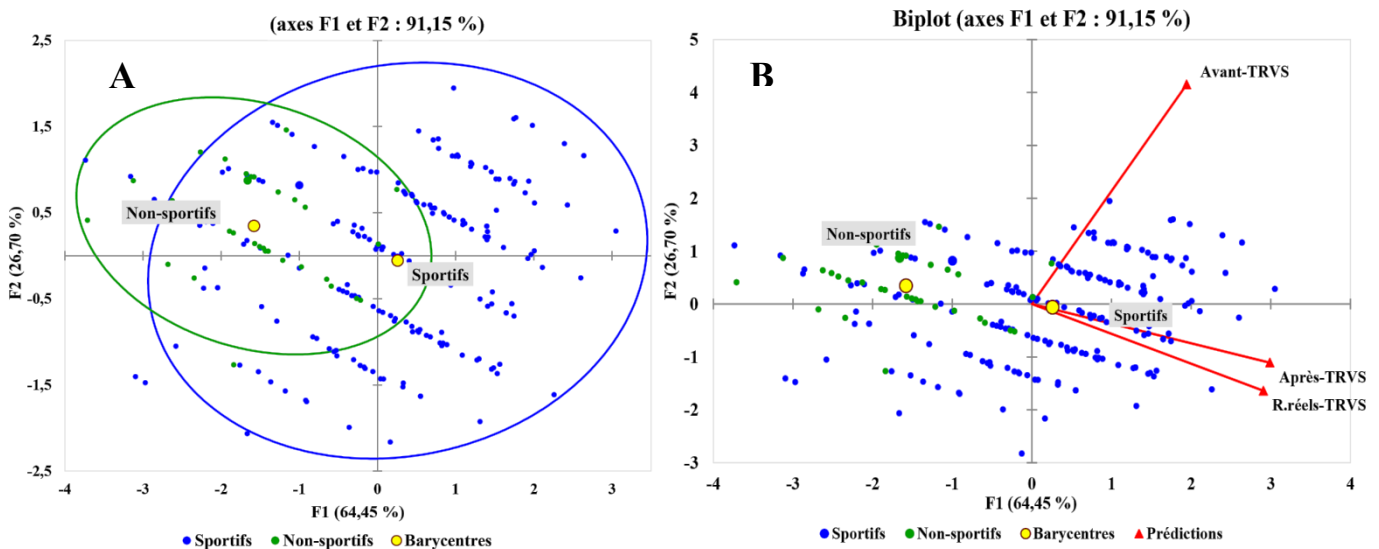


Figure 6. 1 : Représentation des plans factoriels des scores prédits, estimés et réalisés chez les sportifs et les non-sportifs au test de temps de réaction visuel simple (TRVS)

Au cours du deuxième test TRS de temps de réaction auditif simple TRAS, nous notons que les deux variables F1 et F2 représentant respectivement les groupes et le type de test, expliquent les résultats obtenus à 82,49 %. En effet, la différence entre les sportifs et les non-sportifs est bien illustrée à travers la distance séparant les eux barycentres les deux groupes (Figure 6.2 a). Le test de sphéricité de Bartlett mesure une différence significative à $p < 0.0001$, $\alpha = 0.05$.

L'étude des corrélations (Figure 6.2, b) entre le moment de prédiction et les résultats réels obtenus montre, aussi dans ce cas, que les prédictions après le test TRAS ont une corrélation plus importante aux résultats réels obtenus ($r = 0.47$, $\alpha = 0.05$), que les prédictions avant le test ($r = 0.26$, $\alpha = 0.05$). Ce résultat confirme que les sujets prennent mieux conscience de leurs possibilités de performances en s'affrontant au test qu'en essayant de les prédire avant de s'engager dans la tâche.

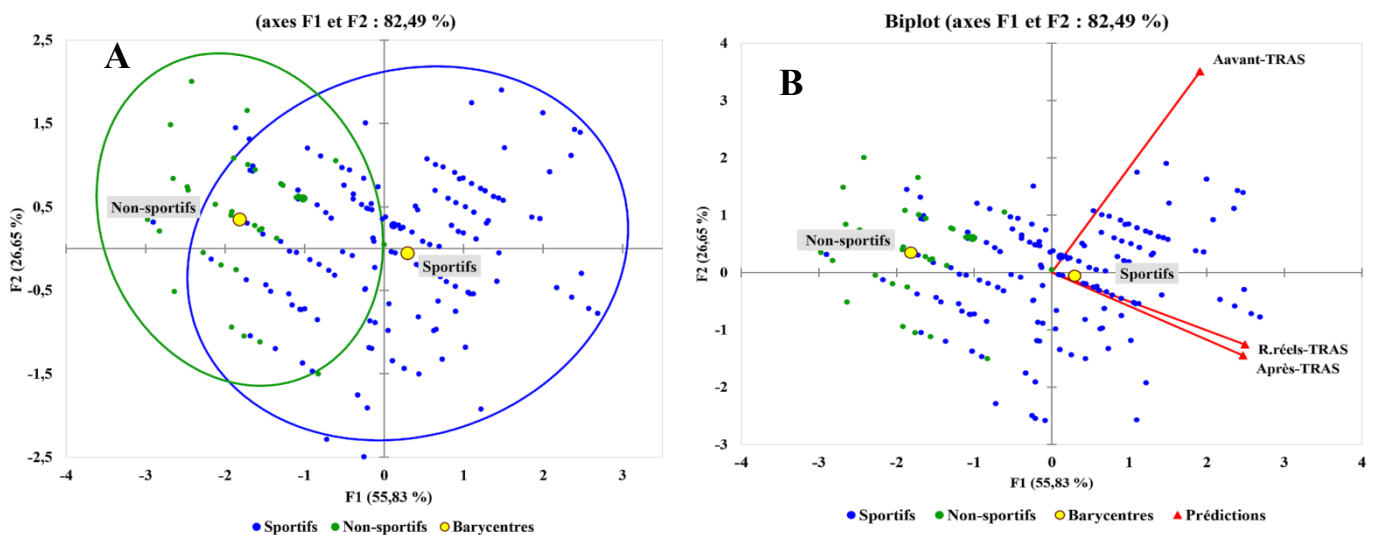


Figure 6. 2 : Représentation des plans factoriels des scores prédits, estimés et réalisés chez les sportifs et les non-sportifs au test de temps de réaction auditif simple (TRAS)

1.2. Prédications des scores aux tests TRC

Les représentations graphiques des prédictions aux tests de temps de réaction complexe TRC sous leurs deux formes TRVC et TRMX (Figures 6.3 et 6.4) démontrent qu'il y a des différences significatives entre les sportifs et les non-sportifs dans la prédiction de leurs scores avant et après les tests. Cette différence existe aussi par rapport à leurs résultats réels.

Effectivement, le test de sphéricité de Bartlett pour le test TRVC montre une différence significative à $p < 0.0001$, $\alpha = 0.05$ qui met en valeur la variable pratique sportive (F1) comme facteur principal influençant les résultats des tests à 63,78 %. Les différences entre les prédictions faites par les deux groupes sont ainsi expliquées à travers les deux variables principales, à savoir : le type de test et l'effet de la pratique sportive à 90,93 %.

Les résultats réels obtenus par les groupes sont fortement corrélés aux prédictions après le test TRVC ($r = 0.72$, $\alpha = 0.05$). Toutefois, nous notons aussi une corrélation des prédictions avant le test avec celle après le test ($r = 0.31$, $\alpha = 0.05$) et avec les scores réels obtenus ($r = 0.28$, $\alpha = 0.05$). Ces résultats peuvent être le signe d'une difficulté dans la prise de décision concernant la prédiction de scores dus également à une faible assimilation de la tâche.

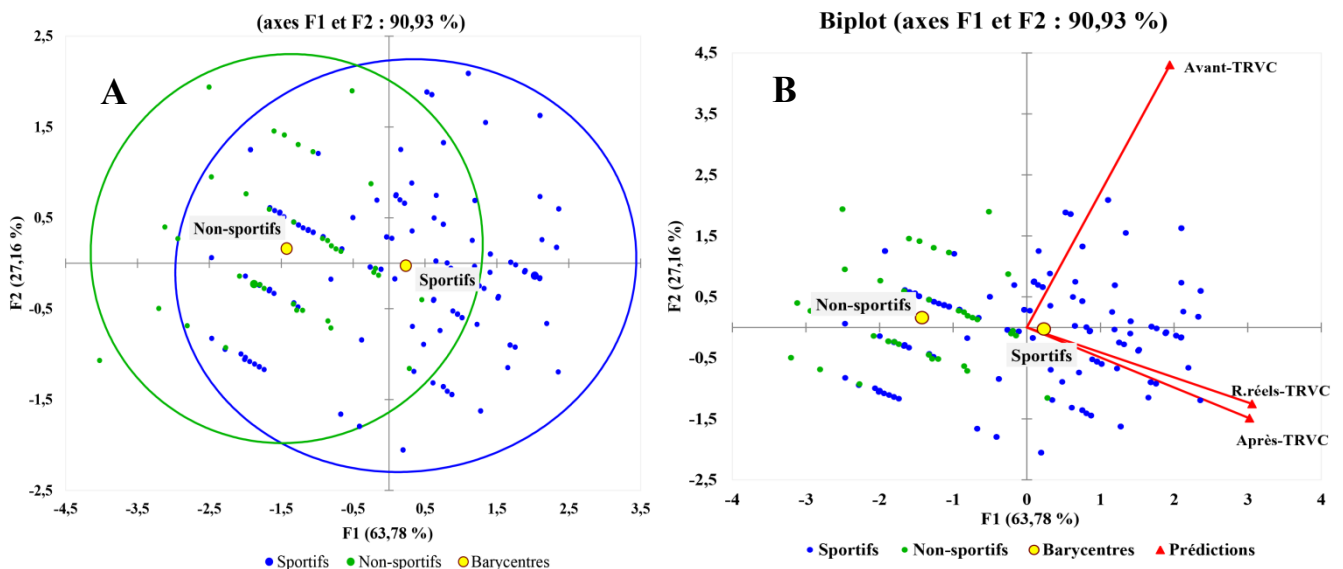


Figure 6. 3 : Représentation des plans factoriels des scores prédits, estimés et réalisés chez les sportifs et les non-sportifs au test de temps de réaction visuel complexe (TRVC)

L'analyse factorielle des résultats du test TRMX montre, à son tour que le facteur pratique sportive qui caractérise la principale différence entre les deux groupes, pourrait à lui seul expliquer 57.29 % des différences entre les résultats obtenus.

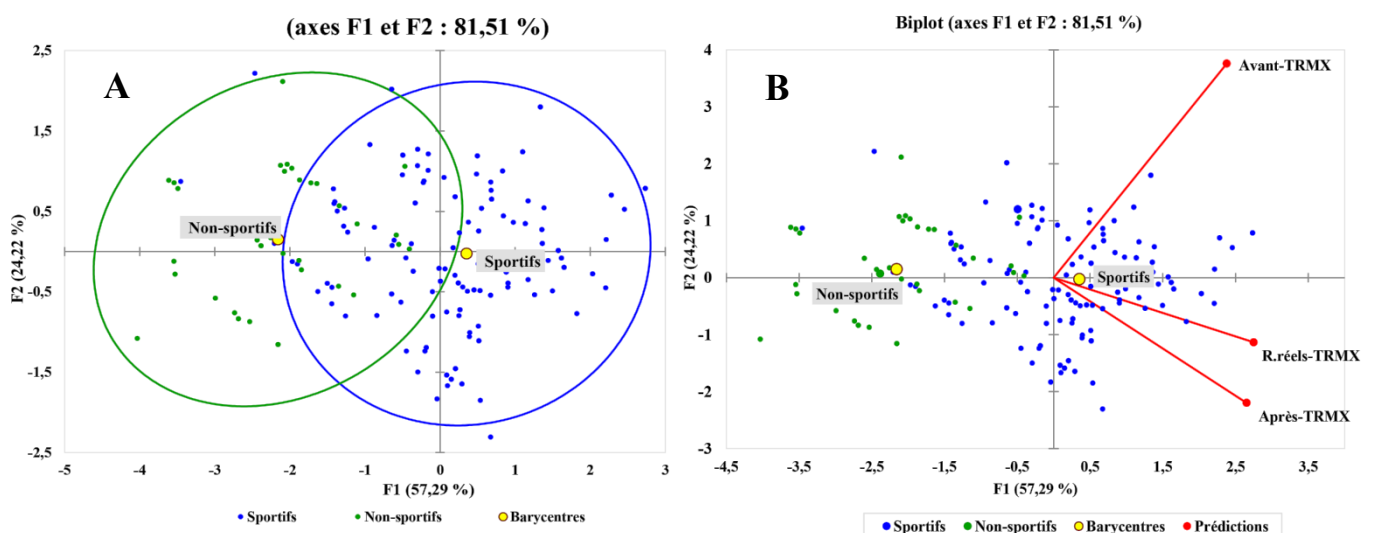


Figure 6. 4 : Représentation des plans factoriels des scores prédits, estimés et réalisés chez les sportifs et les non-sportifs au test de temps de réaction visuel et auditif complexe (TRMX)

En effet, la similitude entre la distribution des réponses au test TRMX avec celle du TRVC (Figure 6.4, a), démontre que la centralité des groupes a baissé par rapport à celle observée lors

des tests TRS. Cela illustre une hétérogénéité grandissante entre les prédictions des scores chez les individus appartenant aux deux groupes.

L'étude des corrélations entre les tests, montre que les prédictions après test sont significativement corrélées à $r = 0.44$, $\alpha = 0.05$. Toutefois, les scores réels son aussi corrélés avec les prédictions avant le test ($r = 0.34$; $\alpha = 0.05$). En parallèle les prédictions avant le test et après le test sont corrélées à $r = 0.29$, $\alpha = 0.05$.

1.3. Comparaison entre les sportifs et les non-sportifs dans chaque test

L'analyse des prédictions faites « avant » puis « après » chaque test B-percept® par les sportifs et les non-sportifs (Tableau 6.1) montre une différence très significative ($p < 0.0001$, $\alpha = 0.05$) entre ces deux groupes dans leurs résultats. Ainsi, l'analyse de la variance, que nous présentons ci-dessous, illustre que les sportifs se sont, souvent, attribué un score maximal et un score minimal élevés. Toutefois, ils ont affiché moins d'homogénéité dans leurs choix que les non-sportifs.

Tableau 6. 1 : Comparaison des résultats des prédictions de scores avant le test de TRVS en fonction de la pratique sportive (pratiquant sportif ou non-sportifs)

Prédictions	Groupe	N	Moy.	Ert.	Min	Max	F	P value	< 0.05 =*
Avant TRVS	Sportifs	220	70,35	15,72	30	100	7,97	0.005	**
	Non-sportifs	36	62,78	8,15	40	80			
Avant TRAS	Sportifs	220	69,28	15,11	30	100	13,879	0.0001	***
	Non-sportifs	36	60,86	17,28	20	100			
Avant TRVC	Sportifs	220	62,34	12,26	40	90	7,575	0.006	**
	Non-sportifs	36	56,39	10,46	30	80			
Avant TRMX	Sportifs	220	63,97	9,59	45	85	53,272	0.0001	***
	Non-sportifs	36	51,39	9,61	30	70			

$P < 0.05 = *$; $P < 0.01 = **$; $P < 0.001 = ***$

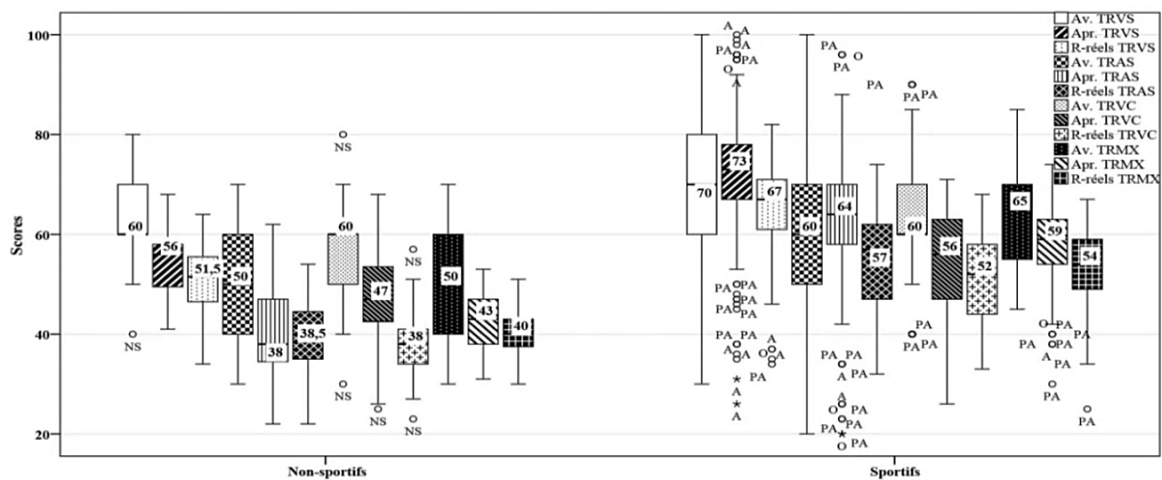


Figure 6. 5 : Illustration en boîtes à moustaches des résultats des prédictions des sportifs et des non-sportifs aux tests simples et complexes du B-percept®. Une hétérogénéité remarquable des choix est illustrée chez les sportifs à travers l'étendue importante des percentiles lors des prédictions des TRVS et TRAS

2. Prédications des scores aux tests B-percept[®] selon le domaine d'action motrice

Afin de déterminer les sources des différences entre les choix faits à chaque étape des tests B-percept[®] et pour mieux comprendre l'origine de l'hétérogénéité entre les résultats des sportifs, nous avons procédé à des comparaisons en fonction du domaine d'action motrice.

2.1. Prédications des scores au test TRVS

Partants de niveaux d'estime d'auto-efficacité significativement différents (Tableau 6.2), les sportifs (des trois domaines) et les non-sportifs ont considéré qu'ils sont capables de réaliser des scores élevés au test TRVS. En effet, l'absence de différence significative ($p < 0.110$, $\alpha = 0.05$) entre les choix des sportifs et des non-sportifs révèle qu'ils ont tous considéré ce test facile à réaliser avant même de le pratiquer.

Le jugement des sportifs a, toutefois, changé après le test puisque la différence par rapport aux non-sportifs est devenue significative ($p < 0.0001$, $\alpha = 0.05$). La comparaison des résultats par l'analyse de la variance des moyennes et la vérification à travers les tests post hoc de Tukey et Bonferroni ($\alpha = 0.05$) (Hochberg, 1988 ; Bland et Altman, 1995) confirme la différence significative entre les scores des sportifs par rapport aux non-sportifs après le test ainsi que par rapport à leurs scores réels enregistrés. Aucune différence n'est, toutefois, enregistrée entre les sportifs de ce domaine en fonction de leur algorithmme moteur.

Tableau 6. 2 : Comparaison des résultats des prédictions de scores au test TRVS selon le domaine d'action motrice correspondant

TRVS		N	Moy.	Ert.	Min	Max	F	P value < 0.05 =*	
Score Avant	Domaine (∅)	59	70,25	17,11	30	100	1,817	0.110	ns
	Domaine (A)	46	73,04	20,60	30	100			
	Domaine (PA)	115	69,31	12,43	30	100			
	Non-sportifs	36	62,78	8,15	40	80			
Score Après	Domaine (∅)	59	72,24	9,78	38	96	19,62	0.000	***
	Domaine (A)	46	72,74	17,16	26	100			
	Domaine (PA)	115	70,30	11,21	38	96			
	Non-sportifs	36	55,33	7,31	41	68			
Résultat Réel	Domaine (∅)	59	64,22	8,93	37	79	24,69	0.000	***
	Domaine (A)	46	64,39	11,24	34	82			
	Domaine (PA)	115	65,36	8,69	35	81			
	Non-sportifs	36	50,89	7,19	34	64			

$P < 0.05 = *$; $P < 0.01 = **$; $P < 0.001 = ***$

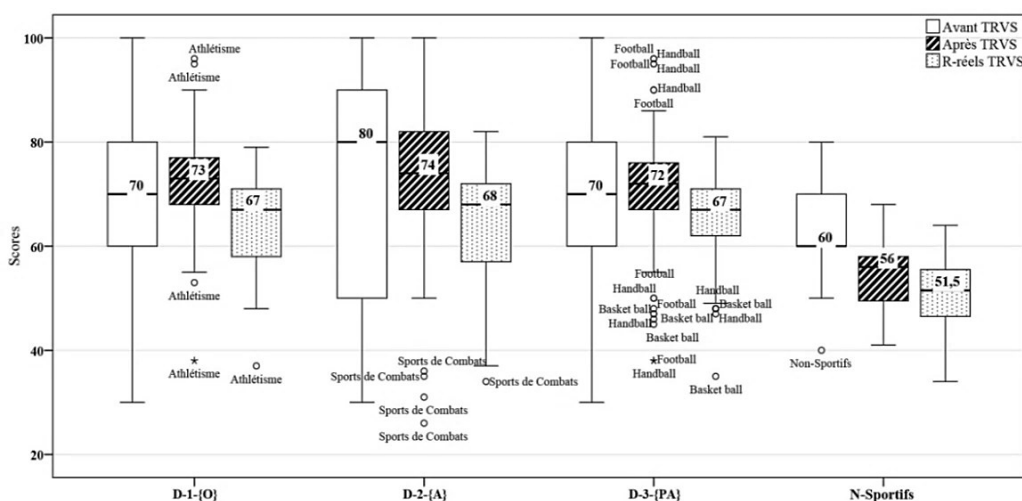


Figure 6. 6 : Illustration en boîtes à moustaches des résultats des prédictions des scores que les sportifs pensent pouvoir puis avoir réalisé dans le test TRVS. Sur le graphique nous avons étiqueté les valeurs extrêmes, minimales et maximales, ainsi que la valeur de la médiane.

L'illustration graphique en boîtes à moustaches de la distribution des prédictions selon les domaines d'action montre de fortes étendues dans les choix des sportifs lors des prédictions avant le test. Cette étendue des résultats s'affiche, notamment, importante chez les pratiquants des activités sociomotrices d'apposition (domaine A) où 50 % des percentiles représentant le corps de la boîte à moustaches se retrouvent entre 55 points et 85 points. Ce constat confirme une hétérogénéité intradomaines montrées par la valeur élevée de l'écartype¹ ($\sigma = 20,60$).

2.2. Prédictions des scores au test TRAS

Lors du test B-percept[®] pour la mesure du temps de réaction aux stimuli auditifs simples (TRAS), les sportifs ont dit avoir trouvé davantage de difficultés pour faire leurs prédictions que lors du test TRVS, vu qu'ils ne se confrontent passivement à des situations pareilles dans leurs domaines d'action. Cependant, les résultats obtenus (Tableau 6.3) montrent que les sportifs sont tous (tous mes domaines) significativement différents des non-sportifs. Cependant, les tests posthoc Tukey et Bonferroni ($\alpha = 0.05$) montrent qu'il n'y a aucune différence entre en fonction du domaine d'action.

La comparaison des moyennes des scores réels aux prédictions du test TRAS montre qu'il y a eu une différence significative (Bonferroni = $p < 0,006$; Tukey = $p < 0,007$, $\alpha = 0.05$) entre les pratiquants du domaine (\emptyset) et ceux du domaine (A). Cette différence est le résultat d'une meilleure homogénéité dans les choix des pratiquants des sports d'opposition et qui s'illustre à travers une boîte à moustaches moins étendue que celle du groupe pratiquant les sports en solo (Figure 6.7).

¹ L'écartype est une mesure statistique qui détermine la dispersion des mesures (x_i) au tour de la moyenne. Plus a valeur de l'Écart-type est grande moins est l'homogénéité du groupe et vis vers ça (Field, 2013).

Tableau 6.3 : Comparaison des résultats des prédictions de scores au test TRAS selon le domaine d'action motrice correspondant

TRAS		N	Moy.	Ert.	Min	Max	F	P value	< 0.05 =*
Score Avant	Domaine (∅)	59	62,80	17,57	20	100	6,28	0.000	***
	Domaine (A)	46	64,13	16,20	30	100			
	Domaine (PA)	115	58,57	17,36	20	100			
	Non-sportifs	36	49,72	11,83	30	70			
Score Après	Domaine (∅)	59	64,41	13,40	20	96	29,03	0.000	***
	Domaine (A)	46	60,50	11,39	23	88			
	Domaine (PA)	115	61,61	14,43	20	96			
	Non-sportifs	36	40,44	9,89	22	62			
Résultat Réel	Domaine (∅)	59	57,59	8,52	37	74	34,27	0.000	***
	Domaine (A)	46	51,54	7,90	37	68			
	Domaine (PA)	115	54,74	10,62	32	74			
	Non-sportifs	36	38,81	7,43	22	54			

$P < 0.05 = *$; $P < 0.01 = **$; $P < 0.001 = ***$

L'analyse de la variance des résultats montre une différence significative ($p < 0,001$, $\alpha = 0.05$) entre les prédictions des sportifs de tous les domaines et les non-sportifs. Toutefois, les sportifs des trois domaines ont enregistré un décalage significatif entre leurs prédictions avant et après le test TRAS par rapport aux résultats réels obtenus. Cette constatation, montre que le test B-percept[®] TRAS présente un niveau plus important de difficulté que celui estimé au départ, notamment, par les pratiquants sportifs.

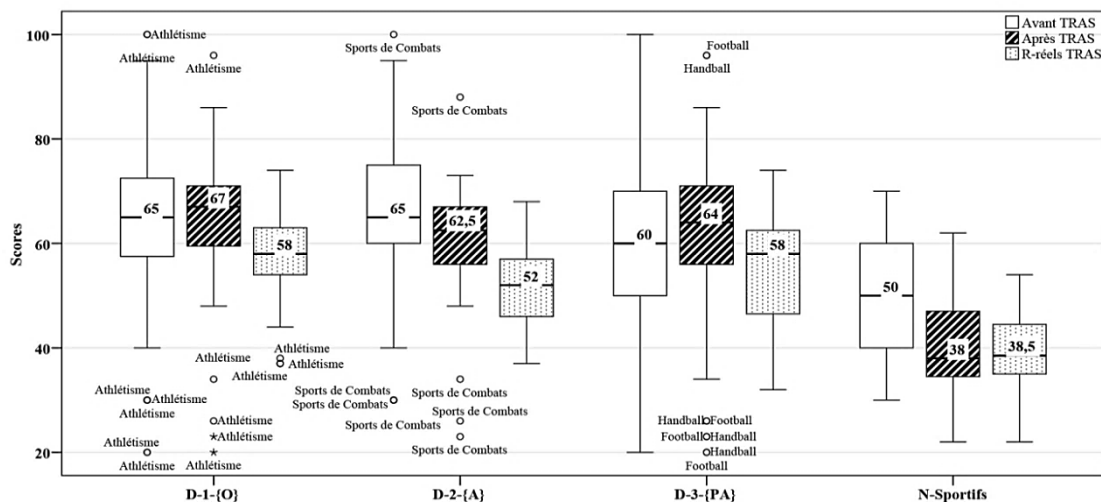


Figure 6.7 : Illustration en boîtes à moustaches des résultats des prédictions des scores que les sportifs pensent pouvoir puis avoir réalisé dans le test TRAS. Sur le graphique nous avons étiqueté les valeurs extrêmes, minimales et maximales, ainsi que la valeur de la médiane

2.3. Prédictions des scores au test TRVC

Nous avons pu établir une première remarque pertinente, à l'issue de l'analyse des résultats des prédictions aux tests (TRVC), mesurant le temps de réaction aux stimuli visuels complexes (Tableau 6.4). En effet, ces données montrent que les résultats des sportifs et des non-sportifs sont devenu plus homogènes dans leurs réponses après la passation du test. Cette homogénéité se reflète, également dans leurs scores réels. Ce qui veut dire que le test posait un même seuil de difficultés pour tous les participants.

Tableau 6. 4 : Comparaison des résultats des prédictions de scores au test TRVC selon le domaine d'action motrice correspondant

TRVC		N	Moy.	Ert.	Min	Max	F	P value	< 0.05 =*
Score Avant	Domaine (∅)	59	56,29	11,30	30	80	4,426	0.005	**
	Domaine (A)	46	64,41	11,15	40	90			
	Domaine (PA)	115	64,24	11,78	40	90			
	Non-sportifs	36	60,52	12,79	40	90			
Score Après	Domaine (∅)	59	61,50	12,18	30	90	11,350	0.000	***
	Domaine (A)	46	57,37	8,52	26	71			
	Domaine (PA)	115	56,56	8,96	26	69			
	Non-sportifs	36	53,20	9,53	26	69			
Résultat Réel	Domaine (∅)	59	53,66	7,82	37	68	35,917	0.000	***
	Domaine (A)	46	53,43	7,82	37	67			
	Domaine (PA)	115	48,72	8,53	33	64			
	Non-sportifs	36	37,58	6,54	23	57			

$P < 0.05 = *$; $P < 0.01 = **$; $P < 0.001 = ***$

La comparaison des moyennes des scores obtenus par les sportifs des trois domaines d'action motrice montre une différence significative (Bonferoni = $p < 0.001$; Tukey = $p < 0,005$ alpha = 0.05) entre les scores réels obtenus par les pratiquants du domaine (∅) et (A) et ceux obtenus par les pratiquants du domaine (PA). En effet, ces résultats mettent à défaut les pratiquants des activités sociomotrices de coopération et d'opposition qui, vu la nature de leur interaction avec les partenaires et les adversaires, auraient pu être avantagées par l'effet de la logique interne de leur domaine de pratique. Il serait, donc, pertinent pour la suite de cette recherche, de mener des analyses plus avancées, afin de découvrir l'impact de l'algorithme et l'habitus moteurs sur le jugement de l'auto-efficacité personnelle versus l'efficacité réelle.

L'illustration des résultats des sportifs appartenant au domaine (PA), montre le décalage entre une le surestime d'efficacité avant le test et la réalité des résultats obtenus (Figure 6.8).

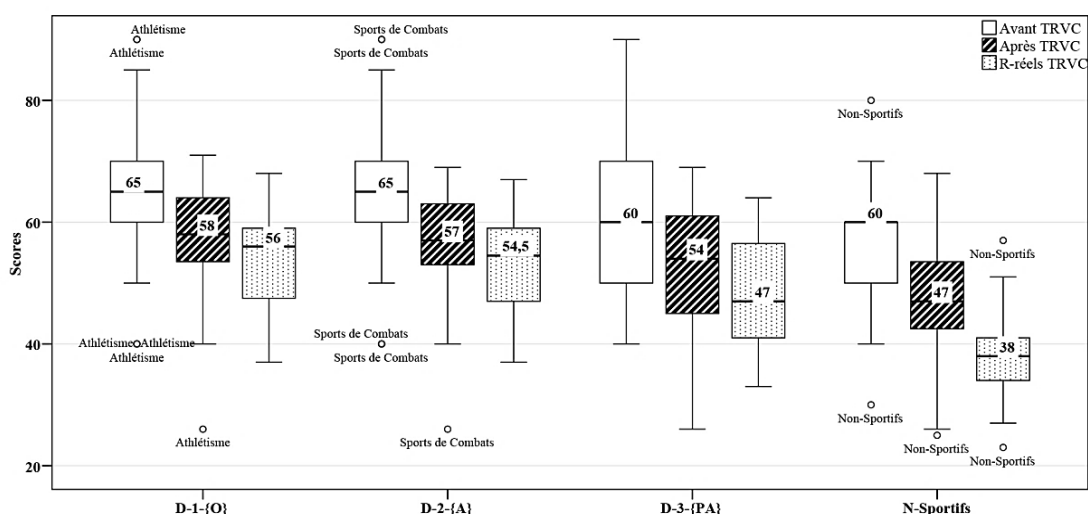


Figure 6.8 : Illustration en boîtes à moustaches des résultats des prédictions des scores que les sportifs pensent pouvoir puis avoir réalisés dans le test TRVC. Sur le graphique nous avons étiqueté les valeurs extrêmes, minimales et maximales, ainsi que la valeur de la médiane

2.4. Prédications des scores au test TRMX

Lors du test de temps de réaction TRMX, les sujets sont appelés à réagir vite aux signaux complexes et mixtes (auditifs et visuels) dans leur entourage. Nous avons tenu, à travers ce test, à représenter les interactions sémiotiques auxquelles un pratiquant sportif serait soumis au cours son action avec l'environnement. En effet, ce test présentait un avantage signalé et souligné par des sujets interrogés, qui considéraient qu'il leur était plus facile de déterminer la direction du signal grâce à l'association du son et de la lumière. Cet avantage s'illustre, d'ailleurs, par une homogénéité plus importante des résultats décrite par les faibles écarts types (Tableau 6.5) chez tous les participants (sportifs et non-sportifs).

Tableau 6.5 : Comparaison des résultats des prédictions de scores au test TRMX selon le domaine d'action motrice correspondant

TRMX		N	Moy.	Ert.	Min	Max	F	P value	< 0.05 =*
Score Avant	Domaine (∅)	59	64,66	9,55	45	85	24,403	0.000	***
	Domaine (A)	46	64,67	9,79	45	85			
	Domaine (PA)	115	63,34	9,56	50	85			
	Non-sportifs	36	51,39	9,61	30	70			
Score Après	Domaine (∅)	59	59,17	7,36	38	74	42,193	0.000	***
	Domaine (A)	46	59,20	7,77	38	74			
	Domaine (PA)	115	57,11	8,66	30	74			
	Non-sportifs	36	42,69	5,99	31	53			
Résultat Réel	Domaine (∅)	59	55,85	6,34	40	67	26,885	0.000	***
	Domaine (A)	46	55,02	6,48	40	67			
	Domaine (PA)	115	51,73	8,16	25	67			
	Non-sportifs	36	40,33	5,44	30	51			

$P < 0.05 = *$; $P < 0.01 = **$; $P < 0.001 = ***$

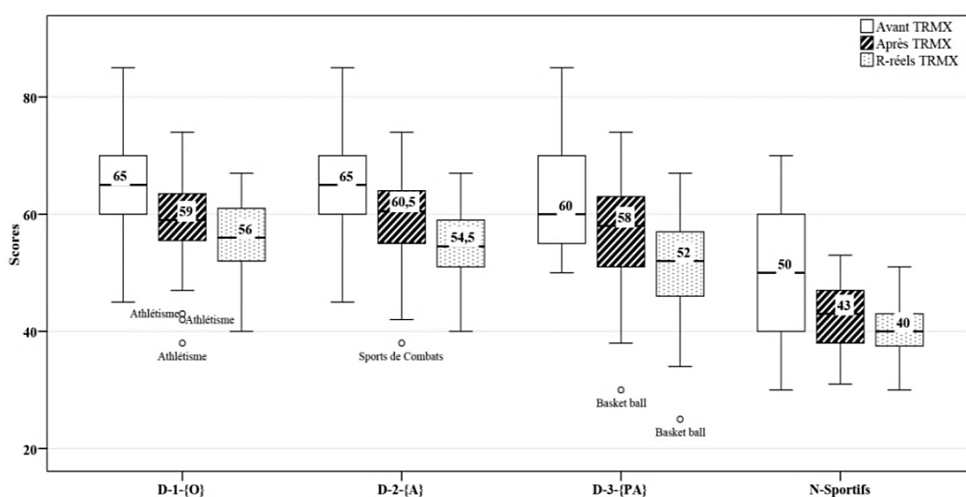


Figure 6.9 : Illustration en boîtes à moustaches des résultats des prédictions des scores que les sportifs pensent pouvoir puis avoir réalisés dans le test TRMX. Sur le graphique nous avons étiqueté les valeurs extrêmes, minimales et maximales, ainsi que la valeur de la médiane

L'analyse de la variance des résultats du test TRMX, révèle des différences significatives (Bonferoni = $p < 0.016$; Tukey = $p < 0.014$, alpha = 0.05) avant le test et (Bonferoni = $p < 0.014$; Tukey = $p < 0,013$, alpha = 0.05) entre les résultats réels des pratiquants du domaine (\emptyset) par rapport à ceux du domaine A. toutefois, aucune différence significative n'est trouvée entre ces deux domaines cités et les pratiquants du domaine (PA).

L'illustration des résultats (Figure 6.9) laisse penser que tous les sujets avaient la certitude de pouvoir réaliser des scores élevés. Ainsi, les médianes de leurs prédictions avant le test TRMX ont dépassé d'au moins deux points leur prédiction après le test notamment au domaine (PA). Cette différence entre les médianes remonte à sept points chez les non-sportifs où le décalage entre leurs prédictions avant-tests et après-tests s'élèvent à dix points d'écart. En contrepartie, la différence entre leurs prédictions après-tests et leurs résultats réels mesurés par le logiciel B-percept[®] s'avère moins importante.

3. Prédictions des scores aux tests B-percept[®] selon l'algorithme moteur

Afin de déterminer l'impact spécifique de chaque activité motrice sur le comportement, les décisions et le sentiment d'auto-efficacité personnelle, nous avons procédé à une analyse des prédictions des scores selon l'algorithme moteur de chaque pratique motrice étudiée. Cette comparaison est établie pour chaque test.

3.1. Prédictions des scores au test TRVS

L'analyse de la variance des scores enregistrés par les différents sportifs selon leur type de pratique sportive (Tableau 6.6) montre qu'il n'y avait aucune différence significative entre les sportifs dans leurs façons de considérer la difficulté du test TRVS. En effet, ils étaient unanimes de pouvoir obtenir des scores élevés. Toutefois, les résultats post-tests montrent que les avis des sportifs sont devenus significativement différents, notamment chez les pratiquants de Football où l'augmentation de l'écartype souligne une baisse de l'homogénéité des prédictions.

Tableau 6. 6 : Comparaison des résultats des prédictions de scores au test TRVS selon l’algorithme moteur correspondant

TRVS		N	Moy.	Ert.	Min	Max	F	P value	< 0.05 =*
Score Avant	Athlétisme	59	68,73	16,83	30	100	8,57	0,491	ns
	Sports de combat	46	71,52	19,99	30	100			
	Football	44	65,90	8,16	50	80			
	Handball	39	69,74	16,62	30	100			
	Basket-ball	32	67,50	8,42	50	80			
Score Après	Athlétisme	59	72,23	9,78	38	96	2,565	0,039	*
	Sports de combat	46	72,73	17,15	26	100			
	Football	44	72,36	11,37	38	96			
	Handball	39	72,33	11,79	38	96			
	Basket-ball	32	64,96	8,47	45	78			
Résultat Réel	Athlétisme	59	64,22	8,92	37	79	2,433	0,048	*
	Sports de combat	46	64,39	11,23	34	82			
	Football	44	66,88	8,34	48	81			
	Handball	39	67,02	8,66	48	81			
	Basket-ball	32	61,21	8,05	35	77			

$P < 0.05 = *$; $P < 0.01 = **$; $P < 0.001 = ***$

L’illustration des résultats des choix (Figure 6.10) montre une étendue des choix des sportifs avant le test TRVS par rapport à ceux faits après le test et par rapport à leurs résultats réels obtenus. En effet, l’impact de l’expérience sur le jugement s’illustre, notamment, chez les pratiquants du Domaine (PA) où 50 % des percentiles se trouvent entre 50 et 90 points avant-test, pour enfin se situer entre 55 et 70 points après-test, soit un écart de jugement de 20 points entre les idées qu’ils avaient au départ et le réel de leurs capacités.

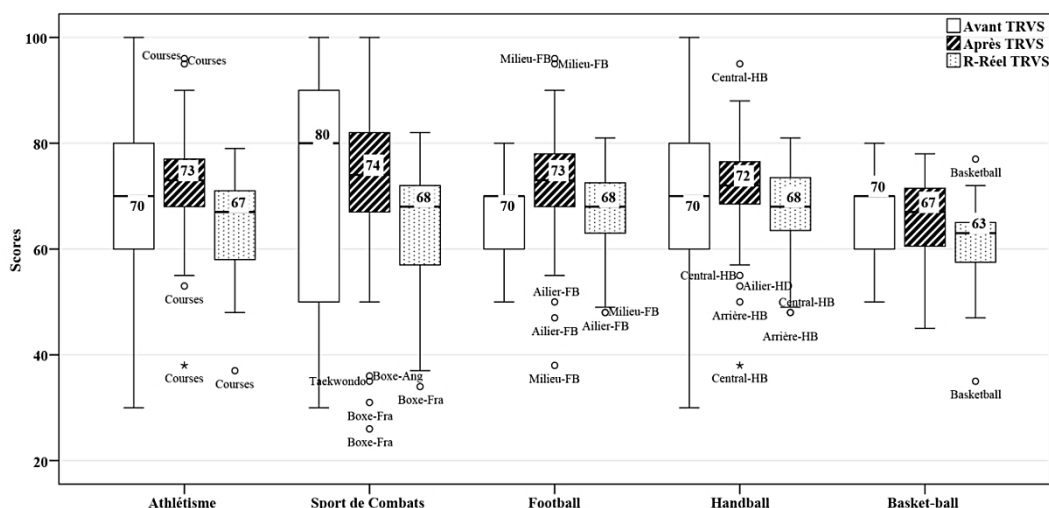


Figure 6. 10 : Illustration en boîtes à moustaches des prédictions des scores que les sportifs pensent pouvoir puis avoir réalisé dans le test TRVS. Sur le graphique nous avons étiqueté les valeurs extrêmes, minimales et maximales en précisant l’habitus moteur du pratiquant

3.2. Prédictions des scores au test TRAS

L’analyse de la variance des résultats des prédictions des scores au test TRAS (Tableau 6.7) montre que les sportifs étaient significativement différents dans leurs jugements avant et après le

test. Cette différence se confirme, également, à travers les scores réels obtenus et enregistrés par le logiciel B-percept[®].

Tableau 6. 7 : Comparaison des résultats des prédictions de scores au test TRAS selon l’algorithme moteur correspondant

TRAS		N	Moy.	Ert.	Min	Max	F	P value	< 0.05 =*
Score Avant	Athlétisme	59	62,79	17,57	20	100	2,723	0.030	*
	Sports de combat	46	64,13	16,20	30	100			
	Football	44	61,59	18,82	20	100			
	Handball	39	60,38	19,54	20	100			
	Basket-ball	32	52.18	9.41	40	70			
Score Après	Athlétisme	59	64,40	13,40	20	96	5,446	0.000	**
	Sports de combat	46	60,50	11,38	23	88			
	Football	44	66,15	12,93	20	96			
	Handball	39	64,84	13,63	20	96			
	Basket-ball	32	54.37	8.41	34	68			
Résultat Réel	Athlétisme	59	57,59	8,52	34	74	21,288	0.000	***
	Sports de combat	46	51,54	7,89	39	68			
	Football	44	58,84	8,36	37	74			
	Handball	39	58,89	8,19	35	74			
	Basket-ball	32	44.15	8.84	32	67			

$P < 0. 05 = * ; P < 0. 01 = ** ; P < 0. 001 = ***$

La comparaison des moyennes des différents groupes étudiés selon leur algorithme moteur pratiqué, révèle plusieurs des variations significatives dans les prédictions avant le test, après le test ainsi que dans leurs résultats réels obtenus.

Une différence significative est enregistrée avant le test entre les pratiquants des Sports de combat et les basketteurs (Tukey = $p < 0.021$, alpha 0. 05) et entre les athlètes et les basketteurs (Tukey = $p < 0.040$, alpha = 0.05).

Les prédictions après-tests montrent que les basketteurs étaient différents dans leurs prédictions par rapport aux athlètes (Bonferroni et Tukey = $p < 0.003$, alpha 0. 05), aux pratiquants des Sports de combat (Bonferroni et Tukey = $p < 0.002$, alpha 0. 05), et enfin des footballeurs (Bonferroni et Tukey = $p < 0.002$, alpha 0. 05).

Or, les résultats réels enregistrés par B-percept[®] montrent principalement que les pratiquants des Sports de combat se sont distingués dans cette épreuve en devenant significativement différents de tous les autres pratiquants : Athlétisme (Tukey = $p < 0.003$), Football (Tukey = $p < 0.001$), Handball (Tukey = $p < 0.002$) et Basket-ball (Tukey = $p < 0.000$) pour alpha = 0.05.

En effet, l’illustration des résultats met en relief deux différents types d’étendues entre les prédictions faites. La première concerne les sportifs pratiquant de l’Athlétisme et des Sports de combat (domaines \emptyset et A), dont 50 % des résultats, représentant le corps des boîtes à moustaches, se situent entre 58 points et 76 points. La deuxième catégorie rassemble les prédictions des footballeurs et des handballeurs (domaine PA) dans une étendue allant de 50 à 75

points et, enfin, une troisième étendue obtenue par les basketteurs qui présentent des prédictions moins élevées, mais plus homogènes (Figure 6.11).

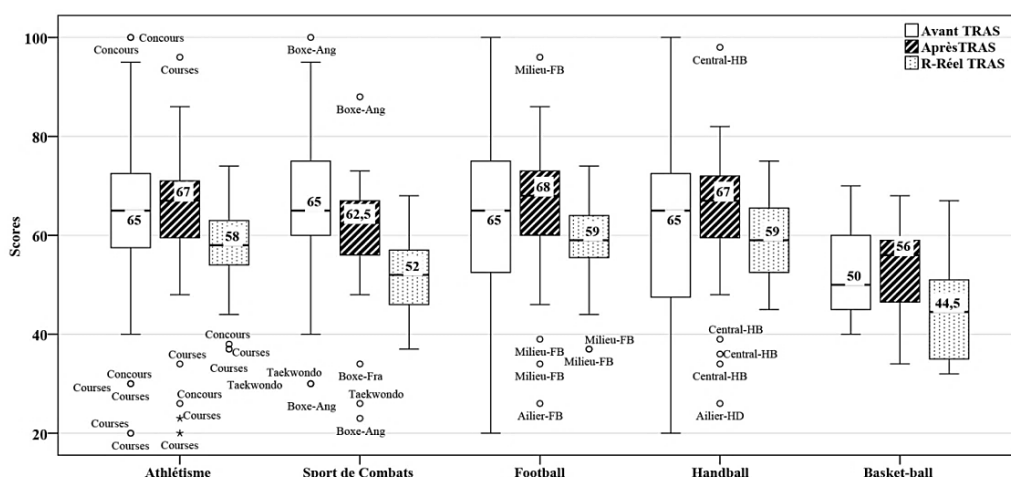


Figure 6. 11 : Illustration en boîtes à moustaches des prédictions des scores que les participants pensent pouvoir puis avoir réalisé dans le test TRAS. Sur le graphique nous avons étiqueté les valeurs extrêmes, minimales et maximales en précisant l’habitus moteur du pratiquant

3.3. Prédictions des scores au test TRVC

Face à la situation complexe de recherche du signal visuel lors du test TRVS, seuls les basketteurs et les non-sportifs ont prédit des scores différents des autres groupes. Ainsi, la comparaison des moyennes par analyse de la variance (Tableau 6.8) montre que les prédictions des sportifs pratiquant l’Athlétisme, les Sports de combat et le Football sont devenues plus homogènes que les autres après avoir pratiqué le test. Ce résultat est confirmé, également, à travers leurs scores réels enregistrés.

Tableau 6. 8 : Comparaison des résultats des prédictions de scores au test TRVS selon l’algorithme moteur correspondant

TRVC		N	Moy.	Ert.	Min	Max	F	P value	< 0.05 =*
Score Avant	Athlétisme	59	64,40	11,14	40	90	14,194	0.000	***
	Sports de combat	46	64,34	11,90	40	90			
	Football	44	67,38	12,55	41	90			
	Handball	39	68,07	10,67	50	90			
	Basket-ball	32	50,31	8,60	40	70			
Score Après	Athlétisme	59	57,37	8,52	26	71	13,988	0.000	***
	Sports de combat	46	56,56	8,96	23	69			
	Football	44	56,75	9,15	26	76			
	Handball	39	58,33	10,28	28	78			
	Basket-ball	32	45,00	4,28	38	60			
Résultat Réel	Athlétisme	59	53,66	7,82	37	68	19,196	0.000	***
	Sports de combat	46	53,43	7,81	36	67			
	Football	44	51,97	7,65	38	65			
	Handball	39	51,76	8,16	37	58			
	Basket-ball	32	40,56	4,11	33	68			

$P < 0.05 = *$; $P < 0.01 = **$; $P < 0.001 = ***$

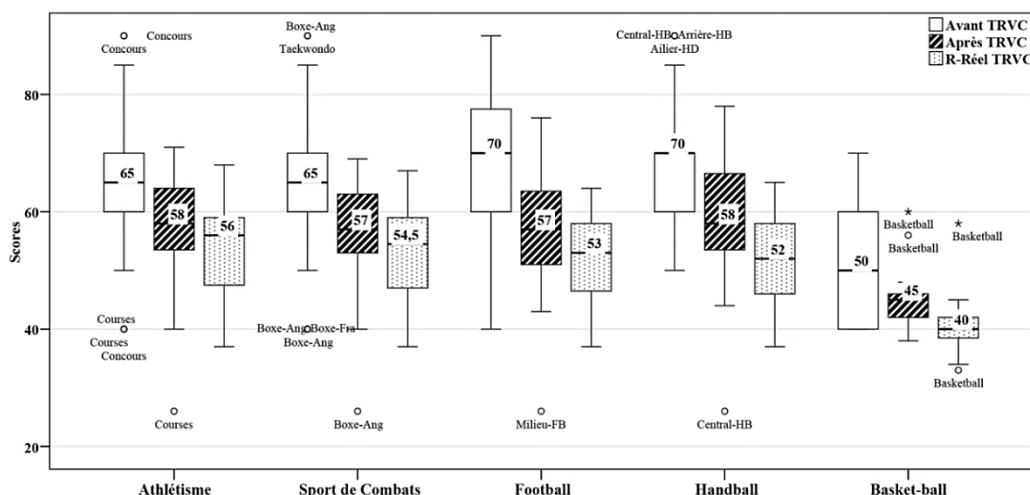


Figure 6. 12 : Illustration en boîtes à moustaches des résultats des prédictions des scores que les participants pensent pouvoir puis avoir réalisé dans le test TRVC. Sur le graphique nous avons étiqueté les valeurs extrêmes, minimales et maximales, ainsi que la valeur de la médiane

L'illustration des résultats sous la forme de boîtes à moustaches (Figure 6.12), montre que les basketteurs se distinguent nettement des autres sportifs par des scores significativement plus faibles. Ils enregistrent ainsi une différence significative entre leur croyance en leur capacité avant le test et leur vrai niveau de résultat après le test.

3.4. Prédictions des scores au test TRMX

Le test TRMX est le dernier à être présenté pour les sujets au cours des épreuves d'évaluation. En effet, même s'ils ont déjà assimilé le principe de l'épreuve, les sportifs étaient différents sur leur prédiction avant-test. En effet, les athlètes ont eu des scores significativement différents des pratiquants des sports de combat (Tukey = $p < 0.025$, alpha = 0.05) et des footballeurs (Tukey = $p < 0.007$, alpha = 0.05).

Tableau 6. 9 : Comparaison des résultats des prédictions de scores au test TRVS selon l'algorithme moteur correspondant

TRMX		N	Moy.	Ert.	Min	Max	F	P value	< 0.05 =*
Score Avant	Athlétisme	59	63,22	10,07	43	85	6,686	0.000	***
	Sports de combat	46	69,56	10,10	44	85			
	Football	44	70,45	11,19	50	85			
	Handball	39	68,71	11,04	52	85			
	Basket-ball	32	60,93	9,95	50	70			
Score Après	Athlétisme	59	59,16	7,36	34	71	7,954	0.000	***
	Sports de combat	46	59,58	7,77	33	73			
	Football	44	59,18	7,83	38	74			
	Handball	39	60,30	7,49	37	75			
	Basket-ball	32	51,34	7,90	30	68			
Résultat Réel	Athlétisme	59	50,20	8,50	45	66	15,129	0.000	***
	Sports de combat	46	54,84	6,53	41	65			
	Football	44	54,86	6,81	43	64			
	Handball	39	54,53	6,58	41	62			
	Basket-ball	32	44,09	7,00	25	56			

$P < 0.05 = *$; $P < 0.01 = **$; $P < 0.001 = ***$

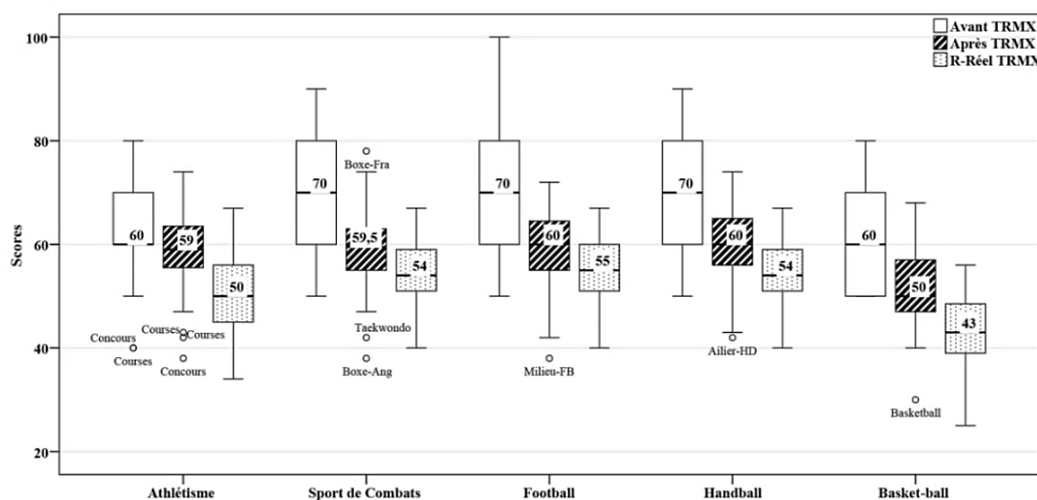


Figure 6. 13 : Illustration en boîtes à moustaches des résultats (médianes et quartiles) des prédictions des scores que les participants pensent pouvoir puis avoir réalisé, comparés aux scores réels dans le test TRMX

Les résultats réels obtenus par les sportifs illustrent une différence très significative des résultats des athlètes, notamment, par rapport aux pratiquants des Sports de combat (Bonferroni = $p < 0.013$; Tukey = $p < 0.011$, alpha = 0.05) des footballeurs (Bonferroni = $p < 0.015$; Tukey = $p < 0.013$, alpha = 0.05), des handballeurs (Bonferroni = $p < 0.046$; Tukey = $p < 0.036$, alpha = 0.05). Cette différence est due à des prédictions plus faibles que les autres (Figure 6.9) et des résultats réels faibles.

4. Comparaison des prédictions des scores aux tests B-percept[®] en fonction de l'habitus moteur

À ce niveau d'analyse, nous essayons de mettre en examen certaines constatations auxquels nous sommes arrivés lors de l'analyse des résultats des prédictions en fonction de l'algorithme moteur. En effet, nous procédons par une analyse des correspondances entre les sous-groupes formant les domaines afin d'établir les liens entre leurs choix en fonction d'une même activité qu'ils pratiquent couramment. Nous avons, ainsi, procédé à une analyse de la variance dont les tableaux bruts sont inclus dans les annexes du chapitre six, et dont les résultats des tests de signification posthoc de Tukey sont présentés ci-après.

4.1. Prédictions des scores au test TRVS

L'analyse de l'ensemble des résultats de prédictions de scores au test TRVS avant, après et réels ont permis de créer des sous-groupes significativement non différents dans leurs choix.

4.1.1. Avant le test TRVS

Les prédictions de scores émis par les sportifs et non-sportifs avant les tests (Tableau 6.10) montrent qu'ils ne sont pas significativement différents les uns des autres. Ainsi, ils paraissent avoir presque la même impression par rapport à leur réussite dans ce test, ce qui les inclut tous dans un même groupe statistique (Figure 6.14).

Tableau 6. 10 : Comparaison des résultats des prédictions de scores avant le test TRVS et détermination des sous-ensembles homogènes selon l'habitus moteur du pratiquant moteur

	Habitus moteur	N	G1	F	P value	< 0.05 =*
Avant TRVS	Non-sportifs	36	62,78			
	Pivot-HB	4	65,00			
	Milieu-FB	30	65,33			
	Ailier-FB	14	67,14			
	Basket-ball	32	67,50			
	Concours	27	68,70			
	Courses	32	68,75	0,872	0.576	ns
	Ailier-HD	8	68,75			
	Boxe-Ang	16	69,37			
	Central-HB	18	70,56			
	Boxe-Fr	12	70,83			
	Arrière-HB	9	71,11			
	Taekwondo	18	73,89			
		Signification		0,757		

$P < 0.05 = *$; $P < 0.01 = **$; $P < 0.001 = ***$

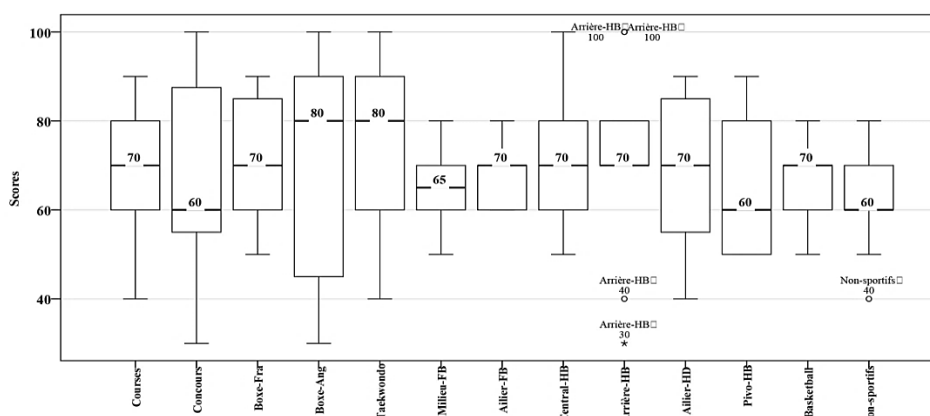


Figure 6. 14 : Illustration en boîtes à moustaches des résultats des prédictions des scores que les participants pensent pouvoir réussir dans le test TRVS. La variation des formes de boîtes et de la valeur de la médiane ne se traduit pas, ici, en une différence statistiquement significative

4.1.2. Après le test TRVS.

La passation du test TRVS a marqué une grande partie des participants puisque, les résultats ont permis, d'un côté, d'avoir deux sous-ensembles homogènes (Tableau 6.11). De l'autre, cela a permis d'avoir une différence significative, face au groupe des non-sportifs. D'un autre côté, tous les sportifs, indépendamment de leur habitus moteur, ont donné des pronostics non significativement différents (Tukey = $p < 0.744$, $\alpha = 0.05$).

Tableau 6. 11 : Comparaison des résultats des prédictions de scores après le test TRVS et détermination des sous-ensembles homogènes selon l'habitus moteur du pratiquant moteur

	Habitus moteur	N	G1	G2	F	P value	< 0.05 =*
Après TRVS	Non-sportifs	36	55,33				
	Pivot-HB	4	64,97	64,97			
	Milieu-FB	30	69,21	69,21			
	Ailier-FB	14		70,50			
	Basket-ball	32		71,37			
	Concours	27		71,43			
	Courses	32		71,83	5,948	0.000	***
	Ailier-HD	8		72,25			
	Boxe-Ang	16		72,25			
	Central-HB	18		72,44			
	Boxe-Fr	12		73,18			
	Arrière-HB	9		73,78			
	Taekwondo	18		73,83			
		Signification		0,99	0,744		

$P < 0.05 = *$; $P < 0.01 = **$; $P < 0.001 = ***$

Sur l'illustration graphique (Figure 6.15), le groupe des non-sportifs paraît détaché du reste des participants. En effet, il est à la source de la différence intergroupe trouvée lors de la comparaison des moyennes à travers l'analyse de la variance à un facteur.

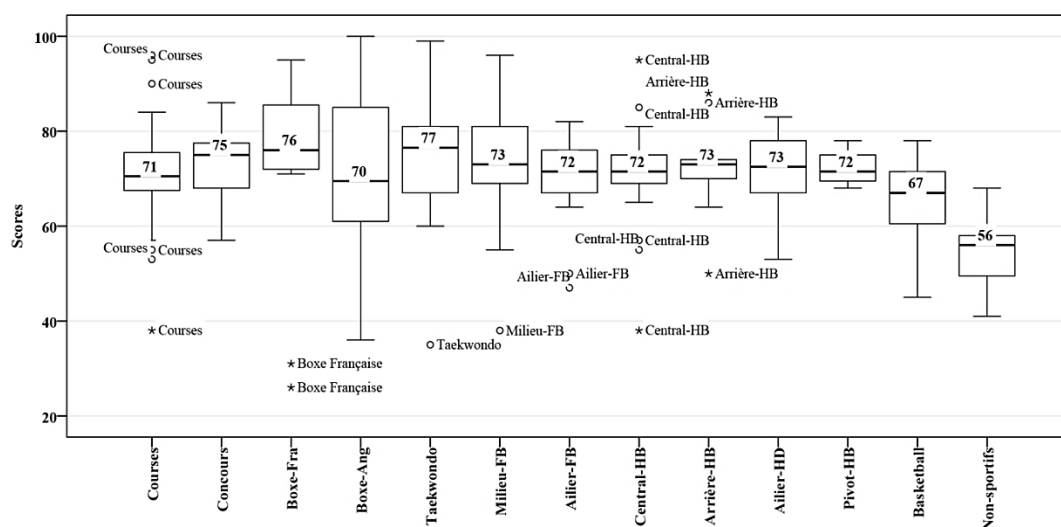


Figure 6. 15 : Illustration en boîtes à moustaches des résultats des prédictions des scores que les participants pensent pouvoir réussir après le test TRVS. Seul le groupe des non-sportifs se détache du reste en ayant des pronostics significativement inférieurs

4.1.3. Résultats réels au test TRVS

Les résultats enregistrés par B-percept[®] illustrant les moyennes des essais réussis par chaque groupe montrent que les pronostics des sportifs n'étaient pas significativement différents des vrais scores obtenus. En effet, seul le groupe des non-sportifs a enregistré des résultats significativement différents par rapport aux autres. Les résultats (Tableau 6.12) montrent, donc

que l'habitus moteur n'avait pas d'effet significatif sur les scores résultats au test de temps de réaction visuel simple TRVS.

Tableau 6. 12 : Comparaison des résultats réels au test TRVS et détermination des sous-ensembles homogènes selon l'habitus moteur du pratiquant moteur

	Habitus moteur	N	G1	G2	F	P value	< 0.05 =*
R-réels TRVS	Non-sportifs	36	50,89				
	Pivot-HB	4	60,56	60,56			
	Milieu-FB	30	61,22	61,21			
	Ailier-FB	14		63,87			
	Basket-ball	32		64,28			
	Concours	27		65,25			
	Courses	32		66,14	8,370	0.000	***
	Ailier-HD	8		66,17			
	Boxe-Ang	16		67,00			
	Central-HB	18		67,23			
	Boxe-Fr	12		67,55			
	Arrière-HB	9		68,37			
	Taekwondo	18		68,55			
		Signification		0.124	0.494		

$P < 0.05 = *$; $P < 0.01 = **$; $P < 0.001 = ***$

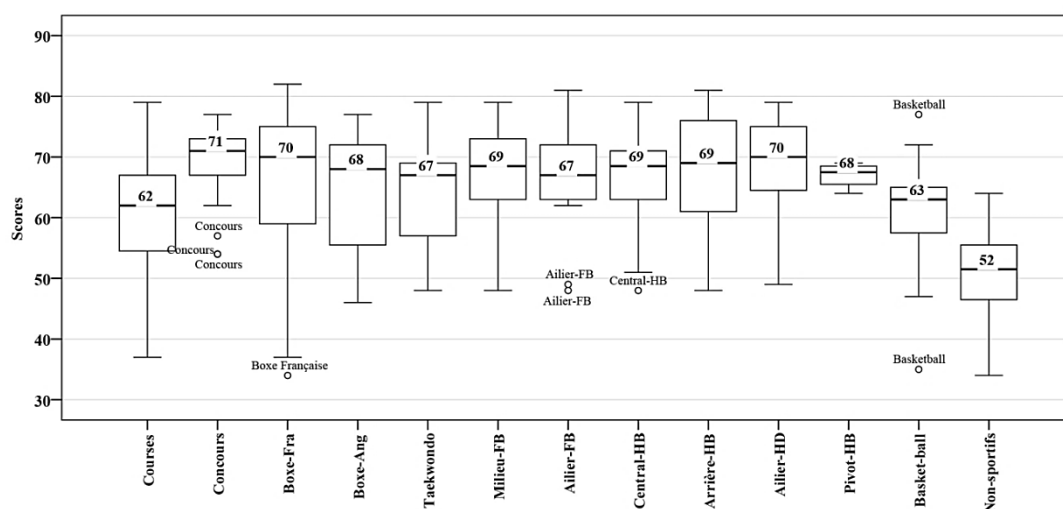


Figure 6. 16 : Illustration en boîtes à moustaches des résultats réels obtenus par les participants au test TRVS. Seul le groupe des non-sportifs se détache du reste en ayant des pronostics significativement inférieurs

4.2. Prédications des scores au test TRAS.

Lors de l'analyse des résultats en fonction de l'algorithme moteur nous avons constaté que les participants ont enregistré des résultats significativement différents dans le tes TRAS. Ce constat nous amène dans ce qui suit à essayer de trouver la source de différence et de concordance en fonction de l'habitus moteur de chaque sujet.

4.2.1. Avant le test TRAS

Les prédictions de scores au test TRAS mettent dès le départ deux groupes significativement différents des autres. En effet, les résultats présentés au tableau ci-après (Tableau 6.13), dressent deux sous-ensembles, dont le premier détache englobe tous les pratiquants, exception faite des Arrières en Handball (Tukey = $p < 0.296$) et le deuxième comprend un groupe sans les basketteurs et les non-sportifs (Tukey = $p < 0.113$).

Tableau 6. 13 : Comparaison des résultats avant le test TRAS et détermination des sous-ensembles homogènes selon l'habitus moteur du pratiquant

	Habitus moteur	N	G1	G2	F	P value	< 0.05 =*	
Avant TRAS	Non-sportifs	36	49,72					
	Basket-ball	32	52.18					
	Central-HB	18	54,72	54,72				
	Ailier-HD	8	55,00	55,00				
	Ailier-FB	14	58,92	58,92				
	Courses	32	60,00	60,00				
	Milieu-FB	30	62,83	62,83	3,274	0.0001	***	
	Taekwondo	18	63.06	63.06				
	Boxe-Fr	12	64,17	64,17				
	Boxe-Ang	16	65,31	65,31				
	Concours	27	66,11	66,11				
	Pivot-HB	4	66,25	66,25				
	Arrière-HB	9		73,89				
	Signification			0,296	0,113			

$P < 0.05 = *$; $P < 0.01 = **$; $P < 0.001 = ***$

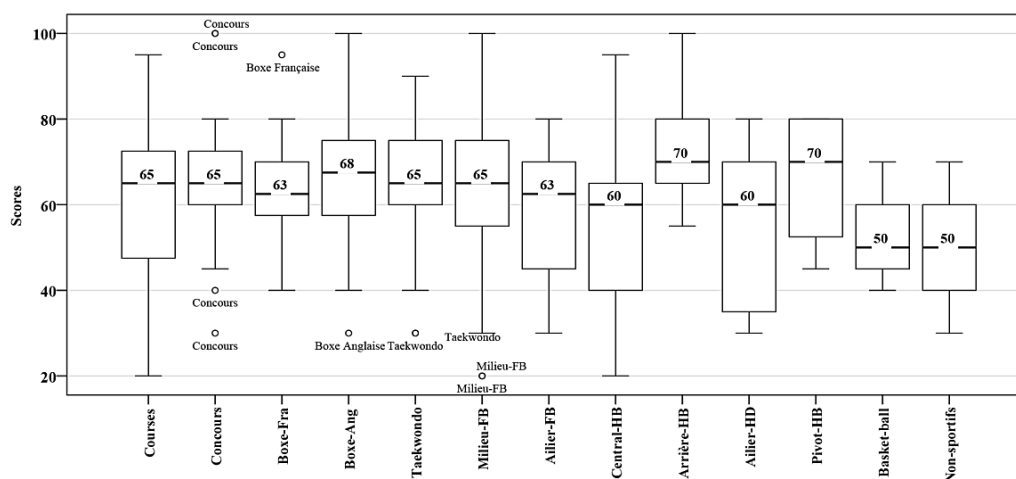


Figure 6. 17 : Illustration en boîtes à moustaches des prédictions des scores avant le test TRAS

4.2.2. Après le test TRAS

Les résultats des prédictions de scores après le test TRAS révèlent deux groupes significativement différents dont le premier est formé par les non-sportifs et les basketteurs, alors que le deuxième groupe comprend le reste des sportifs tout Habitus moteur compris. La distinction entre les deux sous-ensembles est significative ($p < 0.0001$, $\alpha = 0.05$).

Tableau 6. 14 : Comparaison des résultats des prédictions après le test TRAS et détermination des sous-ensembles homogènes selon l’habitus moteur du pratiquant

	Habitus moteur	N	G1	G2	F	P value	< 0.05 =*
Après TRAS	Non-sportifs	36	40, 44				
	Basket-ball	32	54,37	54, 37			
	Ailier-HD	8		58, 25			
	Taekwondo	18		58, 78			
	Boxe-Ang	16		60, 87			
	Ailier-FB	14		61, 85			
	Boxe-Fr	12		62, 58	11,157	0.000	***
	Concours	27		63, 89			
	Courses	32		64, 84			
	Central-HB	18		66, 28			
	Arrière-HB	9		66, 89			
	Pivot-HB	4		67, 00			
	Milieu-FB	30		68, 17			
	Signification		0.134	0.144			

$P < 0.05 = *$; $P < 0.01 = **$; $P < 0.001 = ***$

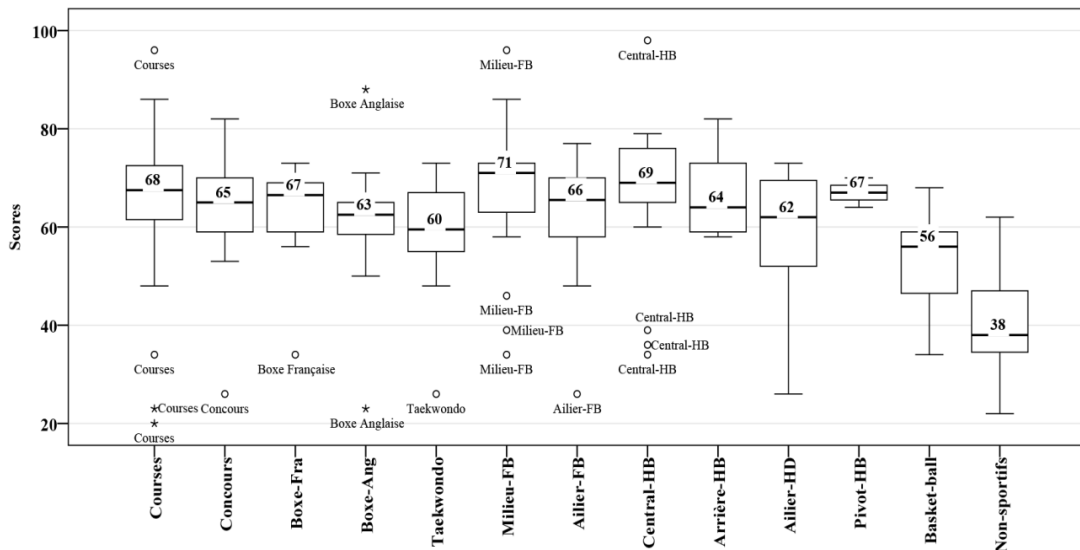


Figure 6. 18 : Illustration en boîtes à moustaches des prédictions des scores que les participants pensent avoir réussi dans le test TRAS. Seul le groupe des non-sportifs ayant des pronostics significativement inférieurs se détache du reste des participants

4.2.3. Résultats réels au test TRAS

Les résultats réels au test TRAS font apparaître trois sous-ensembles homogènes de résultats. Un premier groupe formé par les basketteurs et les non-sportifs (Tukey = $p < 0.907$), un deuxième qui rassemble les basketteurs avec trois Sports de combat (Tukey = $p < 0.457$) et enfin un troisième groupe qui rassemble le reste des pratiquants.

En effet, les analyses des résultats au test TRAS, obtenus à ce niveau, illustrent que les réponses aux stimuli auditifs de type TRS peuvent être différentes selon l’habitus moteur du pratiquant (Figure 6.19).

Tableau 6. 15 : Comparaison des résultats réels du test TRAS et détermination des sous-ensembles homogènes selon l'habitus moteur du pratiquant

	Habitus moteur	N	G1	G2	G3	F	P value	< 0.05 =*
R-Réel TRAS	Non-sportifs	36	38,80					
	Basket-ball	32	44,16	44,16				
	Boxe-Ang	8		51,25	51,25			
	Boxe-Fr	18		51,50	51,50			
	Taekwondo	16		51,83	51,83			
	Pivot-HB	14			55,00			
	Courses	12			56,71	17,014	0,000	***
	Ailier-HD	27			57,50			
	Ailier-FB	32			58,00			
	Concours	18			58,63			
	Milieu-FB	9			59,23			
	Central-HB	4			59,72			
	Arrière-HB	30			60,22			
		Signification		0,907	0,457	0,215		

$P < 0.05 = *$; $P < 0.01 = **$; $P < 0.001 = ***$

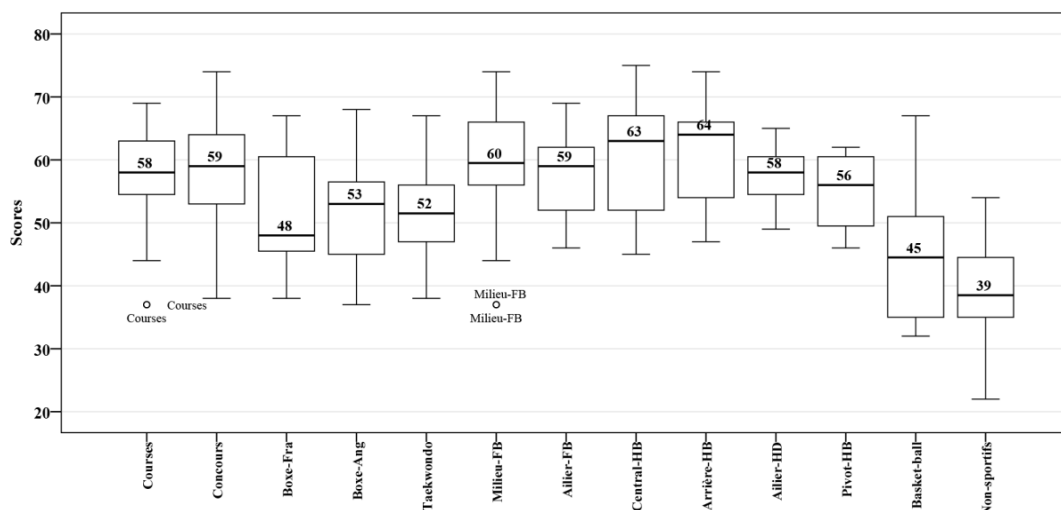


Figure 6. 19 : Illustration en boîtes à moustaches des résultats réels obtenus par les participants au test TRAS

4.3. Prédications des scores au test TRVC

Lors du test TRVC, les participants ont enregistré des résultats différents en fonctions du domaine ainsi que de l'algorithme moteur. Nous essayons à travers cette analyse de localiser les différences en fonction des habitus moteurs des pratiquants.

4.3.1. Avant le test TRVC

Selon leurs prédictions initiales, les participants ont formé trois sous-ensembles homogènes. Ces résultats font d'ores et déjà resurgir deux niveaux de prédiction extrêmement différents. Le premier concerne un groupe formé par les ailiers de Handball et les ailiers de Football et le second concerne les basketteurs.

Tableau 6. 16 : Comparaison des résultats avant le test TRVC et détermination des sous-ensembles homogènes selon l'habitus moteur du pratiquant

	Habitus moteur	N	G1	G2	G3	F	P value	< 0.05 =*
Avant TRVC	Basket-ball	32	50,31					
	Non-sportifs	36	56,39	56,39				
	Boxe-Ang	16	60,00	60,00	60,00			
	Arrière-HB	9	63,33	63,33	63,33			
	Courses	32	64,37	64,37	64,37			
	Concours	27	64,44	64,44	64,44			
	Milieu-FB	30		65,00	65,00			
	Pivot-HB	4		65,00	65,00	6,976	0.000	***
	Boxe-Fr	12		65,41	65,41			
	Taekwondo	18		67,50	67,50			
	Central-HB	18		69,72	69,72			
	Ailier-HD	8			71,25			
	Ailier-FB	14			72,50			
		Signification		0,55	0,93	0,153		

$P < 0.05 = *$; $P < 0.01 = **$; $P < 0.001 = ***$

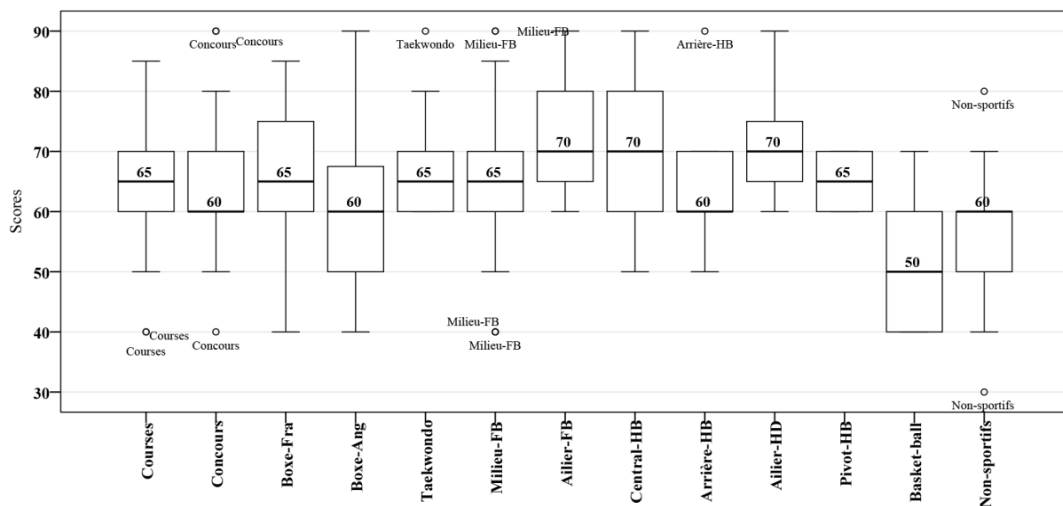


Figure 6. 20 : Illustration en boîtes à moustaches des médianes et des quartiles de résultats des prédictions des scores avant le test TRVC

4.3.2. Après le test TRVC

Les pronostics après-tests ont fait plus d'homogénéité dans le troisième sous-ensemble formé par dix pratiques motrices, en mettant en relief notamment les joueurs pivots en Handball, les taekwondistes, les pratiquants de la Boxe française, les athlètes de Concours et les ailiers en Handball.

Tableau 6. 17 : Comparaison des résultats après le test TRVC et détermination des sous-ensembles homogènes selon l'habitus moteur du pratiquant

	Habitus moteur	N	G1	G2	G3	F	P value	< 0.05 =*
Après TRVC	Basket-ball	32	45,00					
	Non-sportifs	36	46,86	46,86				
	Boxe-Ang	16	53,12	53,12	53,12			
	Courses	9	55,84	55,84	55,84			
	Arrière-HB	32		56,67	56,67			
	Milieu-FB	27		56,70	56,70			
	Ailier-FB	30		56,85	56,85	7,630	0.000	***
	Central-HB	4		57,94	57,94			
	Pivot-HB	12			58,00			
	Taekwondo	18			58,28			
	Boxe-Fr	18			58,58			
	Concours	8			59,18			
	Ailier-HD	14			61,25			
		Signification		0,076	0,59	0,448		

$P < 0.05 = *$; $P < 0.01 = **$; $P < 0.001 = ***$

En effet, comme l'illustre le graphique (Figure 6.21), le nombre de boîtes situées au même niveau traduit l'absence de différence entre les individus du troisième sous ensemble. Parallèlement, seul le groupe des basketteurs, du premier sous-ensemble se retrouve en même temps significativement différents des deux autres sous-ensembles.

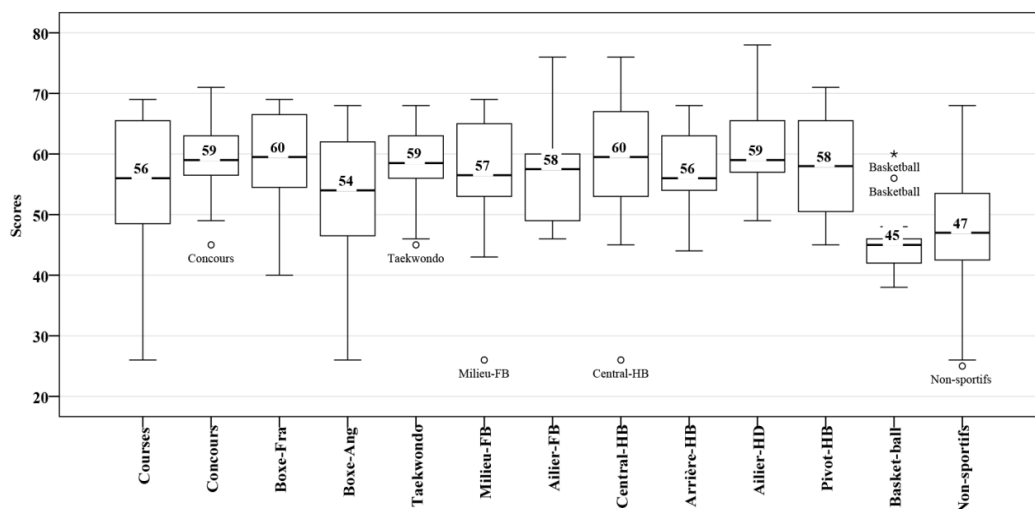


Figure 6. 21 : Illustration en boîtes à moustaches des médianes et des quartiles de résultats des prédictions des scores après le test TRVC

4.3.3. Résultats réels au test TRVC

Les scores réels au test TRVC ont donné quatre sous-groupes homogènes, mais statistiquement différents. Ainsi, nous remarquons que tous les sportifs ont été différents des non-sportifs. Ensuite, les basketteurs ont aussi été différents des autres pratiquants sportifs et enfin, les joueurs pivots en Handball ont été différents du reste des joueurs de Handball, de Football, des athlètes et des pratiquants de Sports de combat.

Tableau 6. 18 : Comparaison des scores réels au test TRVC et détermination des sous-ensembles homogènes selon l'habitus moteur du pratiquant

	Habitus moteur	N	G1	G2	G3	G4	F	P value	< 0.05 =*	
R-réel TRCV	Non-sportifs	36	37,58							
	Basket-ball	32	40.56	40.56						
	Pivot-HB	4	45,50	45,50	45,50					
	Arrière-HB	9		49,11	49,11	49,11				
	Boxe-Ang	16		49,68	49,68	49,68				
	Ailier-FB	14			50,71	50,71				
	Milieu-FB	30			52,57	52,57				
	Courses	32			52.68	52.68		17,200	0.000	***
	Central-HB	18			53,22	53,22				
	Taekwondo	18			54,33	54,33				
	Ailier-HD	8			54,62	54,62				
	Concours	27			54,81	54,81				
	Boxe-Fr	12				57,08				
		Signification		0,189	0,61	0,50	0,181			

$P < 0.05 = *$; $P < 0.01 = **$; $P < 0.001 = ***$

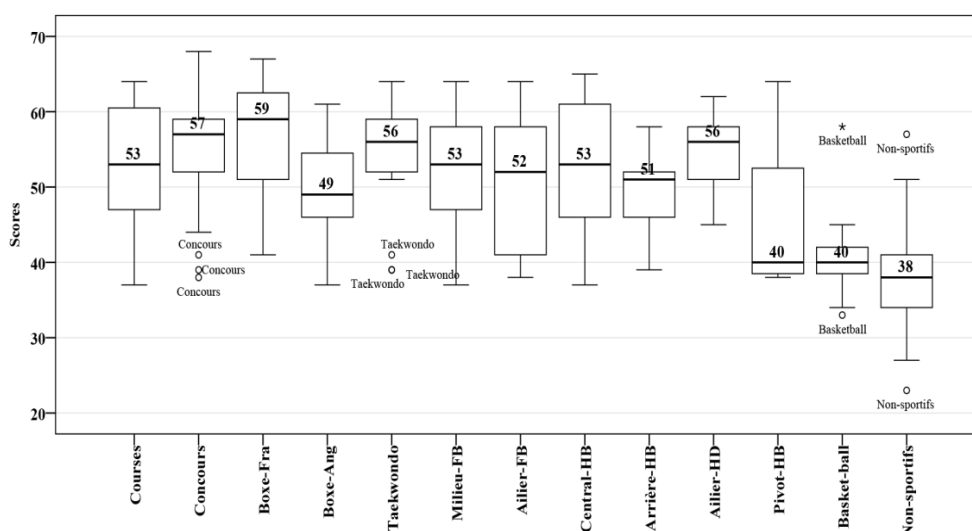


Figure 6. 22 : Illustration en boîtes à moustaches des médianes et des quartiles de résultats réels obtenus par tous les pratiquants au test TRVC selon l'habitus moteur

4.4. Prédications des scores au test TRMX

Le test TRMX représente la deuxième épreuve dite puisqu'elle sollicite un temps de réaction complexe au cours du processus de recherche spatiale des signaux auditifs et visuels.

4.4.1. Avant le test TRMX

Face aux signaux complexes mixtes auditifs et visuels, deux sous-ensembles d'individus se sont formés (Tableau 6.19). Un premier sous ensemble homogène qui comprend les basketteurs, les coureurs et les non-sportifs, dont la différence est non significative (Tukey = $p < 0.134$, $\alpha = 0.05$) et un deuxième groupe comprenant tous les autres sportifs. La différence entre ces deux sous-ensembles étant très significative ($p < 0.0001$)

Tableau 6. 19 : Comparaison des prédictions de scores avant les tests TRMX et détermination des sous-ensembles homogènes selon l'habitus moteur du pratiquant

Habitus moteur		N	G1	G2	F	P value	< 0.05 =*
Avant TRMX	Non-sportifs	36	51,39				
	Courses	32	60,62	60,62			
	Basket-ball	32	60.93	60.93			
	Ailier-HD	8		66,25			
	Concours	27		66,29			
	Ailier-FB	14		67,85			
	Boxe-Fr	12		68,33	8,408	0.000	***
	Arrière-HB	9		68,89			
	Taekwondo	18		69.44			
	Central-HB	18		69,44			
	Pivot-HB	4		70,00			
	Boxe-Ang	16		70,62			
	Milieu-FB	30		71,67			
	Signification			0.134	0.144		

$P < 0.05 = *$; $P < 0.01 = **$; $P < 0.001 = ***$

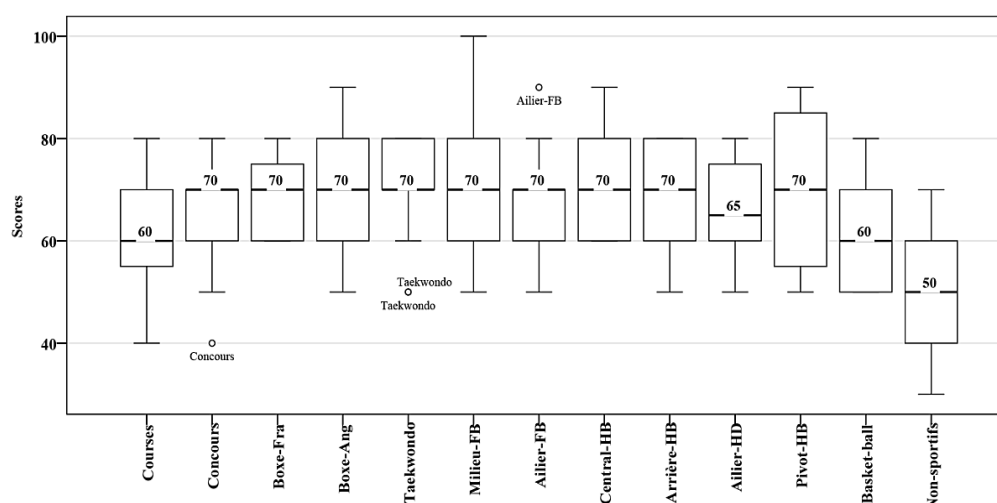


Figure 6. 23 : Illustration en boîtes à moustaches des médianes et des quartiles de résultats des prédictions des scores avant le test TRMX obtenus par tous les pratiquants selon l'habitus moteur

4.4.2. Après le test TRMX

Après avoir passé le test TRMX, les participants ont émis des prédictions significativement différentes de leurs scores. En effet, trois sous-ensembles significativement différents sont apparus (Tableau 6.20), mettant ensemble, d'abord, un premier groupe les basketteurs et les non-sportifs (Tukey = $p < 0.133$, $\alpha = 0.05$), ensuite un deuxième groupe plus large duquel se distinguent (pour former un troisième groupe) les pratiquants de Boxe française et les joueurs pivots en Handball.

Tableau 6. 20 : Comparaison des prédictions de scores après le test TRMX et détermination des sous-ensembles homogènes selon l'habitus moteur du pratiquant

	Habitus moteur	N	G1	G2	G3	F	P value	< 0.05 =*
Après TRMX	Non-sportifs	36	42,69					
	Basket-ball	32	51.34	51.34				
	Boxe-Ang	16		57,87	57,87			
	Courses	32		58,00	58,00			
	Ailier-FB	14		58,85	58,85			
	Arrière-HB	9		59,11	59,11			
	Milieu-FB	30		59,33	59,33	14.479	0,000	***
	Taekwondo	18		59.50	59.50			
	Central-HB	18		60,06	60,06			
	Ailier-HD	8		60,50	60,50			
	Concours	27		60,56	60,56			
	Boxe-Fr	12			62,00			
	Pivot-HB	4			63,75			
		Signification		0.133	0.80	0.712		

P < 0. 05 =* ; P < 0. 01 =** ; P < 0. 001=***

L'illustration des résultats (Figure 6.24) montre après comparaison des moyennes que la différence intergroupe est causée par la distance créée, notamment entre les résultats des pivots en Handball et les non-sportifs.

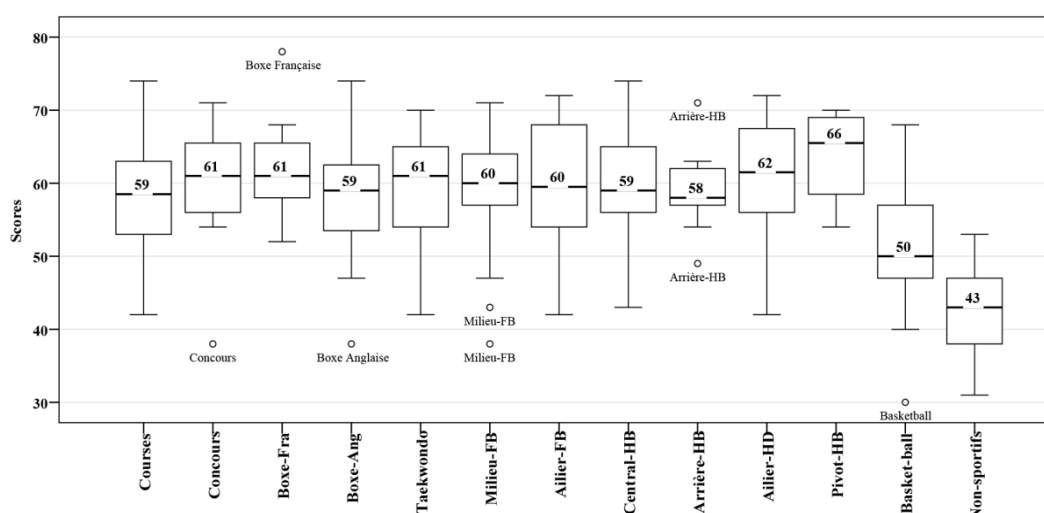


Figure 6. 24 : Illustration en boîtes à moustaches des médianes et des quartiles de résultats des prédictions des scores obtenus après le test TRMX par tous les pratiquants selon l'habitus moteur

4.4.3. Résultats réels au test TRMX

La comparaison des moyennes par analyse de la variance des résultats au test TRMX, enregistrés par le B-percept[®], montre que les participants ont eu des scores significativement différents ($p < 0.0001$). Toutefois, ces résultats font répartir les individus en quatre sous-ensembles sur la base de leur homogénéité (Tableau 6.21). Ainsi, seuls les pratiquants de la Boxe française et les non-sportifs se sont distingués significativement des autres en représentant l'extrémité maximale de score pour les premiers et minimale pour les deuxièmes. Cette étendue entre les deux distributions est illustrée de façon claire à travers leurs représentations graphiques (Figure 6.25).

Tableau 6. 21 : Comparaison des prédictions des résultats réels au test TRMX et détermination des sous-ensembles homogènes selon l'habitus moteur du pratiquant

	Habitus moteur	N	G1	G2	G3	G4	F	P value	< 0.05 =*	
R-réel TRMX	Non-sportifs	36	40,33							
	Basket-ball	32	44.09	44.09						
	Pivot-HB	4	47,50	47,50	47,50					
	Concours	27	49,18	49,18	49,18	49,18				
	Courses	32		51.06	51.06	51.06				
	Boxe-Ang	16			53,18	53,18				
	Ailier-FB	14			53,64	53,64	13,50	0.000	***	
	Arrière-HB	9			54,00	54,00				
	Taekwondo	18			54,28	54,27				
	Ailier-HD	8			54,62	54,62				
	Milieu-FB	30			55,43	55,43				
	Central-HB	18			56,33	56,33				
	Boxe-Fr	12				57,91				
		Signification		0.061	0.328	0.062	0.070			

$P < 0.05 = *$; $P < 0.01 = **$; $P < 0.001 = ***$

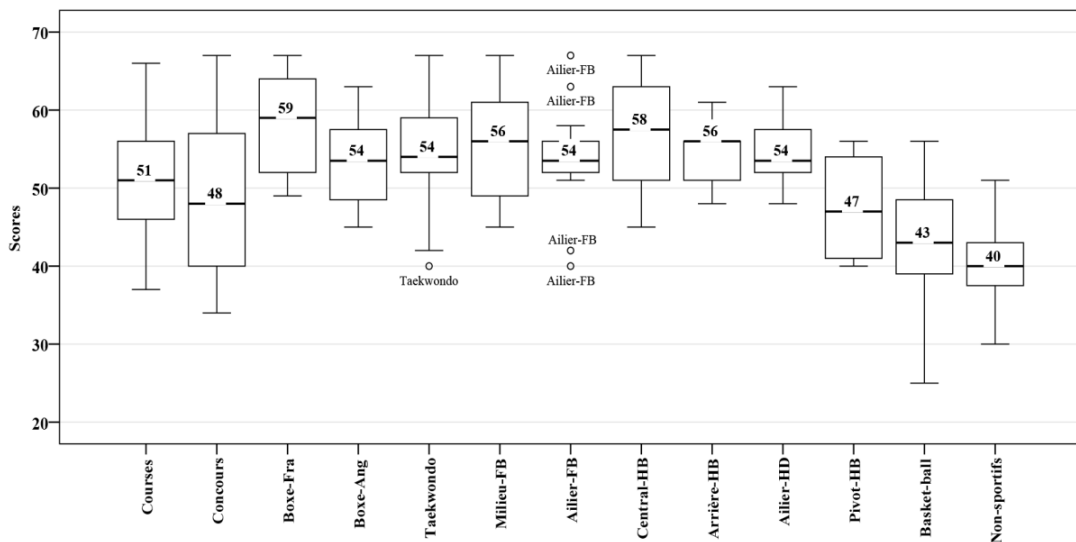


Figure 6. 25 : Illustration en boîtes à moustaches des résultats des prédictions des scores que les participants pensent pouvoir puis avoir réalisé dans le test TRMX. Sur le graphique nous avons étiqueté les valeurs extrêmes, minimales et maximales, ainsi que la valeur de la médiane

5. Conclusions du chapitre

Nous avons essayé, tout au long de ce sixième chapitre, de déterminer la nature des liens entre les prédictions émises avant les tests avec ceux formulés après les tests. Dans un second temps, nous avons comparé ces choix réalisés par les individus par rapport aux résultats réels obtenus.

Rappelons d'abord que les individus n'ont pas été informés des résultats de leurs camarades et que nous ne leur avons pas communiqué leurs résultats réels dans un même test ou entre les tests.

En effet, cette procédure vise à laisser le sujet agir selon ses attentes pouvant – selon Weinberg, Gould et *al.*, (1979) ; Weinberg, Yukelson et *al.*, (1980) ; Hsieh et Yuan, (2016) – être affectés par la connaissance des résultats ou l'effet de la concurrence entre les sujets.

À l'issue du recueil des résultats de prédiction, nous avons noté que les sportifs estiment mieux leur niveau de performances avant la tâche demandée puis après l'avoir fini que les non-sportifs.

Ce constat pourrait confirmer notre hypothèse émise au terme du chapitre précédent et dans laquelle nous stipulons que la pratique sportive a un effet sur la motricité et aussi sur le lien qu'entretient le sportif avec son corps et son rendement. Plus aisé d'être performant dans le cadre d'une situation que l'on suppose plus en adéquation avec nos conduites motrices. Cependant nous notons que ces derniers se sont attribués des scores plus élevés que les non-sportifs (avant les tests), alors que cela n'a pas toujours correspondu à la réalité des scores. Là aussi, on peut surestimer ce que l'on pense mieux maîtriser. À ce niveau Bandura considère que *l'auto-efficacité perçue influence le choix des paramètres comportementaux* » (Bandura, 1977, p. 194)

Par ailleurs, les sportifs ont obtenu des scores réels plus corrélés avec leurs prédictions faites après le test, ce qui pourrait signifier que ces derniers auraient probablement compté leur essais réussis de manière instantanée et ont été conscients de l'évolution leurs scores. En effet, cette idée a été aussi confirmée lors des entretiens post test.

La différence entre les prédictions, en fonction de leurs domaines d'action, n'apparaît qu'après avoir passé les tests. Ainsi, nous avons observé que les sportifs du domaine (A) ont des prédictions de scores supérieurs aux domaines (\emptyset) et (PA), notamment, dans les tests complexes. L'analyse intragroupale montre qu'elles sont principalement dues aux prédictions de scores très élevés chez les boxeurs. En contrepartie, les résultats des sportifs du domaine (PA) ont été influencés par les valeurs basses des prédictions des basketteurs. Or, cela pourrait relativiser l'impact du domaine sur la capacité de prédiction au profit d'un effet plus spécifique lié à l'activité sportive pratiquée.

Notre choix de poursuivre la démarche de méta-analyse, à travers l'étude discriminante des résultats, a permis de révéler des différences entre les sportifs en fonction de leur habitus moteurs respectifs vis-à-vis de leurs prédictions. Nous formulons ces conclusions avec précaution, en espérant pouvoir les vérifier et les approfondir sur une population plus importante de sportifs.

Le prochain chapitre sera l'occasion de réaliser une analyse plus spécifique de l'estime de soi d'un point de vue corporel chez les sportifs de cette étude afin de baliser les effets potentiels de ces dimensions sur les prédictions et les décisions traduites en performances.

C. 7

Résultats des tests B-percept® : Sentiment d'auto-efficacité & Estime de soi dans le domaine corporel

*« Ce sont les persévérants, bien plus que les pessimistes, qui font progresser l'humanité.
La confiance en soi ne conduit pas toujours au succès, mais le doute sur soi produit sûrement l'échec »*

Albert Bandura (2003)

INTRODUCTION

Ce chapitre présente l'analyse statistique consacrée à deux questionnaires intégrés dans le protocole B-percept[®]. La première partie concerne un questionnaire d'auto-efficacité personnelle dans la résolution des problèmes (*Problem-Solving Self-Efficacy*) de Bandura (2006, p. 324), dont l'objectif est d'évaluer le sentiment d'auto-efficacité personnelle des individus face aux problèmes qui leur sont posés par les situations simples de type TRS et par les situations complexes de type TRC.

La deuxième partie d'analyses est consacrée au questionnaire « *physical self-perception profile* » (PSPP) proposé par Fox et Corbin (1989) et adapté dans une version en langue française par Ninot, Delignières *et al.* (2000). Ce questionnaire vise à compléter, de manière exhaustive, la représentation des profils des sportifs sur lesquels nous avons mené cette étude. En effet, nous partons, dans ces analyses, conscients des limites qui nous ont été posées en méta-analyse par certains paramètres, notamment les tailles des sous-groupes. Toutefois, nous tenons à offrir plus d'arguments méthodologiques aux analyses obtenues à travers les tests de mesure du temps de réaction et de prédictions faits dans le protocole B-percept[®] et qui seront davantage développés dans de futurs travaux après la thèse.

Le questionnaire comprend, dans sa version originale adaptée par Ninot, Delignières *et al.* (2000), trente items qui sont classés en six échelles (EG = *Estime globale de soi* ; VPP = *Valeur physique perçue* ; E = *Endurance* ; CS = *Compétence sportive* ; A = *Apparence* et F = *Force*). Chaque échelle contient 5 items. Le sens de chaque phrase (+ ou -) amène une pondération de 1 point (pas du tout) à 6 points (tout à fait) pour les items positifs et inversement pour les items négatifs. Nous obtenons ainsi la moyenne de chaque échelle.

L'analyse des différents résultats sera entamée par une analyse factorielle globale de la version originale du questionnaire PSPP (30 items). Ainsi, les résultats sont d'abord analysés par l'étude des corrélations (Pearson (n)). Ensuite, des mesures de la fiabilité et de la consistance interne sont menées à travers le test alpha de Cronbach (Cronbach, 1951 ; Cronbach et Meehl, 1955) pour les réponses recueillies chez les pratiquants selon le domaine d'action, les algorithmes moteurs et les *habitus* moteurs.

1. Étude des résultats du questionnaire B-percept[®] d'auto-efficacité personnelle

Lors de la passation de chaque test B-percept[®], les sujets ont été appelés à remplir un questionnaire intégré à l'interface B-percept[®] (consulter le chapitre 3) pour l'évaluation du sentiment d'auto-efficacité personnelle dans la résolution des problèmes simples et complexes (Bandura, 2006, p. 324).

1.1. Analyse comparative des résultats au test d'auto-efficacité personnelle dans les situations simples et complexes

En effet, la comparaison des réponses au questionnaire d'auto-efficacité (Tableau 7.1) révèle une différence significative ($p < 0,0001$; $\alpha = 0.05$) entre les sportifs et les non-sportifs concernant les situations simples, mais aucune différence face aux situations complexes. En effet, les sportifs se considèrent plus efficaces à résoudre les problèmes posés par les tests B-percept[®] simples (TRVS et TRAS), alors qu'ils se retrouvent au même niveau des non-sportifs quand il s'agit de résoudre les problèmes liés aux tests complexes.

Les représentations graphiques obtenues à travers les analyses des réponses des sportifs des trois domaines et des non-sportifs (Figure 7.1) montrent une distinction claire entre les inerties des groupes, illustrées de façon claire par les placements distincts de leurs barycentres respectifs. En effet, l'analyse factorielle révèle deux variables explicatives dominantes, dont la première « F1 » représentant les différents scores mesurés (auto-efficacité) et la seconde « F2 » représentant les sujets (Figure 7.1, a) : $F1 + F2 = 54,90\%$ et (Figure 7.1, b) : $F1 + F2 = 58,03\%$.

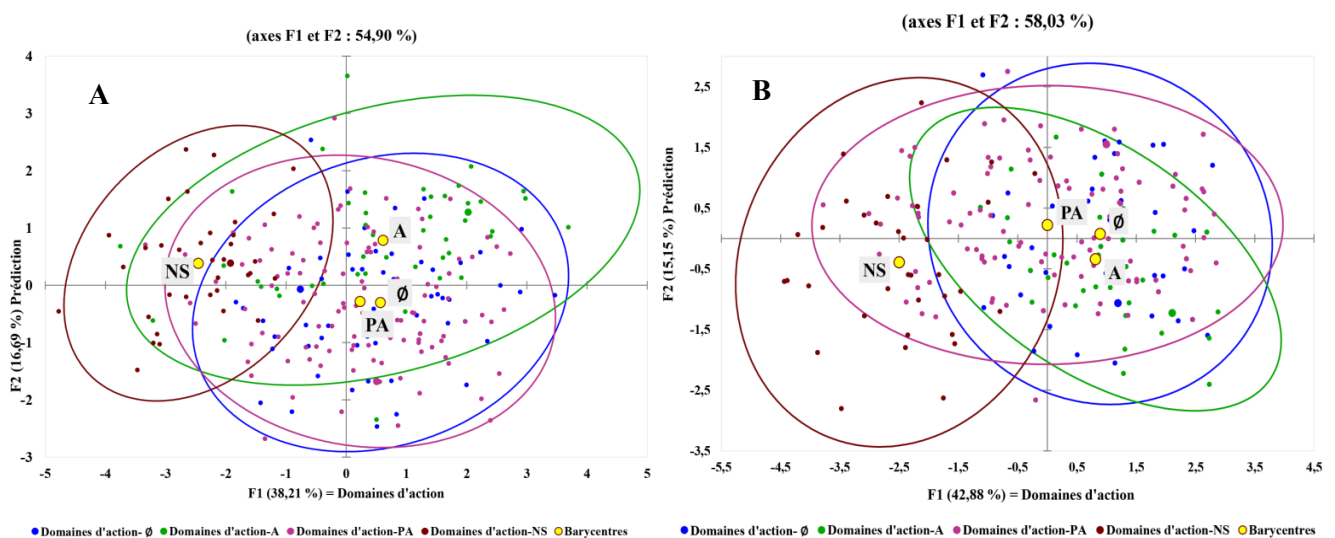


Figure 7.1 : Représentation des plans factoriels des résultats au test d'auto-efficacité. Comparaison en fonction de la pratique (sportifs vs non-sportifs) et des domaines d'actions (Ø, A et PA). **(A)** Illustration du plan factoriel des tests TRS sous la forme d'ellipses de confiance en précisant les distances entre les barycentres de chaque domaine. **(B)** Illustration du plan factoriel des tests TRS sous la forme d'ellipses de confiance en précisant les distances entre les barycentres de chaque domaine

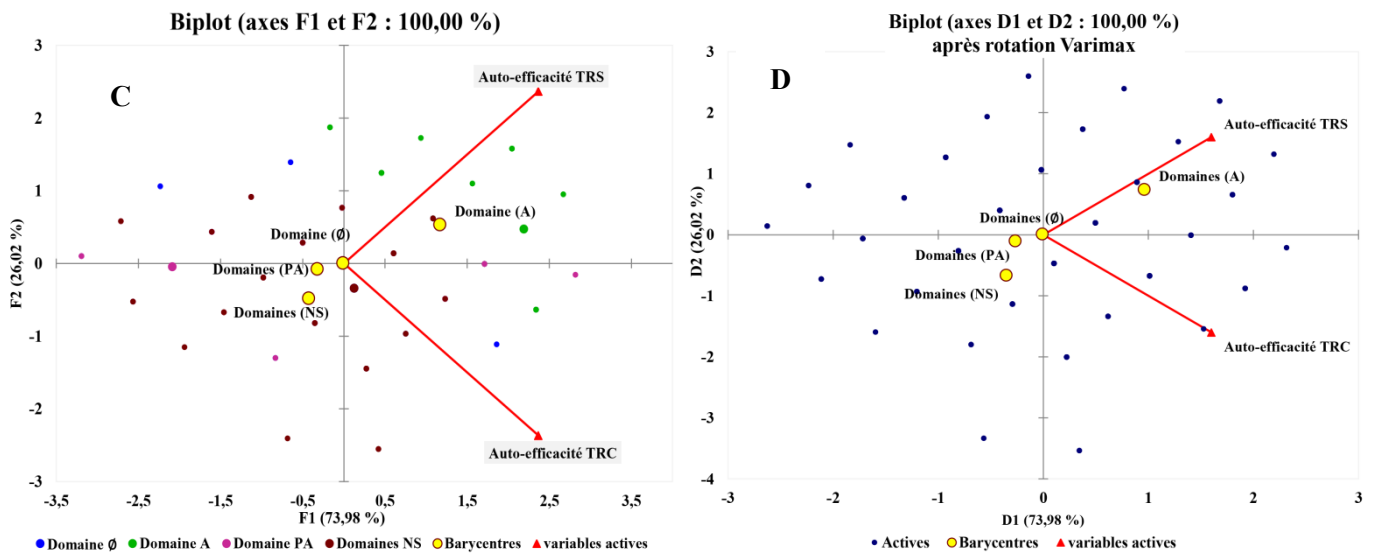


Figure 7. 2 : Représentation des plans factoriels des corrélations entre le sentiment d’auto-efficacité dans les tests TRS et les tests TRC des scores prédits, estimés et réalisés. Comparaison en fonction des domaines d’actions (\emptyset , A et PA). (C) Illustration de la projection des tests simples et complexes avant rotation. (D) Illustration de la projection des tests simples et complexes après rotation Varimax

1.1.1. Sentiment d’auto-efficacité face aux situations simples (TRS)

Le plan vectoriel représentant la distribution des résultats des sportifs et des non-sportifs (Figure 7.1, a) illustre une corrélation significative à ($p < 0,0001$; $\alpha = 0.05$) entre la pratique sportive et le niveau des scores annoncés et obtenus par les sujets. En effet, les pratiquants de sport, tous domaines confondus, se considèrent plus efficaces que les non-sportifs dans la résolution des problèmes simples et qui s’illustrent, dans ce cas, par les réponses aux stimuli visuels et auditifs simples (TRS).

L’analyse des différences en fonction des domaines d’action motrice selon l’Axe F1 (38,21 %) révèle que, face à des problèmes simples de type (TRS), les sujets ne présentent aucune corrélation entre leurs attentes de résultats (prédictions avant les tests) et leur niveau de sentiment d’auto-efficacité personnelle mesuré. En nous référant aux résultats des prédictions dans le chapitre précédent, cette constatation laisse supposer que les sujets ont essayé de faire un calcul conscient de leurs performances tout au long du test (TRVS), puisque la cible était visible en face. Cela transforme leurs actions en actes réfléchis (Figure 7.3). C’est ce que nous allons essayer d’étayer un peu plus loin afin de mieux situer les différences entre les groupes en fonction du domaine d’action et de l’algorithme moteur.

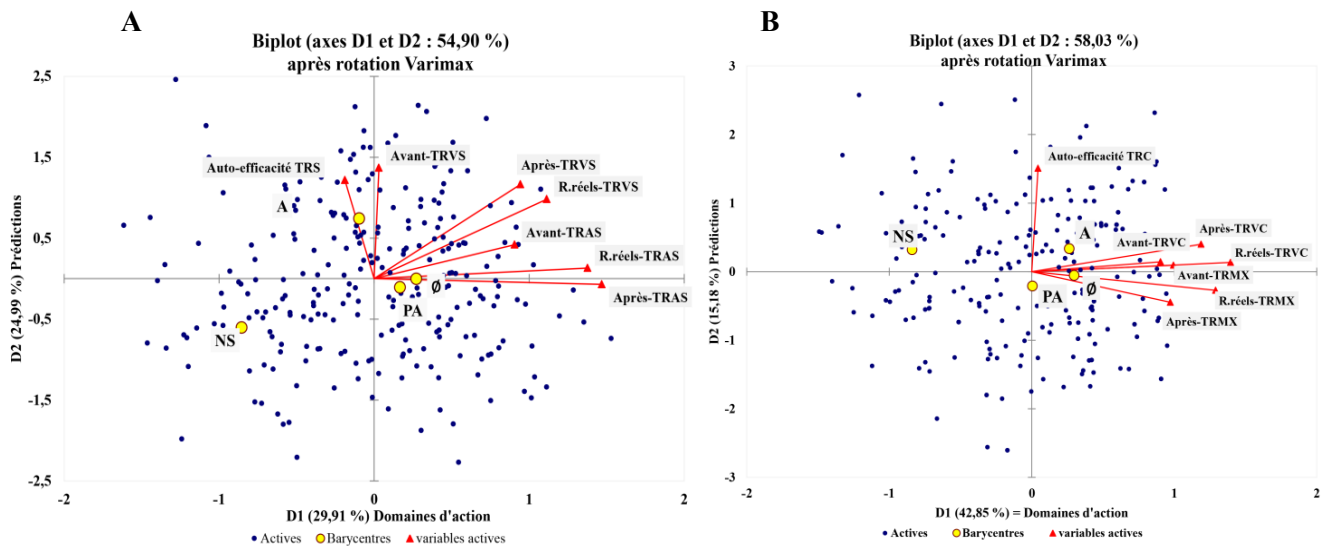


Figure 7.3 : Plans factoriels illustrant les vecteurs de corrélations entre le sentiment d’auto-efficacité et les différentes prédictions aux tests TRS (TRVS et TRAS) et TRC (TRVC et TRMX)

1.1.2. Sentiment d’auto-efficacité face aux situations complexes (TRC)

La représentation des résultats en plan factoriel pour les tests complexes B-percept[®] a permis d’avoir une distribution éparpillée en fonction de la pratique sportive. Ainsi, le barycentre des non-sportifs se place loin de ceux des groupes sportifs (Figure 7.3, b). Ces derniers affichent, en parallèle, une centralité plus importante qui est liée, principalement, aux multiples corrélations entre les résultats de leurs prédictions. En effet, contrairement au niveau élevé du sentiment d’auto-efficacité face à la résolution de problèmes simples (TRS), les résultats obtenus par les sportifs et les non-sportifs face aux problèmes complexes (TRC) n’affichent aucune corrélation significative avec leurs prédictions des scores (Tableau 7.1).

Le plan vectoriel représentant la distribution des résultats place une première corrélation très significative ($r = 0,74 ; p < 0,000 1$) entre la prédiction des résultats après TRVC et les résultats réels TRVC et une seconde corrélation, également très significative ($r = 0,69 ; p < 0,000 1$), entre les résultats réels TRVC et les résultats réels TRMX. Ces scores mettent en relief, également, le rôle de la vision comme facteur commun entre les corrélations obtenues (Figure 7.3, b).

Les constatations issues de ces résultats viennent appuyer les propos de certains sujets, auprès desquels nous avons conduit un entretien concernant l’évaluation du niveau de difficulté des tests B-percept[®] (annexe 4). Ces individus (sportifs) ont jugé qu’il était plus facile pour eux de compter sur la vision pour détecter les signaux (TRVS, TRVC et TRMX) et pour programmer leurs décisions et leurs anticipations.

Tableau 7.1 : Comparaison du niveau du sentiment d’auto-efficacité dans la réalisation de la tâche simple TRVS et de la tâche complexe TRVC

Auto-efficacité	Groupes	N	Moy.	Ert.	Min	Max	F	P value	< 0.05 =*
Tâche simple	Sportifs	220	63,77	14,52	30	100	18,31	0,000 1	***
	Non-sportifs	36	52,78	12,79	30	80			
Tâche complexe	Sportifs	220	56,23	11,22	30	80	0,047	0,829	ns
	Non-sportifs	36	56,67	11,95	30	80			

$P < 0.05 = *$; $P < 0.01 = **$; $P < 0.001 = ***$

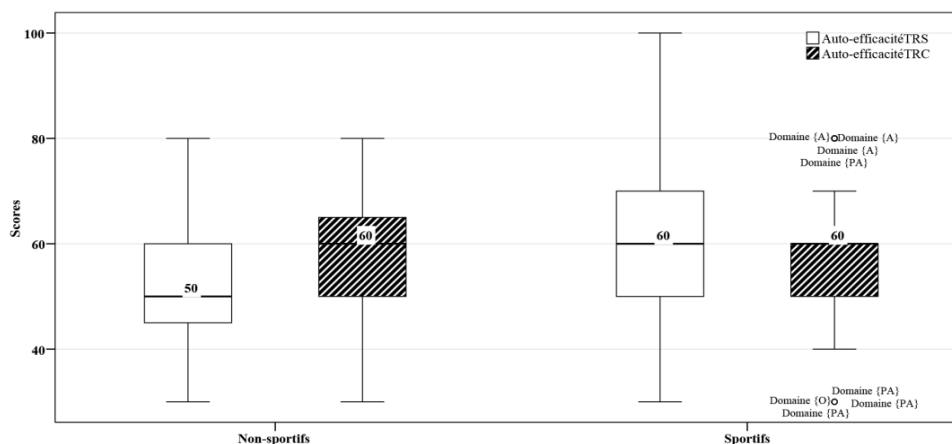


Figure 7.4 : Illustration des estimations d’auto-efficacité des sportifs et des non-sportifs face à la résolution des problèmes liés aux tâches simples et complexes

Afin de mieux comprendre les particularités du niveau du sentiment d’auto-efficacité personnelle chez les sportifs selon leurs domaines d’action respectifs, nous avons comparé les réponses obtenues au questionnaire inclus au B-percept® (Bandura, 2006). En effet, notre objectif à travers ce questionnaire est d’essayer d’étudier les corrélations entre la conviction du joueur dans ses capacités personnelles à résoudre les problèmes simples de type « TRS » et sa capacité à prédire ses résultats. Cette analyse vise, d’abord, à trouver l’homogénéité entre les domaines d’actions, entre les algorithmes moteurs, puis à déterminer les liens potentiels entre la pratique motrice et les choix faits.

Nous avons élaboré une analyse discriminante des temps de réaction visuels et auditifs simples et complexes réalisés par tous les sujets testés afin de dresser une classification hiérarchique des domaines d’action, des algorithmes moteurs et des habitus moteurs en fonction des performances. La classification élaborée répartit les résultats en trois niveaux de performances :

- Score pour être considéré « très efficace » = $[(moyenne + 2\sigma) \rightarrow 100]$
- Score pour être considéré « efficace » = $(moyenne \pm 1\sigma)$
- Score pour être considéré « peu efficace » = $[0 \rightarrow (moyenne - 2\sigma)]$

Les sujets qui se voient «peu efficaces» ou «très efficaces» sont ceux qui sortent statistiquement sous la pente de la courbe de Gauss (voir chapitre 4, Figure 4.13).

1.2.Sentiment d’auto-efficacité face aux situations simples et complexes selon le domaine d’action motrice

L’analyse des résultats à laquelle nous procédons, établie selon le domaine d’action motrice, vise à déterminer les différences de mesures du sentiment d’auto-efficacité personnelle des sportifs au sein d’un même domaine ainsi que des non-sportifs.

1.2.1. Sentiment d’auto-efficacité face aux situations simples selon le domaine d’action motrice

À l’issue de l’analyse des résultats des réponses au questionnaire d’auto-efficacité, nous avons pu répartir les participants, sportifs et non-sportifs, aux tests de temps de réaction simples B-percept[®] en trois groupes (Tableau 7.2). Dans un premier groupe, nous pouvons trouver les non-sportifs et les pratiquants du domaine (PA) qui ne sont pas significativement différents dans leur niveau d’auto-efficacité. Dans un second groupe se classent les pratiquants du domaine (PA) et (\emptyset) qui sont statistiquement non différents dans leur choix de réponses. Enfin, les pratiquants du domaine (A) forment, seuls, un groupe significativement distinct des autres. Ces classements mettent en avant les sous-ensembles homogènes pouvant expliquer la différence significative obtenue par analyse de la variance liée principalement aux résultats des sportifs du domaine (A) qui se distinguent des autres.

Tableau 7.2 : Comparaison des résultats au test d’auto-efficacité face aux tâches simples de type TRS et détermination des sous-ensembles homogènes parmi les domaines d’action motrice étudiés

	Domaine d’action	N	G1	G2	G3	F	P value	< 0.05 =*
TRS	Non-sportifs	36	52,78					
	Domaine (PA)	115	58,09	58,09		46 113	0,000	***
	Domaine (\emptyset)	59		62,20				
	Domaine (A)	46			62,20			
	Signification		0,102	0,286	1 000			

P < 0. 05 = ; P < 0. 01 =** ; P < 0. 001=****

La représentation graphique des résultats du questionnaire (Figure 7.5) montre que seuls les pratiquants des domaines (\emptyset) et (A) se considèrent «très efficaces» face à une tâche simple. Parallèlement, aucun individu du domaine (A) ne se considère «peu efficace» sur les 46 participants aux expérimentations. En effet, il serait très intéressant, dans la suite de notre travail, de comparer ce résultat à ceux du questionnaire du sentiment d’estime de soi dans le domaine corporel.

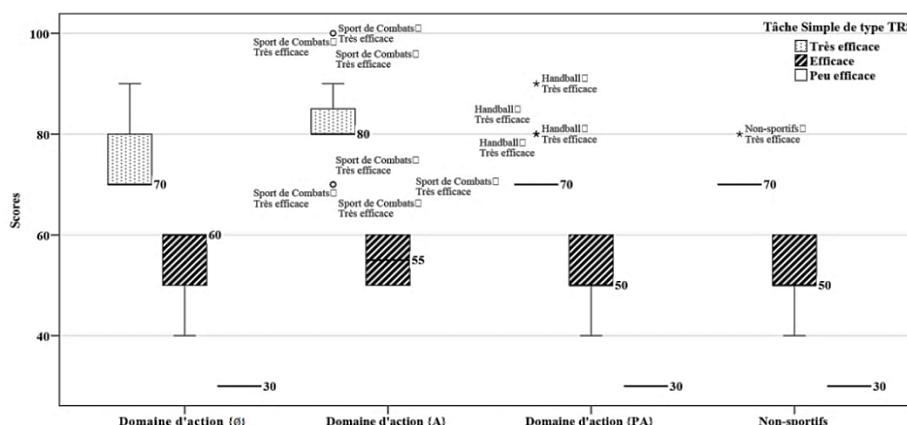


Figure 7.5 : Illustration en boîtes à moustaches des résultats des réponses aux questionnaires d’auto-efficacité face aux tâches simples (Bandura, 2006) et illustration des pratiquants selon leur sentiment d’auto-efficacité personnelle et en fonction de leur domaine

1.2.2. Sentiment d’auto-efficacité face aux situations complexes selon le domaine d’action motrice

Les résultats issus de l’analyse de la variance des scores obtenus dans le questionnaire d’auto-efficacité face à la résolution des problèmes complexes de type « TRC » (Tableau 7.3) montrent que les sujets ont des appréciations significativement différentes de leur auto-efficacité. Toutefois, le test post hoc de Tukey (Marcus, 1992), répartit les individus participant aux expérimentations en deux sous-ensembles non significativement différents. Un premier sous-ensemble rassemble des pratiquants non statistiquement différents (Tukey = $p < 0,678$; $\alpha = 0.05$) des domaines (PA) (\emptyset) et des non-sportifs. Un deuxième sous-ensemble rassemble des pratiquants des domaines (\emptyset), (A) et les non-sportifs (Tukey = $p < 0,076$; $\alpha = 0.05$).

Tableau 7.3 : Comparaison des résultats au test d’auto-efficacité face aux tâches complexes de type TRC et détermination des sous-ensembles homogènes parmi les domaines d’action motrice étudiés

	Domaine d’action	N	G1	G2.	F	P value	< 0.05 =*
TRC	Domaine (PA)	115	54,261		4,446	0.005	**
	Domaine (\emptyset)	59	56,102	56,102			
	Non-sportifs	36	56,667	56,667			
	Domaine (A)	46		61,304			
	Signification		0.678	0.076			

$P < 0.05 = *$; $P < 0.01 = **$; $P < 0.001 = ***$

L’illustration de ces résultats en boîte à moustaches (Figure 7.6) révèle que seuls deux sportifs pratiquants du domaine (A) se considèrent comme « très efficaces » (Tableau 7.3).

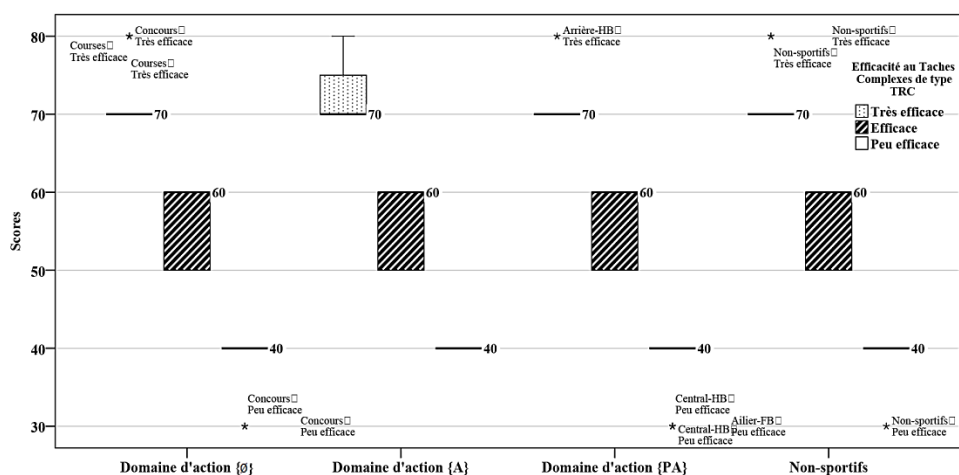


Figure 7. 6 : Illustration en boîtes à moustaches des résultats des réponses aux questionnaires d’auto-efficacité face aux tâches complexes (Bandura, 2006) et illustration des pratiquants selon leur sentiment d’auto-efficacité personnelle en fonction de leurs domaines

1.3. Sentiment d’auto-efficacité face aux situations simples et complexes selon l’algorithme moteur

L’analyse des résultats à laquelle nous avons procédé et effectuée selon l’algorithme moteur vise à déterminer les différences de mesures du sentiment d’auto-efficacité personnelle au sein d’un même domaine. Ainsi, nous essayons de déterminer si tous les sujets pratiquant une activité sociomotrice d’opposition et de coopération (Football, Handball et Basket-ball) peuvent être différents ou non dans leur sentiment d’auto-efficacité personnelle. La comparaison est menée selon l’algorithme moteur, d’abord par rapport aux tâches simples, ensuite par rapport aux tâches complexes.

1.3.1. Sentiment d’auto-efficacité face aux situations simples selon l’algorithme moteur

L’analyse de la variance des résultats au test d’auto-efficacité selon l’algorithme moteur pratiqué (Tableau 7.4) montre que les sujets sportifs sont statistiquement très différents dans leurs réponses par rapport à leur sentiment d’auto-efficacité personnelle. En effet, nous avons pu classer les individus selon leurs scores en quatre groupes. Le premier sous-ensemble comprend les pratiquants de Football et de Basket-ball avec les non-sportifs (Tukey = $p < 0.822$; alpha = 0.05). Le deuxième sous-ensemble regroupe les pratiquants de Basket-ball avec les athlètes (Tukey = $p < 0.147$; alpha = 0.05). Le troisième sous-ensemble réunit les athlètes et les handballeurs (Tukey = $p < 0.988$; alpha = 0.05) et le dernier sous-ensemble comprend les pratiquants des Sports de combat.

Tableau 7.4 : Comparaison des résultats au test d'auto-efficacité face aux tâches simples de type TRS et détermination des sous-ensembles homogènes selon l'algorithme moteur

Algorithme moteur	N	G1	G2.	G2	G4	F	P value < 0.05 =*
TRS	Non-sportifs	36	52,78				
	Football	44	54,55				
	Basket-ball	32	55,94	55,94			
	Athlétisme	59		62,20	62,20		34,251 0,000 1 ***
	Handball	39			63,85		
	Sports de combat	46				80,00	
Signification		0.822	0.147	0.988	1 000		

$P < 0.05 = *$; $P < 0.01 = **$; $P < 0.001 = ***$

L'illustration des résultats (Figure 7.7) montre qu'aucun individu parmi les pratiquants des Sports de combat ne s'estime « peu efficace ». Ainsi, ces sportifs se distinguent de façon remarquable des autres, ce qui nous incite à pousser notre analyse vers les composantes liées à l'estime de soi afin d'essayer de comprendre si le sentiment d'auto-efficacité élevé remarqué ici a des redondances sur l'image de soi.

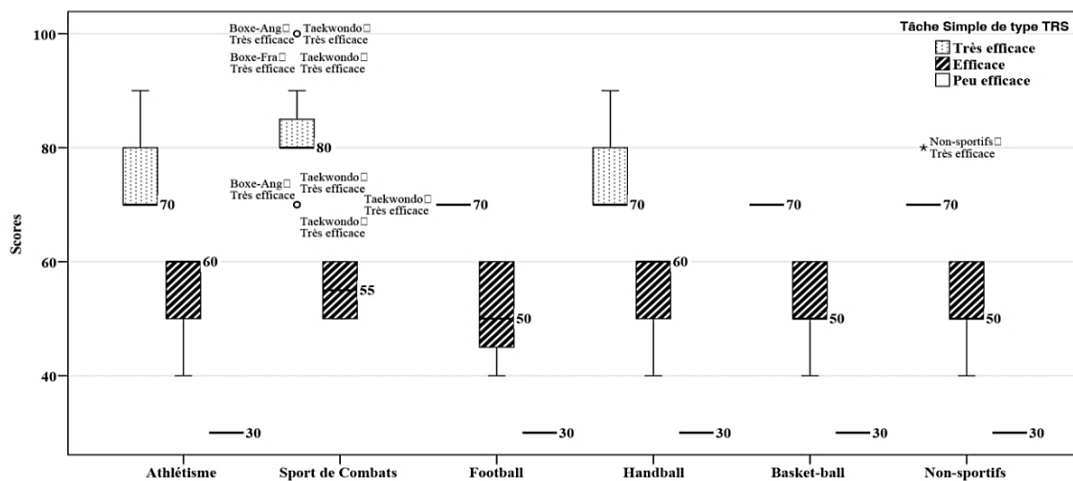


Figure 7.7 : Illustration en boîtes à moustaches des résultats des réponses aux questionnaires d'auto-efficacité face aux tâches simples (Bandura, 2006) et illustration des pratiquants selon leur sentiment d'auto-efficacité en fonction de l'algorithme moteur

1.3.2. Sentiment d'auto-efficacité face aux situations complexes selon l'algorithme moteur

Comme dans le cas de l'analyse en fonction des domaines, nous trouvons que les résultats du questionnaire du sentiment d'auto-efficacité personnelle, en fonction de l'algorithme moteur, classifient les pratiquants en deux sous-ensembles (Tableau 7.5) homogènes. En effet, l'illustration de la différence significative entre les groupes réside dans l'étendue créée par les choix de deux groupes, comme le montre l'illustration graphique (Figure 7.8). D'un côté, nous trouvons les pratiquants des Sports de combat qui s'estiment plus efficaces que les autres dans

les tâches complexes et, de l'autre côté, nous trouvons les pratiquants de Handball, dont une partie s'estime « peu efficace ».

Tableau 7.5 : Comparaison des résultats au test d'auto-efficacité personnelle face aux tâches complexes de type TRC et détermination des sous-ensembles homogènes selon l'algorithme moteur

	Algorithme moteur	N	G1	G2.	F	P value	< 0.05 =*
TRC	Basket-ball	32	54,06				
	Handball	39	54,10				
	Football	44	54,54	54,54	2,656	0.023	**
	Athlétisme	59	56,10	56,10			
	Non-sportifs	36	56,66	56,66			
	Sports de combat	46		61,30			
	Signification		0,896	0,069			

$P < 0.05 = *$; $P < 0.01 = **$; $P < 0.001 = ***$

L'illustration des résultats (Figure 7.8) décrit, de façon remarquable, la façon dont une majorité des sportifs se sentent « efficaces » face à une situation dite complexe. En contrepartie, un tiers (16/46) des pratiquants de Sports de combat se voient « très efficaces ». Leurs affirmations sont peut-être liées à un niveau d'estime de soi élevé par rapport aux autres. C'est ce que nous essayerons de comprendre à travers le questionnaire d'estime de soi analysé plus bas.

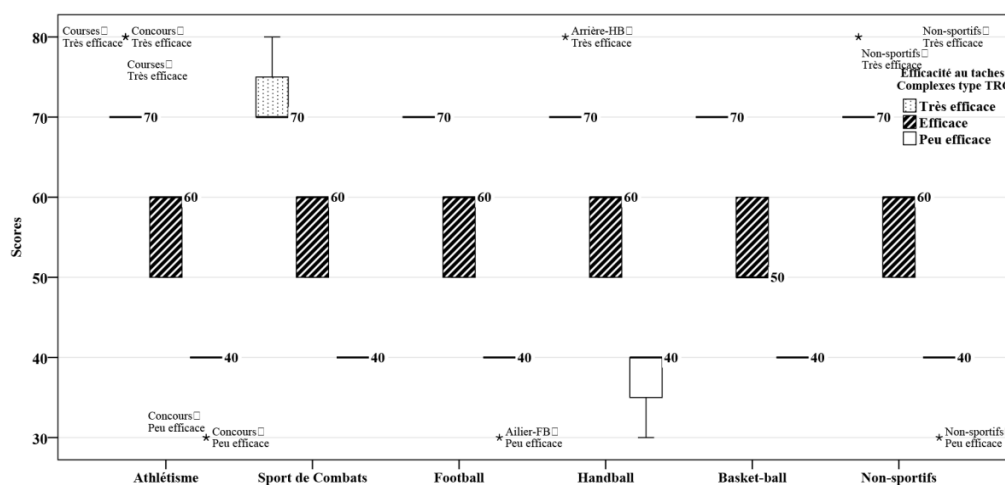


Figure 7.8 : Illustration en boîtes à moustaches des résultats des réponses aux questionnaires d'auto-efficacité face aux tâches complexes (Bandura, 2006) et illustration des pratiquants selon leur sentiment d'auto-efficacité en fonction de l'algorithme moteur

1.4. Sentiment d'auto-efficacité face aux situations simples et complexes selon l'habitus moteur

Par habitus moteur, nous désignons l'influence que pourrait avoir une tâche motrice (Delignières, Legros *et al.*, 1991 ; Delignières, Teulier *et al.*, 2009) sur les processus moteurs et cognitifs du sujet. Le choix de ce concept nous a été naturellement édicté à travers nos lectures, notamment du sens que Mauss (1936) lui attribue. En effet, pour Mauss, l'environnement social façonne l'individu toutes les techniques du corps. Ce façonnage est qualifié par la praxéologie

motrice d'effet de « moule » social (Parlebas, 1999, p. 159) dans lequel les comportements de l'individu coulent et prennent forme. Or, si un habitus moteur pouvait s'instaurer sous l'effet de la pratique répétitive d'une tâche motrice à laquelle le pratiquant s'adonne (Buekers, 1994), nous pourrions nous demander, éventuellement, si cet effet pourrait être constaté sur le niveau d'estime d'auto-efficacité selon la simplicité ou la complexité de cette tâche.

1.4.1. Sentiment d'auto-efficacité face aux situations simples selon l'habitus moteur

Les résultats du classement des réponses obtenues au questionnaire traitant le sentiment d'auto-efficacité face aux situations de type TRS, inclus au protocole de test B-percept[®], révèlent que les pratiquants de Course en couloirs, de la Boxe française, de la Boxe anglaise, les joueurs centraux et les ailiers en Handball se considèrent très efficaces face à une tâche simple de type TRS (Tableau 7.9).

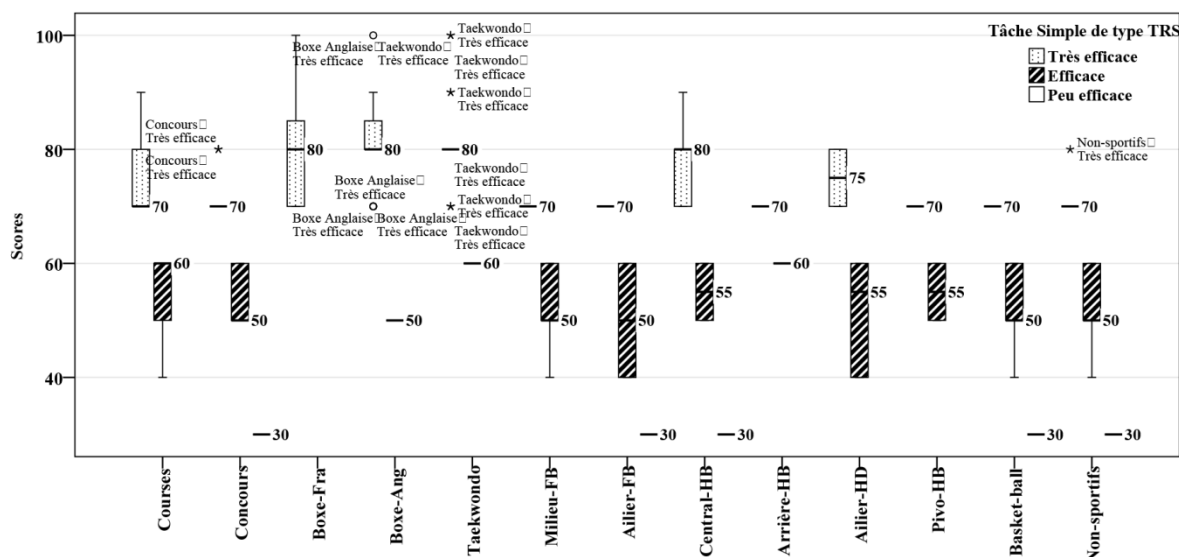


Figure 7.9 : Illustration en boîtes à moustaches des médianes et des quartiles des résultats des réponses aux questionnaires d'auto-efficacité (Bandura, 2006) face à la résolution d'une tâche simple de type TRS, en fonction de l'habitus moteur du joueur

1.4.2. Sentiment d'auto-efficacité face aux situations complexes selon l'habitus moteur

Confrontés à une situation proposant une résolution de problème complexe de type TRC, les coureurs, les pratiquants de Boxes française et anglaise ont maintenu leurs avis et se sentent « très efficaces ». De leur côté, les pratiquants de Taekwondo se sont mieux concentrés dans leurs réponses aux alentours des mêmes scores en se qualifiant de « très efficaces ». Parallèlement, ce sont les arrières en Handball qui se sont vus comme « très efficaces » en reprenant les places des joueurs centraux et des ailiers (Figure 7.10).

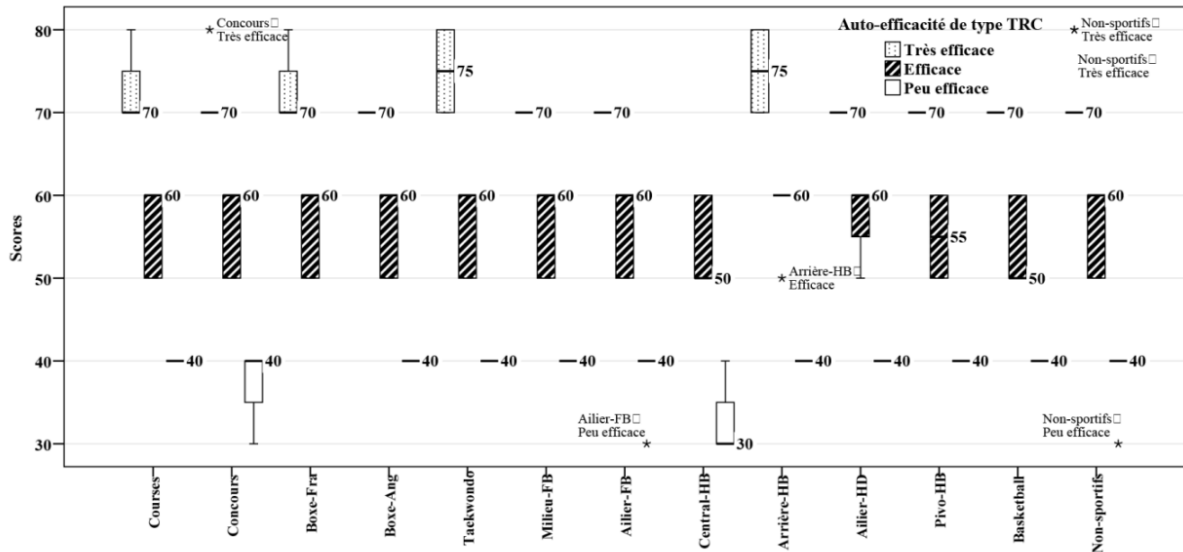


Figure 7. 10 : Illustration en boîtes à moustaches des médianes et des quartiles des résultats des réponses aux questionnaires d'auto-efficacité (Bandura, 2006) face à la résolution d'une tâche complexe de type TRC, en fonction de l'habitus moteur du joueur

2. Étude de résultats de l'inventaire d'estime de soi d'un point de vue corporel (PSPP)

Le questionnaire de l'estime de soi dans le domaine corporel, traduit de sa version originale est est adopté afin d'enrichir les corrélations entre le profil du sujet, son niveau d'auto-efficacité personnelle, sa capacité à prédire ses résultats et son niveau réel de performance.

2.1. Estime de soi du point de vue corporel : Selon le domaine d'action motrice

Les plans vectoriels que nous présentons dans la figure 7.11 représentent la distribution des moyennes des réponses des sportifs aux différentes échelles du questionnaire PSPP (Ninot, Delignières *et al.*, 2000). En effet, les illustrations (Figure 7.11, *a* et *b*) montrent, l'éparpillement des nuages de points des corrélations significatives ($p < 0.001$; $\alpha = 0.05$) entre les variables étudiées par chaque échelle du questionnaire. Le résultat du test de fiabilité alpha de Cronbach ($\alpha = 0,71$) illustre une consistance satisfaisante qui valide la variabilité et la fiabilité internes des réponses des sujets.

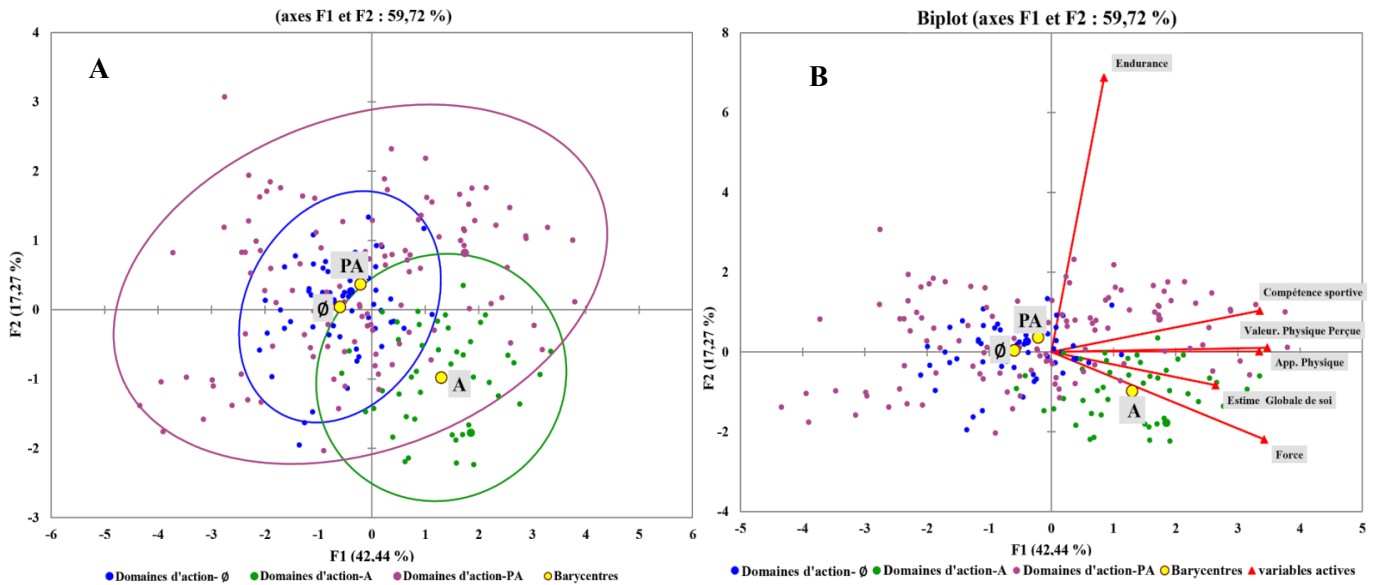


Figure 7.11 : Illustration des plans factoriels des ellipses de confiance et des vecteurs de corrélations entre les domaines et les sous-domaines selon le domaine d'actions motrices

L'analyse factorielle montre que le facteur F1 explique à lui seul 42,44 % des résultats des corrélations enregistrées. En effet, l'estime globale de soi (EG) est corrélée avec quatre facteurs à la fois (VPP, CS, F et A). Parallèlement, le facteur F2, qui représente la valeur physique perçue, explique 17,27 % des résultats. Ce facteur est significativement corrélé avec trois autres facteurs (CS, F et A) (Tableau 7.6).

Tableau 7.6 : Matrice de corrélations (Pearson [n]) des variables formant les échelles d'estime de soi au niveau corporel

Variabiles	EG	VPP	E	CS	F	A
EG	1	0,334	0,063	0,226	0,336	0,287
VPP		1	0,092	0,469	0,384	0,457
E			1	0,177	-0,050	0,120
CS				1	0,478	0,350
F					1	0,453
A						1

Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification alpha=0.05

Chaque groupe d'individus formant un même domaine ayant un barycentre qui regroupe les inerties des corrélations a été inclus sous une même ellipse de confiance (Figure 7.11, a). Ainsi, la première constatation pourrait être faite autour d'une remarquable centralité des corrélations des réponses des sportifs appartenant au domaine (\emptyset) avec le facteur F1 (Estime globale de soi) à $r = 0.531$; $\alpha = 0.05$. De leur côté, les pratiquants du domaine (A) ont des réponses corrélées au facteur F1 à $r = 0.619$; $\alpha = 0.05$ (Tableau 7.7). De façon parallèle, nous notons que les réponses des pratiquants du domaine (PA) aux items du questionnaire sont corrélées au facteur F2 (valeur physique perçue) à $r = 0.574$; $\alpha = 0.05$ (Tableau 7.7).

Tableau 7.7 : Matrice des corrélations (Pearson [n]) des variables formant les échelles d'estime de soi selon le domaine d'action motrice

	EG	VPP	E	CS	F	A
Domaines (\emptyset)	0,531	0,003	0,293	0,041	0,124	0,009
Domaines (A)	0,619	0,350	0,008	0,004	0,006	0,013
Domaines (PA)	0,193	0,574	0,119	0,067	0,041	0,006

Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification $\alpha = 0.05$

La différence que nous avons mise à jour entre les domaines par rapport aux facteurs de l'estime globale de soi et à la valeur physique perçue nous incite à continuer les analyses pour comprendre s'il y a une différence entre les corrélations des réponses des individus en fonction de leur algorithme moteur.

2.2. Estime de soi du point de vue corporel : Selon l'algorithme moteur

L'analyse des plans factoriels en fonction de l'algorithme moteur des pratiquants montre que, contrairement à la centralité des observations dans le domaine (\emptyset) et (A), les nuages de points observés chez chaque spécialité sportive composante du domaine (PA) prend une forme particulière.

Ainsi, nous constatons, d'après les illustrations de la figure 7.12, un éloignement entre les barycentres des nuages de points relatifs aux observations du groupe de Football, corrélé au facteur F2 (VPP) à $r = 0.90$; $\alpha = 0.05$ et de celui du Handball corrélé au facteur F3 (E) à $r = 0,372$; $\alpha = 0.05$ (Tableau 7.8). En effet, ce constat obtenu à travers les illustrations des résultats exprime la tendance des réponses des handballeurs vers la valorisation du caractère d'endurance qui correspond, dans l'analyse du questionnaire de Fox et Corbin (1989), à la *condition physique*. Or, cette différence entre les choix, dans chaque sous-ensemble d'individus, en fonction de l'algorithme moteur, met en avant une différence notable dans la fiabilité des réponses. En effet, la valeur alpha de Cronbach illustre une bonne consistance chez le pratiquant du domaine (PA) : $\alpha = 0.81$, comparée à de faibles consistances dans les deux autres domaines : $\alpha = 0.39$ (A) et $\alpha = 0.06$ (\emptyset).

Tableau 7.8 : Matrice des corrélations (Pearson [n]) des variables formant les échelles d'estime de soi selon l'algorithme moteur

Algorithme moteur	EG	VPP	E	CS	F	A
Athlétisme	0,531	0,003	0,293	0,041	0,124	0,009
Sports de combat	0,619	0,350	0,008	0,004	0,006	0,013
Football	0,045	0,900	0,012	0,004	0,038	0,000
Handball	0,222	0,263	0,372	0,072	0,051	0,021
Basket-ball	0,748	0,001	0,122	0,003	0,126	0,000

Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification $\alpha = 0.05$

Le facteur F1, qui correspond à l'estime globale de soi, décrit 42,44 % des résultats observés, alors que le deuxième facteur, qui représente la valeur physique perçue, décrit 17,27 %. En effet, les correspondances entre les choix faits pour les différents items du questionnaire mettent en valeur, d'un côté, l'estime globale de soi (EG) comme variable principale corrélée à toutes les autres variables (Tableau 7.8). D'un autre côté, elles démontrent une concordance de corrélation à F1 entre les basketteurs ($r = 0.748$; $\alpha = 0.05$) et les athlètes ($r = 0.531$; $\alpha = 0.05$).

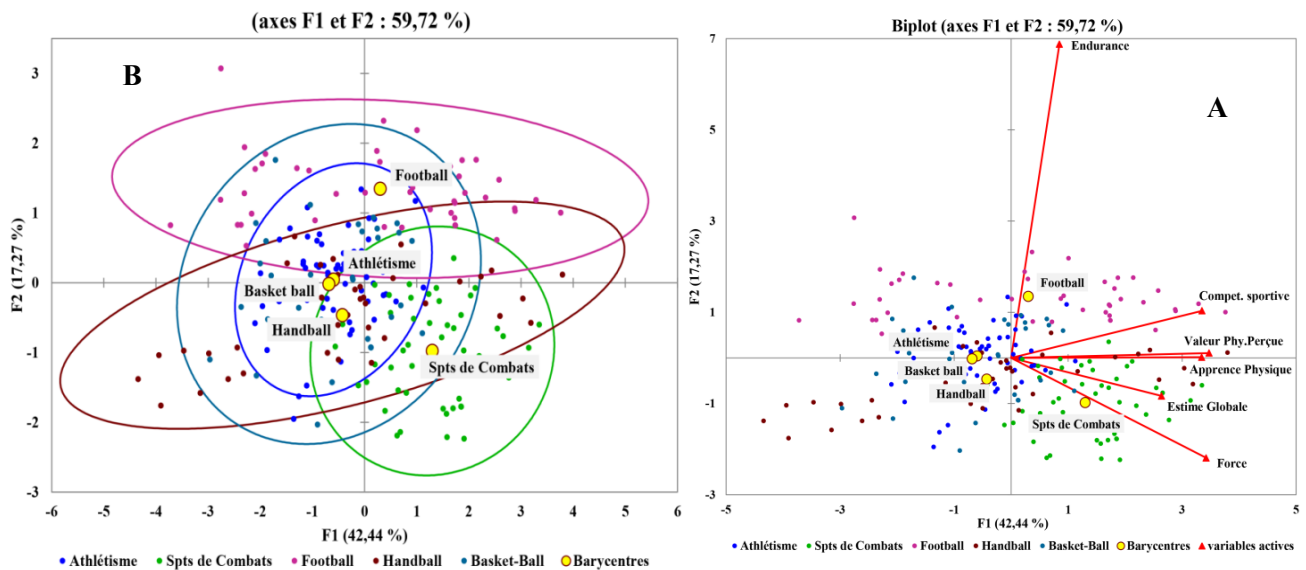


Figure 7. 12 : Illustration des plans factoriels des ellipses de confiance et des vecteurs de corrélations entre les domaines et les sous-domaines selon l'algorithme moteur

2.3. Estime de soi du point de vue corporel : Selon l'habitus moteur et le rôle stratégique

Les différences trouvées dans les réponses relatives à la perception du corps chez les sportifs selon les domaines d'action puis selon l'algorithme moteur pourraient avoir un impact sur leur estime de soi (Biddle, 1993). Cette constatation serait d'autant plus importante si nous pouvions mettre en lumière des différences intragroupes en fonction de l'habitus moteur.

2.3.1. Estime de soi du point de vue corporel en Athlétisme

Le test de sphéricité de Bartlett montre qu'il n'y a pas de différence significative entre les corrélations des réponses des athlètes selon leur habitus moteur ($p = 0.365$; $\alpha = 0.05$; $ddl = 15$). Ainsi, nous considérons que les pratiquants de Courses en couloirs et les pratiquants de Concours qui ont participé à cette étude (Tableau 7.9) présentent globalement les mêmes types de perceptions du corps et que ce manque de variabilité est confirmé par la très faible consistance renseignée par la valeur alpha de Cronbach ($\alpha = 0.06$).

Tableau 7.9 : Matrice de corrélations (Pearson [n]) des variables formant les échelles d'estime de soi chez les athlètes

Variabes	EG	VPP	E	CS	F	A
EG	1	-0,133	0,128	-0,099	0,042	0,140
VPP		1	0,147	0,142	-0,071	-0,018
E			1	0,112	-0,093	0,273
CS				1	0,083	-0,240
F					1	-0,062
A						1

Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification $\alpha=0.05$

L'illustration des observations en nuage de points confirme l'homogénéité de formes des ellipses de confiance (Figure 7.13, a).

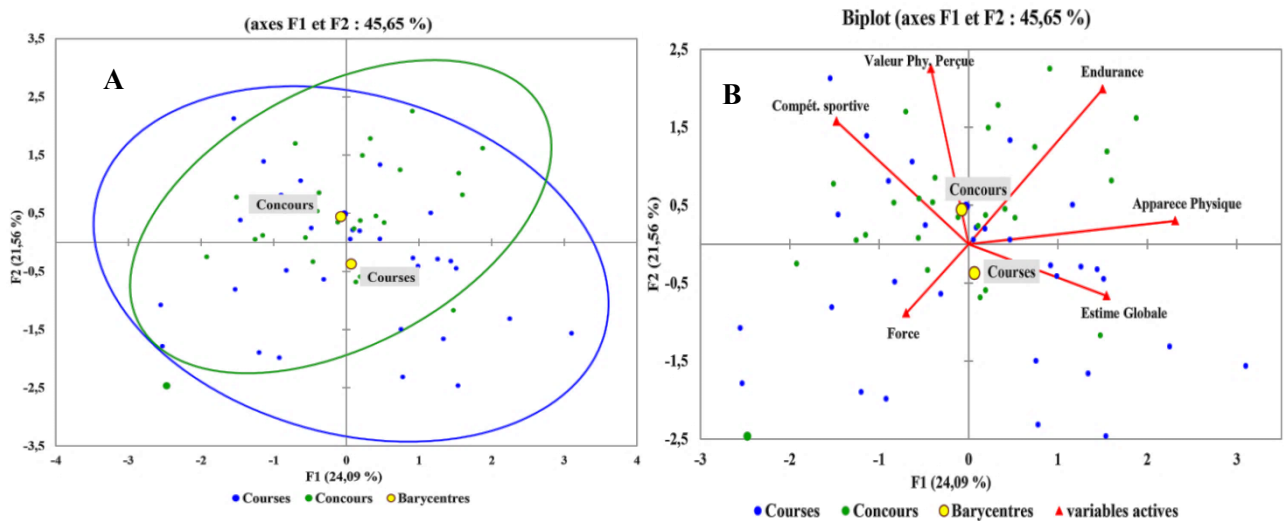


Figure 7.13 : Illustration des plans factoriels des ellipses de confiance et des vecteurs de corrélations entre les domaines et les sous-domaines selon l'habitus moteur chez les pratiquants du domaine (∅)

2.3.2. Estime de soi du point de vue corporel chez les Sports de combat

Nous constatons, selon le test de sphéricité de Bartlett, qu'il n'y a pas de différence significative entre les corrélations des réponses des pratiquants de sports d'opposition (Boxes et Taekwondo) selon leur habitus moteur ($p = 0.285$; $\alpha = 0.05$; $ddl = 15$).

En effet, l'analyse de la matrice de corrélations des variables (Tableau 7.10) démontre la présence d'une corrélation entre la valeur physique perçue et la compétence sportive ($r = 0.44$, $\alpha = 0.05$). Toutefois, cette dimension n'affecte pas la tendance globale de la construction de l'estime de soi où la consistance interne de la variabilité des réponses donne une valeur alpha de Cronbach très faible ($\alpha = 0.39$).

Tableau 7.10 : Matrice de corrélations (Pearson [n]) des variables formant les échelles d'estime de soi chez les pratiquants de sports d'opposition

Variabes	EG	VPP	E	CS	F	A
EG	1	0,215	-0,057	0,046	0,142	0,022
VPP		1	0,106	0,444	0,192	0,065
E			1	-0,112	-0,086	0,045
CS				1	0,148	0,101
F					1	0,144
A						1

Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification $\alpha=0.05$

L'illustration du plan factoriel (Figure 7.14) montre que les trois types de pratiques motrices enregistrent un grand cosinus carré par rapport à la dimension EG (Boxe française = 0.89, Boxe anglaise = 0.78 et Taekwondo = 0.94).

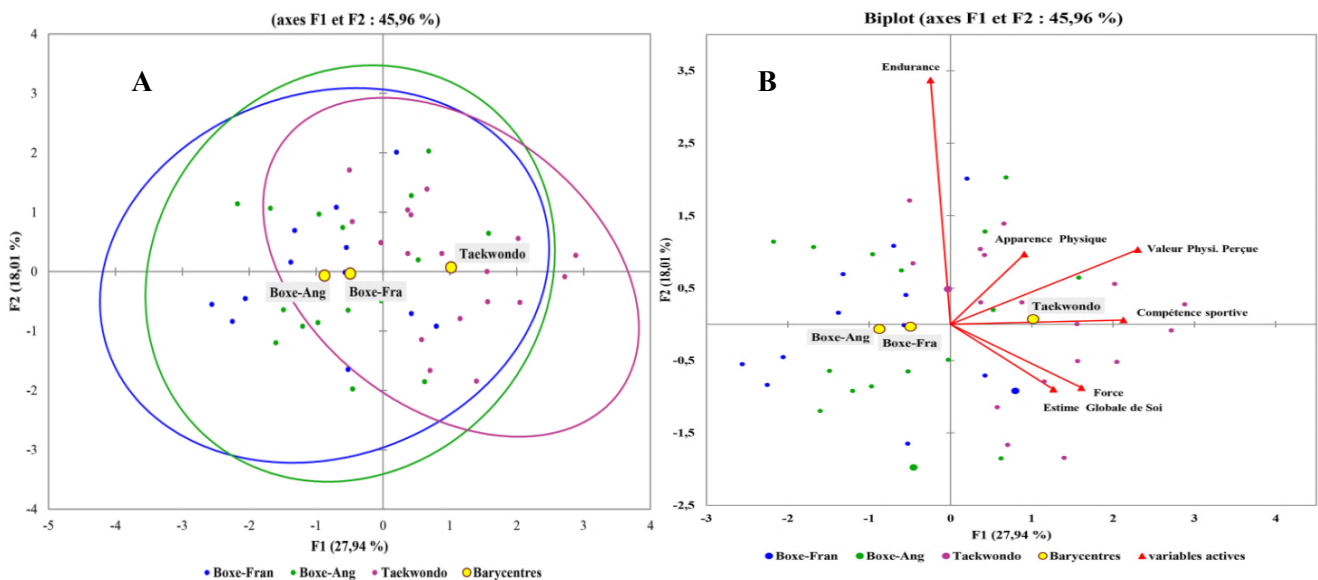


Figure 7.14 : Illustration des plans factoriels des ellipses de confiance et des vecteurs de corrélations entre les domaines et les sous-domaines selon l'habitus moteur chez les pratiquants du domaine (A)

2.3.3. Estime de soi du point de vue corporel chez le Football, Handball et Basket-ball

L'analyse de la matrice de corrélations des variables formant les échelles d'estime de soi du point de vue corporel chez les groupes formant le domaine d'action (PA) démontre la présence de corrélations significatives ($p < 0.0001$; $\alpha = 0.05$; $ddl = 15$) entre toutes les composantes des sous-échelles (Tableau 7.11). La différence des corrélations s'illustre, également, à travers les représentations graphiques des ellipses de confiance et les placements des différents barycentres des groupes.

Tableau 7.11 : Matrice de corrélations (Pearson [n]) des variables formant les échelles d'estime de soi chez les pratiquants de sports d'opposition et de coopération

Variables	EG	VPP	E	CS	F	A
EG	1	0,413	0,223	0,359	0,412	0,304
VPP		1	0,292	0,563	0,401	0,578
E			1	0,331	0,254	0,310
CS				1	0,557	0,493
F					1	0,484
A						1

Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification $\alpha=0.05$

Le placement des barycentres des sous-ensembles selon l'habitus moteur (Figure 7.15, b), illustre une forte variabilité intra domaine qui met en valeur trois niveaux différents de consistances internes :

- Les pratiquants de Handball présentent la fiabilité et consistance les plus importantes dans leurs choix de réponses au questionnaire PSPP, traduites par une valeur alpha de Cronbach très satisfaisante ($\alpha = 0.88$) (Tavakol et Dennick, 2011).
- Les pratiquants de Football présentent, de leur côté, une forte consistance dans leurs choix de réponses. Leurs variabilités internes sont illustrées par $\alpha = 0.87$.
- Les basketteurs présentent, quant à eux, une faible consistance qui traduit le manque de fiabilité et de variabilité dans leurs choix. En effet, la valeur $\alpha = 0.37$ le décrit parfaitement.

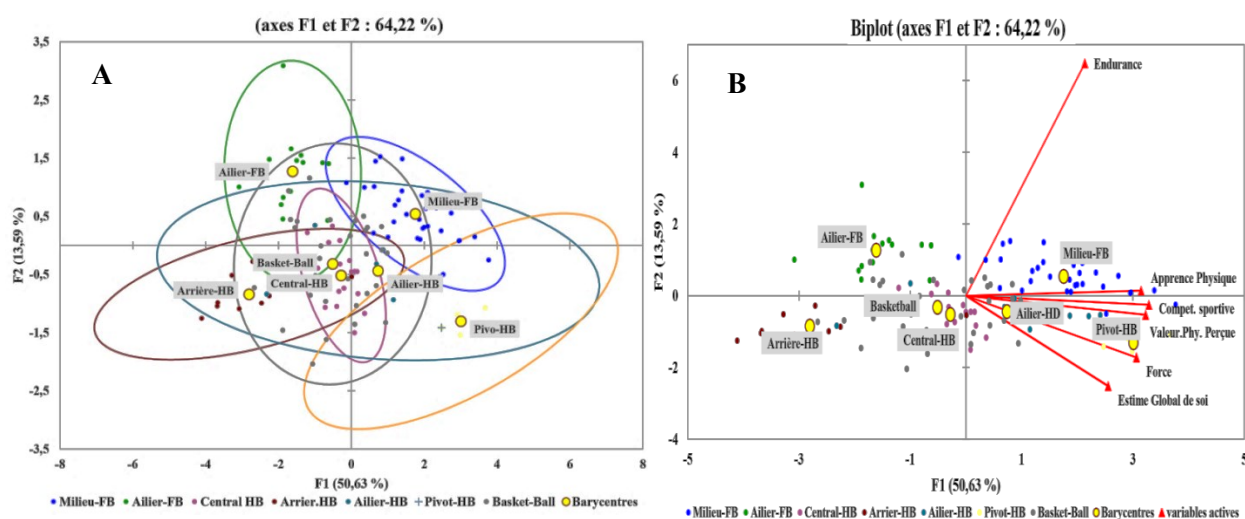


Figure 7.15 : Illustration des plans factoriels des ellipses de confiance et des vecteurs de corrélations entre les domaines et les sous-domaines selon l'habitus moteur chez les pratiquants du domaine (PA)

3. Conclusions du chapitre

Les deux questionnaires que nous avons intégrés dans le protocole B-percept[®] ont comme objectif d'enrichir notre analyse de la prise de décision chez les sportifs. Ainsi, en étudiant le niveau d'auto-efficacité face aux situations simples et complexes, puis l'estime de soi d'un point de vue corporel, nous essayons de tracer la concordance entre le sentiment d'efficacité personnelle, les attentes et la performance motrice. Étant donné que cette dernière traduite en action et de manière observable ce qui se passe de manière non-observable (dans notre cas) au niveau psychique et émotionnel.

Nous avons noté avec intérêt que les sportifs participant dans notre étude affichaient un niveau d'auto-efficacité significativement plus élevé que celui des non-sportifs, quand il s'agit d'une tâche simple, alors que cette différence devient non significative lors d'une tâche complexe.

En effet, les pratiquants du domaine (Ø) et (A) démontrent le niveau significativement plus élevé du sentiment d'auto-efficacité face aux tâches simples que les sportifs du domaine (PA). Toutefois, face aux tâches complexes, ce sont les sportifs d'opposition (A), notamment les taekwondistes, qui se détachent du lot en présentant un sentiment d'auto-efficacité plus élevé que tous les autres sportifs. Les conclusions auxquelles nous sommes parvenu à l'issue des analyses concordent avec certaines celles d'Estevan, Álvarez et *al.*, (2014) qui ont trouvé que le développement du sentiment d'auto-efficacité contribue à l'amélioration de la confiance en soi, qui se traduit elle-même par une amélioration du rendement physique.

En effet, la comparaison des réponses issues de l'inventaire d'estime de soi du point de vue corporel démontre une dominance de la dimension d'estime globale de soi (EG) chez les pratiquants de sports psychomoteurs (Ø) et de sports d'opposition (A). Ces résultats pourraient s'exprimer en sous un sens de responsabilité, puisque ces sportifs gèrent leur motricité de manière personnelle et c'est à eux que revient l'initiative d'agir ou de réagir de manière autonome. Parallèlement, nous trouvons que les pratiquants d'activité sociomotrice de coopération et d'opposition sont plutôt dépendants d'autrui (notamment le partenaire) dans les moments décisifs de leurs actions. Ils sont, notamment, dépendants d'une réussite ou d'un échec collectif. C'est d'ailleurs ce qui pourrait expliquer, dans une certaine mesure, la valeur élevée d'alpha de Cronbach pour la valeur physique perçue (VPP) chez les joueurs de Handball et chez les joueurs de Football.

Les données analysées aux termes des trois chapitres que nous venons de présenter pourraient, à présent, ouvrir la voie pour tenter de croiser les différents résultats autour d'une même problématique. Cette pluralité de facette pourrait nous aider à initier dans la compréhension du foisonnement des mécanismes gérant la conduite et la décision motrices.

C. 8

Synthèse & Discussion des résultats

« Le joueur informé et informant est un individu agissant »

Pierre Parlebas (1999)

INTRODUCTION

Même si l'environnement de haute sémiotricité que nous avons proposé à travers le protocole B-percept[®] ne peut prétendre détrôner la complexité des interactions humaines, il a toutefois permis de croiser les résultats des manifestations comportementales et motrices aux principaux paramètres psychologiques et cognitifs considérés comme étant fondamentaux dans la compréhension des mécanismes de la décision motrice (Bandura, 1977, 1982 ; Ninot, Delignières *et al.*, 2000 ; Bandura, Caprara *et al.*, 2003 ; Bandura et Locke, 2003 ; Fortes-Bourbousson, 2003 ; Fourchard et Courtinat-Camps, 2013). Les premiers constats recueillis à l'issue des analyses relatives au temps de réaction simples et complexes, aux prédictions, à l'auto-efficacité et à l'ensemble des dimensions étudiées à travers l'estime de soi, soulignent l'interdépendance entre ces facteurs dans la construction de la décision simple et complexe au cours des tests B-percept[®]. Ainsi, nous élaborons le présent chapitre autour de deux démarches principales : la première consistera à répondre de manière synthétique aux questions autour desquelles nous avons formulé notre problématique, la seconde consistera à interpréter, argumenter et comparer les résultats obtenus par rapport aux courants, travaux ou théorie qui se rapportent à notre champ d'investigation.

1. Modèle B-percept[®] : Validation de la simulation électronique et numérique

Nous avons précisé, dès le troisième chapitre puis lors de la première hypothèse de notre travail, que la démarche de validation technique et scientifique du modèle expérimental et du système de mesure B-percept[®] a été établie avant de procéder aux expérimentations. En effet, notre questionnement de départ, à ce niveau d'investigations, était de démontrer que ce système de mesure, issu d'une modélisation électronique et numérique, pouvait mesurer les temps de réaction simples et complexes, visuels et/ou auditifs avec précision, de manière fiable et précise. De plus, le souci était de vérifier si les deux tests de temps de réaction complexes TRVC et TRMX, proposant un environnement complexe de haute sémiotricité, sollicitaient les mêmes techniques comportementales de la recherche spatiale des informations visuelles et auditives (signaux). L'objectif étant de vérifier s'il serait possible de comparer ces comportements observés au test B-percept[®] avec ceux observés chez le joueur du milieu lors du jeu réel des Quatre coins et des Huit coins.

1.1. Précision des mesures du système B-percept[®]

Les résultats obtenus à l'issue des expérimentations menées dans le cadre du calibrage du système B-percept[®] ont démontré que ce dispositif électronique et numérique mesure des intervalles de temps avec une précision de cent microsecondes (100 μ s.) (Ben Ali, Dugas, *et al.*, 2017), ce qui semble correspondre aux normes internationales de calibrage des produits destinés à la mesure du temps (Graham, 2006 ; IAAF, 2010 ; Tsui, Yan *et al.*, 2011 ; Horský et Horská, 2013 ; Horsky et Horska, 2014 ; Zhenxing, Feng *et al.*, 2015 ; Lombardi, 2003). La précision de la mesure du B-percept[®] semble, donc, être suffisante pour proposer une étude du temps de réaction dans le cadre de cette thèse.

Le paradigme de recherche visuelle est utilisé depuis plus de 30 ans par la psychologie expérimentale (Teichner, 1954 ; Scott Geller et A., 1976), puis dans les travaux de psychologie cognitive (Santos, Santos *et al.*, 2014 ; Kazanovich et Borisyuk, 2017) et des neurosciences (Rozin, 1977 ; Booth, Burman *et al.*, 2003 ; Chen, Geisler *et al.*, 2008 ; Park, Byun *et al.*, 2013), afin de mesurer la durée s'écoulant entre le début de la stimulation (apparition de la cible) et le moment de la réponse du sujet (décision de la présence ou l'absence de l'objet à trouver). Cette durée, appelée temps de réaction, est mise ensuite en relation avec la difficulté de la tâche accomplie. En effet, pour garantir que les résultats enregistrés par le système B-percept[®] soient conformes avec ceux qui ont été établis par les travaux de référence dans le domaine (Teichner, 1954 ; Sternberg, 1969 ; Sperling et Reeves, 1980 ; Pignat, 2005 ; James Eckner, Kutcher *et al.*,

2010 ; Smits-Bandstra, 2010), certaines modifications ont été effectuées après les premiers tests de la validation par calibrage du temps. Nous avons veillé, d'abord, à ce que les participants ne répondent pas sans avoir effectivement vu ou entendu la cible en programmant le code JAVA de l'application B-percept[®] pour filtrer tous les résultats mesurés inférieurs à 100 millisecondes (*ms*). Ce choix s'aligne aux critères de l'Association Internationale des Fédérations d'Athlétisme (IAAF) qui fonde actuellement le critère du faux départ dans un Sprint sur un temps de réaction auditif supposé de 100 *ms* (Pain et Hibbs, 2007 ; Komi, Ishikawa *et al.*, 2009). Dans un deuxième temps, nous avons programmé le B-percept[®] à n'accepter qu'un seul signal entre deux ouvertures de port de communication (*timeout*), afin de garantir la bonne réception de données dès la première pression sur le bouton du B-percept[®] P-Board.

Les résultats enregistrés à l'issue des tests complexes TRVC et TRMX, sollicitant la localisation spatiale des signaux visuels, ont révélé que ce type d'habileté est davantage difficile pour les sujets que celui de répondre à une cible unique. En effet, ce détail nous a été communiqué par les sujets, juste après la fin de leurs tests, puis confirmé lors des entretiens (*annexe 4*). Nonobstant, certains pratiquants du domaine d'action psychomoteur, parmi eux « Mourad » — pratiquant la Course de vitesse — a considéré que la tâche de recherche de signal aux tests complexes leur a posé un problème d'orientation qui a impacté leur vitesse de réaction. De ce fait, interrogé sur la difficulté ressentie aux tests, « Mourad » dit :

- « [...] *je ne suis pas habitué à chercher des signaux et j'ai mis du temps à m'y habituer au cours du test* ».

Par ailleurs, en réponse à notre demande de classement des tests du plus facile au plus difficile, ce sportif a ajouté une remarque qui nous semble pertinente :

- « *pour le test visuel [en parlant du TRVC] chaque objet autour de moi attirait mon attention et je n'arrivais pas à me concentrer continuellement* ».

Ces constats que nous avons recueillis corroborent les résultats des observations effectuées sur les sujets, faites dans l'objectif de comparer leurs comportements et leur gestes des sujets lors du jeu réel des Huit coins et au cours des tests complexes du B-percept[®].

1.2. Analogie des comportements observés entre le jeu des Huit coins et le protocole B-percept[®]

La sollicitation du logiciel « The Observer XT » de Noldus, Trienes *et al.* (2000) comme outil de codage, d'observation et d'analyse des comportements — considéré comme une référence dans

le domaine¹ — a permis de faire les codages des différents mouvements et comportements moteurs observés chez le sujet placé au milieu dans le jeu des Huit coins et ceux observés lors des deux tests TRVC et TRMX. Les résultats obtenus et exposés au troisième chapitre de cette thèse ont confirmé la reproductibilité, la fiabilité et la concordance entre les gestes observés dans les deux situations citées (Ben Ali, Oueslati *et al.*, 2018). Ces résultats sont en accord avec les travaux de Koch et Zumbach (2002) ; Bailenson et Yee (2005) ; Jofré, Rodríguez *et al.* (2016). Ces derniers ont proposé, dans le cadre de leurs travaux, des démarches d'analyses similaires les ayant conduits à la modélisation numérique par les techniques de simulation en 2D et 3D des expressions faciales, des gestes et des comportements. De leur côté, Bianchi-Berthouze, Kim *et al.* (2007) ; Bianchi-Berthouze (2013) ; Cristani, Raghavendra *et al.* (2013) ont précisé, à travers des études de modélisation de comportements, que la contribution de l'expérience du corps complet facilite le sentiment de présence dans l'environnement numérique, développe l'aspect affectif de l'interaction homme à homme et libère les propriétés régulatrices de l'émotion.

En effet, en partant de notre niveau de compréhension et d'analyses, nous ne nous prononcerons, dans le cadre de cette thèse, qu'à un niveau d'analyses « technique » des gestes observés, en restant convaincus, toutefois, que « *les conduites motrices ne sont pas réductibles à une explication en termes de transmission d'informations* » (Parlebas, 1999, p. 369). Les manifestations comportementales de communication et de méta-communication d'un individu ne peuvent être réduites en une forme d'action-réponse. Parallèlement, nous ne pouvons pas non plus ignorer les différences trouvées entre les individus dans leur manière et, notamment, leur vitesse de réaction face aux stimuli auxquels ils sont confrontés. C'est dans cette optique que nous avons conçu un système qui se rapproche le plus possible d'une situation jouée *in vivo*, mais dont une partie entretiens des analyses *in vitro*, afin de mesurer le temps de réaction des sportifs appartenant aux domaines d'action motrice (\emptyset), (A) et (PA) face à des stimuli simples et complexes, visuels et auditifs.

Certes, le travail que nous avons effectué en partant de la modélisation d'un jeu pour arriver à concevoir le système B-percept[®], de le calibrer et de le valider, a pris une partie importante de notre temps de travail durant cette thèse. Toutefois, il nous a permis de vérifier la première

¹ Dans le cadre de son encouragement des jeunes chercheurs et de la promotion de son produit, la société Noldus nous a octroyés, au cours de l'année 2017, deux licences à durée limitée du logiciel The Observer XT 13. Ce logiciel est de notoriété internationale, puisqu'il compte parmi les principaux clients qui l'utilisent : MICROSOFT, SYMANTEC, YAHOO, SANOFI, SIMENS, HP, NASA, KLM, SAMSUNG, THALES, VOLVO, BMW, MC DONALD, etc.

hypothèse en mettant à notre disposition un système de mesure couvrant plusieurs autres paramètres que nous traitons au fur et à mesure de nos analyses.

2. Comparaison des sportifs et des non-sportifs selon les tests B-percept[®]

La comparaison des résultats des sportifs à ceux des non-sportifs a permis de constater des différences significatives entre les deux groupes. Ainsi, en présence de sollicitations sensorielles, visuelles et auditives, les pratiquants sportifs des trois domaines d'action que nous avons étudiés ont réagi plus rapidement que les non-sportifs, notamment quand il s'agissait de stimuli visuels simples et auditifs simples. Toutefois, l'écart entre sportifs et non-sportifs diminue considérablement lors d'une recherche spatiale des stimuli auditifs et visuels mixtes (version simulant le jeu des Huit coins). Cette constatation met en valeur les effets d'une pratique physique et sportive soutenue sur le développement des réponses motrices aux stimuli sensoriels simples (Teichner, 1954 ; VanRullen et Thorpe, 2004 ; Eckner, Kutcher *et al.*, 2014), ainsi que l'effet du « conditionnement » dû à la répétition d'exercices (Proteau, Lévesque *et al.*, 1989) que ce type d'activités pourrait engendrer. De surcroît, nous pensons, dans ce sens, que la pratique sportive attribue aux individus une meilleure faculté d'adaptation traduite par un transfert des connaissances antérieures acquises dans le contexte sportif vers de nouvelles situations. Parlebas précise, dans ce cadre, que c'est « *l'existence de cette influence favorable d'une activité sur une autre qui permet de parler d'apprentissage et de "progrès". Sans la persistance d'une telle influence, il n'y aurait pas d'acquisition ; toute l'expérience passée resterait sans effet et la motricité serait à réinventer à chaque instant* » (Parlebas, 1981, p. 282).

Indépendamment de leur domaine d'action, les sportifs réagissent plus rapidement que les non-sportifs aux stimuli visuels et auditifs simples et aux stimuli visuels complexes du protocole B-percept[®]

3. Effets des domaines d'action motrice sur les temps de réaction : Situons nos résultats au cœur de chaque domaine

Il est généralement admis que les aptitudes physiques des sportifs diffèrent de celles des non-sportifs (Beise et Peaseley, 1937). Toutefois, certains problèmes découlent de cette hypothèse. Par exemple, en quoi les capacités motrices des personnes pratiquant une activité sportive de façon régulière diffèrent-elles de celles des personnes non-pratiquantes ou ayant de faibles compétences sportives ? Des recherches sur ce problème de la motricité sont menées depuis les années trente. Les tests les plus remarquables, dans ce cadre, sont probablement le test de capacité motrice de Brace (1927) et le test de capacité athlétique de Cozens (1928, 1940). Ces tests ont abordé la définition de la motricité générale sur la base de certaines compétences spécifiques, telles que l'équilibre, la coordination visio-motrice, l'agilité, la force, etc.

La mesure du temps de réaction humain dans des contextes expérimentaux figure, depuis les travaux de Wundt (1874) ; Teichner (1954) ; Posner, Nissen *et al.* (1976) ; et Posner, Snyder *et al.* (1980), parmi les thèmes les plus abordés par les chercheurs en psychologie expérimentale, psychologie cognitive ou neurosciences au cours de leurs analyses et de leurs compréhensions des agissements de l'individu (Dean, Martí *et al.*, 2011 ; Roberts, Hemmings *et al.*, 2017). Cependant, il semblerait qu'aucune de ces spécialités, à la limite de notre niveau d'investigation, ne s'est lancée dans une compréhension totalitaire de l'homme qui transcende les limites des frontières imposées par leurs champs respectifs de spécialisations. La complexité de cette tâche étant dans l'agencement, peu standard, entre les paramètres gérant la motricité de l'individu (notamment au niveau physiologique et neurologique, etc.) par rapport à ceux qui régulent sa conduite (les émotions, la confiance en soi, le sentiment d'auto-efficacité, etc.). Ces paramètres se positionnent, en réalité, dans un chevauchement original qui donne à chaque individu ses particularités (Naceur, 2013).

Partant de ce principe, nous avons supposé que, face à une situation de résolution de problèmes simples et complexes de types TRS ou TRC, produits par le système de simulation électronique et numérique B-percept[®], les sportifs auront des vitesses de réaction différentes, selon qu'ils pratiquent des activités sociomotrices ou psychomotrices. Ceci dit, le domaine d'action motrice aura une influence directe sur les adaptations neurophysiologiques liées au temps de réaction et à la recherche de cibles dans l'espace, mais aussi sur l'auto-évaluation du pratiquant de l'efficacité de ses actions.

3.1. Domaine d'activités psychomotrices (\emptyset)

Les résultats que nous avons recueillis à partir des tests B-percept[®] du temps de réaction simples (TRVS et TRAS) et complexes (TRVC et TRMX) ont confirmé, par exemple, que les sportifs appartenant au domaine d'action motrice à basse sémiotricité (domaine \emptyset) réagissent plus rapidement aux stimuli visuels et auditifs simples. Mieux encore, les pratiquants de la Course en couloir, c'est-à-dire les situations de motricité en *simultanéité*, réagissent de manière significativement plus rapide aux signaux visuels simples et aux signaux auditifs simples que leurs camarades pratiquant une motricité d'*alternance*, notamment les Sauts et les Lancers. De toute évidence, ces premiers résultats que nous avons obtenus lors de la mise en pratique du protocole B-percept[®] étayaient parfaitement la classification[®] proposée par la praxéologie en fonction des domaines d'action (Parlebas, 1976, 1999 ; Parlebas et Dugas, 2005), mais aussi, certains travaux récents mettant en valeur l'effet d'une pratique prolongée sur le développement

de quelques capacités spécifiques chez les sportifs (Deutsch et Moore, 2007 ; Pain et Hibbs, 2007 ; Tulppo, Jurvelin *et al.*, 2014 ; Hulsdunker, Struder *et al.*, 2017).

Les sportifs du domaine d'action motrice (\emptyset) réagissent de manière similaire aux stimuli visuels et auditifs simples (Figure 8.1)

3.2. Domaine d'activités sociomotrices d'opposition (A)

La spécificité du domaine d'opposition (A) fait que le pratiquant se retrouve, pour la durée du duel sportif officiel ou dans le cadre de ses entraînements, sollicité de manière continue par un processus de cryptanalyse des positions, des gestes et des mouvements de son adversaire. Ces scènes d'affrontement essentiel et direct (Parlebas, 1999) sollicitent un engagement effectif dans des opérations de recherche de signes signifiants qui pourraient annoncer des mouvements brusques à anticiper (voire, à esquiver) ou des situations opportunes pour agir et marquer des points.

Nous avons supposé, à l'issue de nos recherches bibliographiques spécifiques aux Sports de combat, notamment la Boxe (Wacquant, 1989 ; Ripoll, Kerlirzin *et al.*, 1995) et le Taekwondo (Vieten, Scholz *et al.*, 2007 ; Chung et Ng, 2012 ; Santos, Santos *et al.*, 2014), que les pratiquants de Sports de combat seront favorisés par la nature de leur habitus moteur pour décoder des informations complexes. Ils seraient, ainsi, pareils, aux sportifs pratiquant des activités sociomotrices de coopération/opposition. De leur côté, les pratiquants d'activités psychomotrices seraient favorisés pour les stimuli simples. En effet, les résultats récoltés lors des tests B-percept[®] seraient en faveur de notre hypothèse. Ainsi, nous avons trouvé que ces sportifs habitués à l'affrontement à courtes distances réagissent au même niveau que les coureurs lors de stimuli auditifs et visuels simples. De surcroît, ils ont obtenu de hautes performances lors du test TRVC sollicitant la recherche visuelle.

Nos résultats soutiennent, donc, ceux d'études antérieures basées sur les temps de réaction moyens et la méthode des facteurs additifs (AFM), principalement celles de Sternberg (1969) ; VanRullen et Thorpe (2004) Dehaene-Lambertz (2004) qui suggéraient la pratique d'une même tâche, notamment l'exercice physique dans ce cas, épargnait les étapes d'identification du stimulus, de sélection de la réponse et d'ajustement moteur. Ces conclusions sont, d'ailleurs, en concordance avec les travaux de Brisswalter, Arcelin *et al.* (1997) ; Davranche et Audiffren (2004). Plusieurs recherches stipulent que la pratique des sports d'opposition favorise le développement de capacités cognitives de perception et de traitement d'information (Chung et Ng, 2012). Ces études citées ont également fait appel à des approches complémentaires pour

déterminer l'activité électro-myographique des muscles, la distribution du temps de réaction et du temps moteur, les indices électrophysiologiques de l'AFM, par exemple.

Le protocole B-percept[®] pourrait ainsi trouver un terrain d'appui dans les champs de recherches sur les effets de l'exercice physique sur le traitement de l'information, puisqu'il étudie le paradigme du temps de réaction basé sur le temps de réaction moyen (*RT*). Or, il serait intéressant pour de futures études de faire intervenir, par le biais du protocole B-percept[®], des moyens de mesure à distance de l'activité musculaire, de la fréquence cardiaque et de l'activité cérébrale pour mieux explorer les effets des facteurs cérébraux et physiologiques sur la performance motrice.

Les sportifs du domaine d'action motrice (A) ont des réactions remarquablement rapides, aussi bien face aux stimuli simples visuels et auditifs qu'aux stimuli visuels complexes (Figures 8.1 et 8.2)

3.3. Domaine d'activités sociomotrices de coopération/opposition (PA)

L'espace et le temps régis par les règles sont, d'après Parlebas (1975), des contraintes qui modèlent la conduite de l'individu et la canalisent. Parallèlement, les situations proposant une co-motricité mettent, en outre, ce dernier en « *situation de communication motrice à valeur de coopération et/ou par une contre-communication orientée vers l'antagonisme* » (Parlebas, 1999, p. 195). En effet, l'interaction motrice que proposent les situations sociomotrices de coopération et d'opposition rend l'analyse des « patterns » d'entrées sensorielles indispensables à la compréhension de l'échange établi entre l'individu et son environnement matériel et social, puisque les manifestations traduites sous la forme d'action/réaction ou d'attitudes et de décisions représentent des données importantes une fois qu'elles sont déchiffrées par un adversaire et/ou un partenaire.

En partant du concept interactionniste qui précise que « *grâce à des interactions sociales avec d'autres personnes bien informées, telles que des pairs plus avancés et des adultes, les enfants développent éventuellement des fonctions mentales plus élevées tels que le langage, la logique, la résolution de problèmes, le raisonnement moral et les schémas de mémoire* » (Doolittle, 1997, p. 84, citation traduite par nos soins). Nous avons supposé que le pratiquant d'une activité sociomotrice sera plus disposé à interagir rapidement avec son environnement et à y prélever des indices. Autrement dit, les réactions d'un footballeur, d'un handballeur ou d'un basketteur, face à des stimuli complexes, seront plus rapides que celles d'un athlète ou d'un gymnaste. Cette différence serait due, selon les postulats d'autres recherches (Sternberg, 1969 ; Dehaene-

Lambertz, 2004 ; VanRullen et Thorpe, 2004), aux sollicitations informationnelles plus abondantes dans les situations sociomotrices, ce qui affectera également la décision motrice.

En effet, les résultats de la comparaison des moyennes des temps de réaction complexe TRVC sollicitant un signal visuel complexe, avec celles du test TRMX sollicitant en plus un signal auditif conjoint, va de pair avec nos attentes et confirme, en partie, notre troisième hypothèse. Les pratiquants de Football, de Handball et de Basket-ball sont plus rapides que les pratiquants d'activités psychomotrices en situations complexes.

Contrairement aux pratiquants des deux domaines précédents [(\emptyset) et (A)] dont les résultats étaient plus homogènes, ceux qui ont été obtenus par les groupes intradomaine (PA) affichent des différences en fonction des algorithmes moteurs. Ainsi, les footballeurs et les handballeurs sont réagissent plus rapidement que les basketteurs, face à un signal visuel simple et auditif simple. Par ailleurs, les différences que nous avons relevées entre les domaines ne cachent pas l'existence de dissimilitudes au sein du même domaine, notamment en fonction de l'algorithme ou de l'habitus moteur.

Ce constat prélevé à partir des résultats de l'étude du domaine d'action sociomoteur de coopération et d'opposition (PA) met en relief le rôle que pourraient jouer les composantes de l'environnement du joueur dans le conditionnement de sa motricité et de sa conduite. En effet, Parlebas avait souligné, à maintes reprises, que les distances entre les acteurs — partenaires et/ou adversaires — jouent un rôle de premier plan dans de nombreux jeux sportifs. Ainsi, *« prétendre par exemple que la Balle assise est du même type que le handball sous prétexte que dans les deux cas s'exécutent des tirs, des passes ou des interceptions à l'aide d'un même ballon, revient à confondre encore une fois des « mouvements » et des « conduites motrices »* (Parlebas, 1999, p. 210). La distance de charge, étant interdite (Basket-ball) ou possible selon des restrictions (Handball et Football), offre au sportif un espace d'action et de contrôle à travers lequel il interagit avec son entourage. Ainsi, nous pouvons penser, dans ce sens, que la nature et la vitesse de réaction aux différents objets, signes ou comportements observables pourraient, probablement, solliciter les patterns attentionnels pour être traitées comme sources informationnelles. Les appels de balle, les cris et les échanges de consignes ou de paroles, ainsi que toute autre forme de méta-communication pratique — si nous empruntons le concept des linguistes (Vanoye, 1977) — représentent, en fait, certains des éléments « matériels » que nous tentons de cerner dans le cadre de la simulation à travers le B-percept[®], afin de décrypter, notamment, les agissements non-verbaux.

L'un des éléments qui pourraient toutefois figurer parmi nos centres d'intérêt dans les futurs travaux est représenté par les formes de communications, gestuelles et verbales, les positions et

les mouvements adoptés par l'entraîneur lors de ses interventions de correction ou *feedbacks* au bord du terrain de jeu. Les comportements/attitudes des arbitres et des juges seraient également aussi importants à étudier si nous cherchons à quantifier, pour mieux le comprendre, l'impact des sollicitations dans chaque algorithme moteur. L'échange entre un boxeur et son entraîneur, entre un athlète et son entraîneur et entre footballeurs et son entraîneur ne peuvent être les mêmes. L'espace joue, à priori, un rôle primordial de discrimination. Toutefois, nous pensons que d'autres facteurs, liés à la fois à la logique interne et aux dimensions psychologiques propres à chaque sportif, peuvent conditionner implicitement la conduite de chacun, ainsi que ses choix et son efficacité.

Les sportifs du domaine d'activités sociomotrices de coopération et d'opposition (PA) réagissent différemment par rapport à la présence d'un signal visuel ou auditif simple (Figure 8.1)
Les sportifs pratiquant une activité sociomotrice de coopération et d'opposition (PA) réagissent plus rapidement en présence de sonorité conjointe aux stimuli complexes (Figure 8.2)
Nous n'avons trouvés aucune différence significative entre les sportifs et les non-sportifs face aux stimuli auditifs et visuels complexes mixtes

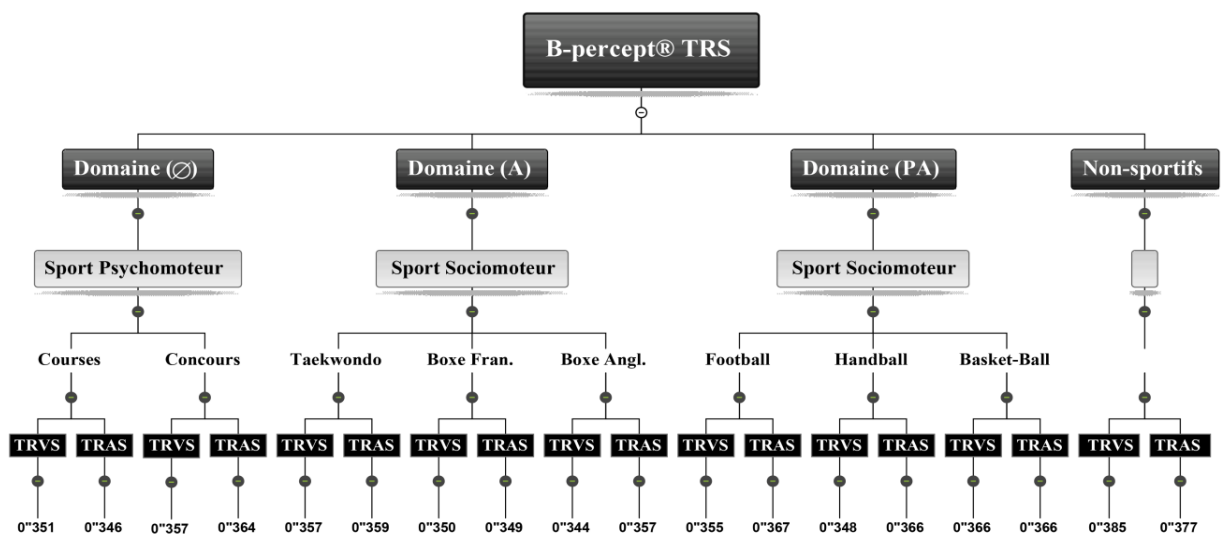


Figure 8.1 : Illustration récapitulant les moyennes obtenues au terme de cent essais dans les tests TRS (TRVS et TRAS)

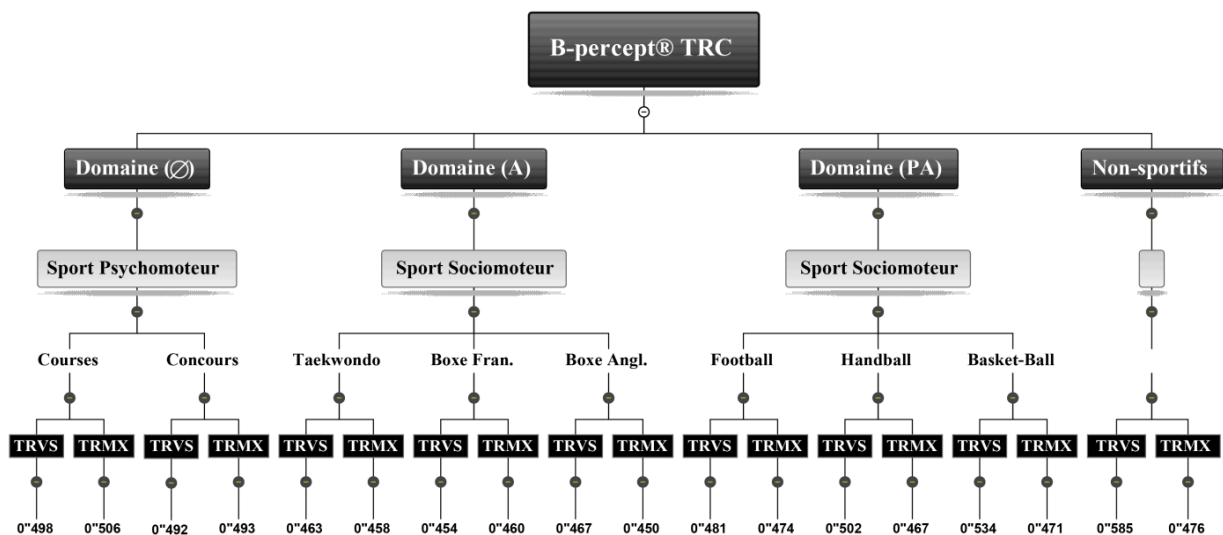


Figure 8. 2 : Illustration récapitulant les moyennes obtenues au terme de cent essais dans les tests TRC (TRVS et TRMX)

4. Effet des domaines d'action motrice sur les temps de réaction : Situons nos résultats dans les comparaisons inter-domaines d'action

Les sollicitations sensorielles issues de l'environnement peuvent représenter un levain de cause dans le développement de la sensibilité auditive (Rimmele, Jolsvai *et al.*, 2011 ; Aoyama, Haruyama *et al.*, 2013). Chez les sportifs, le rapport à l'espace et à autrui est accentué, mais limité par les balises des codes du jeu. Un coureur de 100 m ne pourrait, ainsi, avoir d'échange avec son entourage de manière similaire au tennisman, au footballeur ou au boxeur. Par ailleurs, c'est du succès du décodage du message ludomoteur de l'adversaire que va dépendre la réussite motrice individuelle ou collective (Bordes, Collard *et al.*, 2007). En effet, c'est dans ce sens que nous présentons notre initiative de dresser notre protocole comme une sorte « d'écumoire » à travers laquelle nous tentons de repérer les grains de différences entre les trois domaines d'action que nous étudions.

4.1. Domaine psychomoteur (∅) versus domaines sociomoteurs (A) et (PA)

Comme nous l'avons noté plus haut, les sportifs appartenant au domaine psychomoteur (∅) et au domaine sociomoteur (A) ne présentent pas de différence significative dans leurs réactions aux stimuli auditifs simples. Toutefois, ils sont significativement différents par rapport aux sportifs du domaine sociomoteur (PA). Ce résultat pourrait, en effet, être lié à la nature de la tâche ou au contexte dans lequel le sportif évolue. En effet, l'observation des comportements des sportifs au cours du jeu réel des Quatre et des Huit coins nous a amenés à supposer qu'ils pourraient transférer leur savoir-faire, notamment leur facilité d'interaction, plus aisément que les pratiquants du domaine psychomoteur, habitués à des situations simples, car « *les associations entre contextes ou entre domaines sont à la base du transfert* » (Mendelsohn, 1994). De son côté,

Parlebas (1986) considère que le geste est le commencement d'une action qui suscite un début de réponse anticipative de l'autre. Or, ce début de réponse, provoqué chez le second, mène à des réajustements de la part du premier. Ce quasi-circuit d'actions/réactions est à l'origine de l'évolution de l'interaction et du système de scores (Parlebas, 1999).

En absence de partenaire et d'adversaire, le pratiquant d'activités psychomotrices prélève ses sources informationnelles par une lecture du milieu physique. La nature des entraînements, notamment : courir en couloir, sauter ou lancer à tour de rôle, met en jeu certaines fonctions cognitives, telles que la réaction aux stimuli auditifs ou la répétition de mouvements cycliques fermés (Buekers, 1994). Ces habitus moteurs (Dugas et Collard, 2009), installés par la répétition et l'adaptation aux tâches (Schmidt et Cohn, 2001), développent chez le sportif des mécanismes de décodage-codage successifs et simultanés aux composantes de son environnement. C'est dans ce sens qu'un sportif pratiquant la Course en couloir, c'est-à-dire une motricité de *simultanéité*, réagit d'une manière significativement plus rapide aux signaux visuels simples et aux signaux auditifs simples qu'un pratiquant de Concours ou de Football ou de Basket-ball qui, eux, ont une motricité d'*alternance*. Pratiquement, ces résultats viennent confirmer les interprétations de Parlebas (1999) qui considère et classe ces activités comme un enchaînement praxique de haute coordination ou sollicitant des dépenses énergétiques sous forme explosive ou prolongée en isolé, dans la classe de sports de basse sémiotricité. L'absence d'incertitude, due au milieu ou au comportement d'autrui, met sous la loupe de ces activités les processus cognitifs en canalisant leurs effets en partant principalement d'un conditionnement physiologique et neuro-moteur (Buekers, 1994 ; Eckner, Kutcher *et al.*, 2014).

4.2. Domaines sociomoteurs (A) versus (PA)

La pratique d'un sport d'opposition (A) amène le sujet à essayer de décoder chaque geste et chaque mouvement chez son adversaire afin de l'assimiler pour l'éviter ou l'anticiper. En effet, le duel dans une distance de garde réduite (Parlebas, 1999) oblige le boxeur ou le taekwondiste à réagir rapidement aux moindres stimuli. Les sportifs du domaine (A) ont confirmé cette idée à travers leurs résultats, notamment visuels, simples et complexes.

L'« *information présente l'originalité d'être partie prenante d'un comportement moteur engagé dans l'exécution d'une tâche praxique* » (Parlebas, 1999, p. 369). Ainsi, dans son action, le joueur informe et s'informe en interagissant avec les composantes matérielles et humaines de son environnement. Ceci signifie qu'il prélève des informations qui lui sont utiles pour construire et acheminer son action motrice et/ou s'aligner aux actions de ses partenaires et/ou s'opposer aux actions de ses adversaires.

Nos hypothèses de départ dans ce travail stipulaient, entre autres, que la présence essentielle d'interactions pratiques comme poutre maîtresse de la logique interne des sociopraxies pourrait favoriser le sujet agissant dans l'extraction des informations de son environnement par rapport aux habitués à la pratique sportive en *solo*. Ainsi, parmi les milliers de stimuli qui l'entourent, le sportif du domaine sociomoteur pourrait détecter certaines configurations d'indices auxquelles il accorde une signification particulière et qu'il assimile sous la forme d'action. Ainsi, un joueur peut interpréter le comportement observable de son partenaire qui part en course comme un appel de balle offrant une occasion pour construire un projet tactique d'attaque du camp adverse. De ce fait, avant l'analyse des résultats, nous avons pensé, à tort, que les pratiquants de Football, de Handball et de Basket-ball seraient favorisés par rapport à tous les autres pratiquants dans la localisation de la source lumineuse et/ou auditive, puisqu'ils sont habitués à une variabilité de la distance de garde qu'ils ont de leurs adversaires et partenaires au cours même du jeu. Or, à notre surprise, les sportifs du domaine d'opposition (A) ont été plus efficaces. À vrai dire, nous serons prudents dans nos conclusions concernant ce résultat du fait que les participants de nos échantillons soient peu nombreux (A = 46 et PA = 115), et qu'il serait davantage intéressant d'approfondir les investigations en intégrant d'autres algorithmes moteurs de duels tels que le Tennis en simple, le Tennis de table en simple ou le Badminton (tous du domaine (A)).

Nous pouvons, toutefois, supposer, à partir des constatations issues des observations des vidéos de l'expérimentation, que les sportifs de combat ont réussi à mieux s'adapter à la position de recherche de signal que les autres (Figure 8.3). D'ailleurs, ces constats sont affirmés par ces sportifs durant les entretiens, lorsque nous leur avons demandé : « *Pensez-vous que votre spécialité vous aide à détecter les signaux ?* » À cette question, « Lotfi », qui pratique la Boxe anglaise, a répondu :

- « *Dans ma spécialité, on est habitués à bien regarder l'adversaire et à détecter le moindre mouvement qu'il fait, donc, il m'a été plus facile de voir les signaux lumineux que de me concentrer sur l'audition* ».

Alors que « Salem », le taekwondiste a déclaré :

- « *ma spécialité sportive m'apprend à faire très attention et à traiter avec vigilance chaque mouvement et chaque geste. Ainsi, je dois observer et apprendre à réagir vite à chaque mouvement et à chaque signal, d'où il m'est possible de réagir vite aux signaux visuels et mixtes* ».¹

¹ Pour rappel, les prénoms de ces sportifs ne sont pas réels. Nous leur avons attribué ces prénoms par mesure déontologique et par rigueur scientifique.

Nous pensons, donc, que les sportifs de combat ont réussi un transfert interspécifique positif de leurs habitus moteurs vers la nouvelle situation (Parlebas et Dugas, 2005 ; Pinon, 2007 ; McGovern, Webb *et al.*, 2012). Mieux encore, ces sportifs auraient, éventuellement, exploité le rapprochement des deux comportements pour investir leur attention de façon quasi-totale dans la résolution de la tâche et non dans les ajustements et les gestes « parasitant » leur efficacité réelle.



Figure 8.3 : Comparaison de : (A) la position de recherche de signal au test B-percept[®] à (B), celle du combat chez les sportifs du domaine (A) tout en précisant que dans B-percept[®], ils n’avaient pas d’adversaires et n’étaient donc pas au même degré de sémiotricité

Le rapprochement des stratégies comportementales, proposées par les socio-praxies du domaine (A), avec les positions réalisées lors des tests complexes du B-percept[®] permettrait, apparemment à ces sportifs, de maintenir une posture de stratégies dont les décisions pratiques sont les clés de la réussite motrice. Ainsi, même s’ils ne sont pas spécialement formés pour tourner sur eux-mêmes (360 °) à la recherche du signal — puisque dans ce sport les pratiquants sont toujours unidirectionnels pour pouvoir garder l’adversaire sous leur contrôle visuel — une fois déchargés des inconvénients liés à leurs adaptations motrices et éventuellement cognitives, les sportifs de combat se comportent en « être [s] humain [s] qui pense [ent] en traitant l’information comme un ordinateur » (Bordes, Collard *et al.*, 2007, p. 126).

Les tests B-percept[®] produisant des stimuli complexes simulent, même partiellement à notre avis, les interactions avec l’environnement quotidien, notamment les sons et les images qui exercent diverses formes de sollicitations sensorielles sur les individus agissants. En effet, les tests complexes du B-percept[®] nous ont interpellés et poussés à analyser et à comprendre s’il y a lieu, au sein même des domaines, des différences selon l’habitus moteur ou le rôle stratégique de chaque acteur. Il serait davantage intéressant, également, de mettre en examen l’effet de l’intervention de l’attention sélective, par exemple, qui pourrait elle-même être sous l’impact direct de la pratique sportive, en nous référant aux travaux de Booth, Burman *et al.* (2003) ; Chakraborty, Holte *et al.* (2012).

5. Concordances des temps de réaction TRS et TRC avec le sentiment d'auto-efficacité personnelle et les prédictions des scores

Force de croire que si les sportifs s'attendent à un bon rendement et sont confiants dans leurs capacités, alors la performance réelle sera grandement améliorée. *A contrario*, si les sportifs s'attendent à un mauvais rendement et ont « peu » ou « pas » confiance en leurs compétences face à la tâche à réaliser, la performance sera affectée (Weinberg, Yukelson *et al.*, 1980 ; G. Hughes, Desantis *et al.*, 2013).

5.1. Auto-efficacité et prédictions des scores aux tests TRS

Les attentes de maîtrise personnelle affectent à la fois l'initiation et la persistance du comportement d'adaptation. La force des convictions des individus dans leur propre efficacité est susceptible d'être affectée en faisant face à des situations données. À ce niveau initial, l'auto-efficacité perçue influence le choix des milieux comportementaux. « *Non seulement l'auto-efficacité perçue peut-elle avoir une influence directrice sur le choix des activités et des contextes, mais peut également influencer sur les efforts d'adaptation une fois qu'ils sont initiés* » (Bandura, 1977, pp. 193-194).

C'est dans le cadre d'une tentative de reconstitution des éléments du mécanisme de la décision motrice que nous avons mené une analyse du niveau et de la force du sentiment d'auto-efficacité personnelle face à la résolution de problèmes (Bandura, 2006). En effet, les analyses avaient pour objectifs principaux de situer les correspondances entre la performance motrice et le sentiment d'auto-efficacité personnelle du sportif selon son domaine d'action motrice d'appartenance. L'analyse des concordances que nous avons élaborées à travers des échelles de classement¹ afin de situer les résultats des tests TRS par rapport au niveau et à la force du sentiment d'auto-efficacité, a montré que les sportifs du domaine (\emptyset) parvenaient à obtenir des résultats significativement corrélés à leur niveau réel de performance, ce qui pourrait être interprété par une cohérence entre leurs sensations physiques propres et leur niveau de confiance en soi. Or, ce dernier ne pourrait être compris selon Delignières, Ninot *et al.* (2003) « *qu'en tant que processus historique [car] l'état du système à un moment donné dépendant de son histoire passée* ». De manière opposée, le niveau du sentiment d'auto-efficacité ne concorde pas avec les prédictions de ces sportifs lors des tests complexes. Ce décalage entre ce qu'ils pensent pouvoir

¹ Nous avons élaboré une échelle de normalité pour classer les performances et les scores des tests pour les pratiquants de chaque domaine d'action motrice. En fonction de la pente de la courbe de normalité de Gauss (Morice, 1972 ; Hadjadji Seddik-Ameur, 2003), les individus sont classés en : « *Rapide* », « *Moyen* » et « *Lent* » pour le temps de réaction ; « *Très efficace* », « *Efficace* » et « *Peu efficace* » pour l'auto-efficacité et les prédictions. Pour plus de détails méthodologiques, voir le quatrième chapitre de la thèse.

réaliser et ce qu'ils ont réellement fait serait peut-être le résultat d'une sous-estime de la difficulté de ces épreuves.

Les sportifs pratiquant la Boxe française, la Boxe anglaise et le Taekwondo s'estiment tous « efficaces » à « très efficaces ». Toutefois, leurs performances réelles en temps de réaction classent 23,91 % de leurs performances en deçà du niveau moyen de la population de l'étude (Figure 8.4). En effet, leurs résultats corroborent avec ceux de l'inventaire d'estime de soi (PSPP) qui illustre un haut niveau d'estime de soi globale.

La lecture des résultats est un peu différente concernant le test TRAS où le haut niveau d'auto-efficacité et celui d'estime globale de soi ne correspondent pas au niveau des prédictions. En effet, la différence entre le score prédit avant le test et le score réalisé est significativement. Ces résultats interrogent sur le niveau difficulté spécifique posée par le test TRAS aux sportifs de combat. La nature de leurs affrontements fait qu'ils se focalisent principalement sur le contrôle visuel des mouvements de l'adversaire. Cette hypothèse trouve un appui dans les entretiens recueillis auprès de trois sportifs (*annexe 4*), dont deux sont des pratiquants de Boxe et un de Taekwondo. « Sofien », « Lotfi » (Boxe anglaise) et « Khaled » (Taekwondo) ont été appelés à classer les tests B-percept[®] dans un ordre croissant selon leurs degrés de difficulté ressentis. Les trois sportifs ont confirmé que le test TRAS leur semble le plus difficile. « Sofien » justifie, sa réponse, par exemple, en disant :

- « [...] c'était difficile de ne pas utiliser mes yeux pour détecter le signal [silence] au début, j'étais un peu perdu ! » (*annexe 4*).

Les temps de réaction simples (TRS) chez les sportifs du domaine (∅) sont concordants avec le sentiment d'auto-efficacité et discordants par rapport aux prédictions des scores. Les pratiquants de sports de duels s'estiment « très efficaces » face aux tâches simples de type TRS

5.2. Auto-efficacité et prédictions des scores aux tests TRC

Nous avons remarqué, suite aux différentes analyses menées par domaine d'action, par algorithme et habitus moteurs, que les sujets soumis à des interactions sociales, dans le cadre de situations d'opposition ou de coopération/opposition, avaient une meilleure approximation de leurs scores et de leur efficacité dans les situations complexes. Parallèlement, les sujets pratiquant des activités en *solo* et dans un milieu stable et standardisé sont arrivés à mieux juger leurs potentiels et à prédire leurs performances de manière efficace, notamment après avoir découvert et pratiqué les tests du protocole B-percept[®].

En comparant les résultats du test d'auto-efficacité à ceux des prédictions des scores, nous avons trouvé que 23,73 % des sujets appartenant au domaine (∅) se considèrent comme « très efficaces » alors que 5,98 %, seulement, parmi eux sont classés « rapides ». Ces résultats

confirment notre constat à propos d'une discordance, déjà trouvée, entre les prédictions avant les tests TRVC et TRMX et les scores réels d'essais corrects obtenus. Parallèlement, nous avons noté lors des analyses de l'inventaire d'estime de soi que ces sportifs avaient un indice d'estime globale de soi significativement élevé ($r = 0.74$) qui pourrait influencer, en référence aux travaux de Sadri et Robertson (1993); (Beauchamp, Bray *et al.*, 2002; A. Hughes, Galbraith *et al.*, 2011); Fortin-Guichard (2016); Wright, O'Halloran *et al.* (2016), leurs jugements ainsi que leurs performances dans les situations de décisions complexes. En effet, les sportifs appartenant au domaine (\emptyset) dans notre étude pensent être capables de réaliser des scores d'essais réussis élevés, alors que cela va à l'encontre de la réalité de leur niveau de performances relativement faibles aux tests complexes. Cette situation que nous avons relevée est contradictoire par rapport aux résultats de Sadri et Robertson (1993), par exemple, qui trouvent que le niveau de l'estime de soi est étroitement corrélé aux performances physiques. Ainsi, ces chercheurs considèrent, par ailleurs, que le SEP influe positivement sur les performances puisqu'il a, d'abord, un rôle direct permettant aux personnes de mobiliser et d'organiser leurs compétences. Par ailleurs, le SEP a un rôle indirect en influençant le choix des objectifs et des actions. Les résultats de la méta-analyse effectuée par ces chercheurs affirment qu'il y a une corrélation entre le SEP et la performance. Dans ce même cadre de recherches, Mahoney et Avenier (1977) ont mené une étude sur le lien entre le sentiment de confiance en soi et la performance des gymnastes américains qui faisaient partie de l'équipe Olympique masculine de 1976. En effet, les athlètes ayant signalé avoir éprouvé des doutes occasionnels au sujet de leurs capacités ont eu une mauvaise prestation pendant la séance de qualification. Leurs résultats ont montré une corrélation modérée ($r = 0.57$) entre la performance réelle et le niveau de confiance en soi du sportif, ce qui confirme encore une fois l'intérêt de prendre en considération aussi bien les prédictions de scores que le niveau d'auto-efficacité dans la compréhension des résultats obtenus lors des tests d'auto-efficacité pour distinguer les sujets selon leurs domaines.

Les résultats de recherches cités plus haut corroborent les résultats des sportifs participant à notre étude et appartenant au domaine (A) puisque, dans leur cas, 67,39 % des temps de réaction aux tests complexes obtenus sont classés « rapides » au moment où aucun de ces sujets (0,00 %) ne se considère « peu efficace ». En effet, la corrélation significative qui a été enregistrée entre ces deux niveaux observés fait joindre ces résultats à ceux de la littérature citée, ce qui nous permettrait de dire qu'il existe une différence entre les sportifs à ce niveau qui est dû, entre autres, à leur appartenance à deux domaines d'action motrice distincts (A) et (\emptyset).

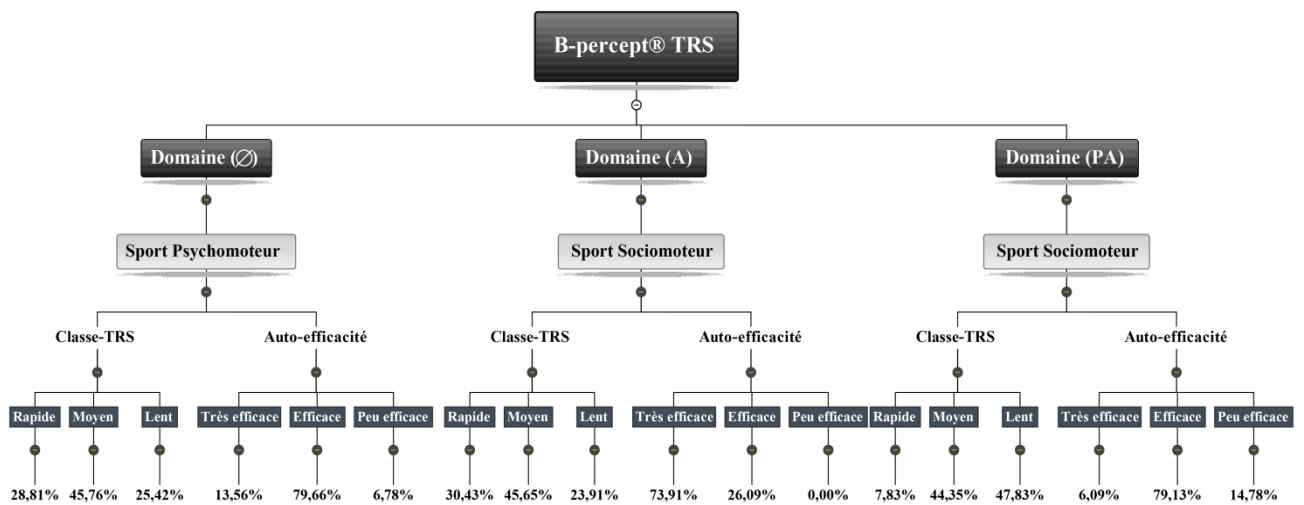


Figure 8.4 : Illustration récapitulative des pourcentages de réponses obtenues selon le classement suivant : « Rapide », « Moyen », « Lent » pour le temps de réaction simple ; « Très efficace », « Efficace » et « Peu efficace » pour le sentiment d’auto-efficacité lors du test TRS

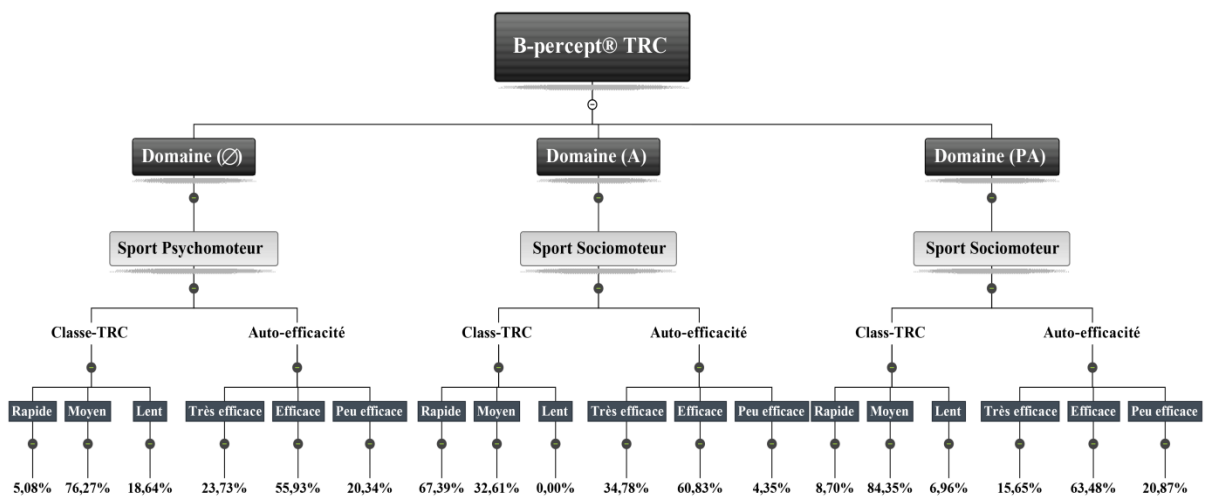


Figure 8.5 : Illustration récapitulative des pourcentages de réponses obtenues selon le classement suivant : « Rapide », « Moyen », « Lent » pour le temps de réaction simple ; « Très efficace », « Efficace » et « Peu efficace » pour le sentiment d’auto-efficacité lors du test TRC

6. Rapport entre les domaines d'action et le niveau d'estime de soi corporel

L'analyse des résultats de l'inventaire d'estime de soi du point de vue corporel montre l'absence de différence significative entre les trois domaines étudiés face à une tâche simple ou complexe. Toutefois, en analysant les différences entre les sportifs du domaine (PA) selon leurs rôles stratégiques, nous avons trouvé que seuls les joueurs centraux (milieu) en Handball pensent être « peu efficaces », ce qui est aux antipodes de leurs coéquipiers jouant en ailiers. Ces résultats, quoi qu'ils doivent être pris avec beaucoup de précautions, évoquent la possibilité d'effets liés aux rôles stratégiques dans les situations sociomotrices. Par ailleurs, un joueur de milieu gère le jeu, fait relayer la balle entre ses partenaires, alors qu'un arrière ou un ailier vise beaucoup plus tirer vers la cage pour marquer des buts. Ainsi, en observant les résultats présentés au septième chapitre, nous avons trouvé, en premier lieu, que la pratique sportive, dans les trois domaines d'action motrice étudiés fait apparaître deux principales dimensions de l'estime de soi :

- la *dimension d'estime globale de soi* (EG), qui s'avère dominante, notamment chez les pratiquants du domaine psychomoteur (\emptyset) ($r = 0.73$) et du domaine sociomoteur (A) ($r = 0.71$) ;
- la *dimension de valeur physique perçue* (VPP), qui se révèle dominante chez les pratiquants du domaine sociomoteur (PA) ($r = 0.75$).

En second lieu, nous avons constaté que les pratiquants du domaine (PA) affichent une variabilité intradomaine d'action qui semble intéressante à étudier de façon plus approfondie afin de comprendre les spécificités liées à la pratique dans chacun des algorithmes moteurs. En effet, les pratiquants de Handball et de Football présentent une importante consistance (valeur alpha de Cronbach) de leur VPP dans le questionnaire *PSPP* : Handball ($\alpha = 0.88$), Football ($\alpha = 0.87$). En contrepartie, les basketteurs présentent une faible consistance ($\alpha = 0.37$).

Ces résultats permettent, de prime abord, d'avoir une idée sur les formes de perception du corps au sein de chacun des domaines que nous avons étudiés. Dans ce sens, Fox et Corbin (1989) ; Ninot, Delignières *et al.* (2000) Goudas et Biddle (1994) ont mis en évidence l'idée que le développement de la valeur physique perçue (VPP) contribuerait au renforcement de l'estime de soi et qu'un certain niveau de confiance en soi serait requis pour maintenir l'engagement d'un sujet dans la tâche. À ce niveau, nous pourrions émettre l'hypothèse, par exemple, que l'appartenance à un sport, qu'il soit très populaire (le cas de Football et du Handball en Tunisie) ou moins populaire (Basket-ball) pourrait, d'un côté, influencer la « *sémantique affective et culturelle du corps* » (Parlebas, 1967) et de l'autre, conditionner chez le sportif lui-même sa manière de voir son corps et sa façon de se projeter dans sa pratique motrice. En effet, les propos que nous avons recueillis auprès de quelques sportifs à travers les entretiens ont révélé des différences concernant ce dernier point. Ainsi, afin de comprendre la conception qu'ont ces

sportifs de leurs spécialités, nous les avons interrogés sur le type d'efforts sollicités dans leur pratique. « Anis » a ainsi répondu : « *Mon sport demande de l'effort physique et mental* ».

Pour obtenir plus de précisions, nous le relançons (Blanchet, 1989) :

« - *Aussi bien à l'entraînement qu'à la compétition ?*

- *Pas vraiment, non. A la compétition, on se concentre au début, ensuite on ne sent rien, tout se passe vite et on n'a pas le temps de réfléchir* ».

L'interprétation des résultats concernant les tests de temps de réaction simples TRVS et TRAS, nous permet de déduire que la pratique sportive aurait, entre autres, favorisé les pratiquants de sports et les aider à avoir de meilleurs temps de réaction aux tests B-percept[®] par rapport aux non-sportifs.

En nous référant aux résultats du chapitre cinq de ce travail, nous avons noté que les résultats des sportifs diffèrent selon leurs domaines d'action motrice respectifs. De surcroît, ces différences mettent en exergue l'effet éventuel d'un transfert d'apprentissage qui s'est établi de façon spontanée vers la nouvelle situation de simulation et d'évaluation B-percept[®]. En effet, il serait dénué de vérité, dans ce sens, d'agrèer, sans exception, l'idée de Parlebas (1999) que l'automatisme puisse être la clef du succès, puisque, même durant des recherches effectuées en laboratoire, la répétabilité parfaite reste relative (Bell, Hankison *et al.*, 2009). Ainsi, il serait scabreux d'affirmer que les situations se déroulant en *solo* dans un milieu stable, peuvent créer des habitus moteurs invariants, auxquels le sportif s'adapte durant son action et que cela puisse cybernétiser définitivement sa conduite. Il serait intéressant, à ce niveau, d'invoquer la question de l'influence de la personnalité sur les choix des pratiques sportives et sur les conduites *versus* l'influence de la pratique sur la personnalité du sportif (Castanier et Le Scanff, 2009). Force de croire qu'exercer une pratique motrice développe, quoi que spécifiquement, des compétences motrices de base, mais aussi et surtout, stimule et favorise les processus de transfert d'apprentissage vers de nouvelles situations (Parlebas, 1976 ; Dugas, 1999 ; Parlebas et Dugas, 2005). Chaque type d'interaction praxique auquel le sportif est soumis lui offre la possibilité de développer des qualités, comme la vitesse de réaction simple. Ainsi, nous notons, par exemple, que les handballeurs et les boxeurs ont eu de meilleurs temps de réaction visuels que les athlètes pratiquant la Course en couloir, alors que ces derniers ont été meilleurs dans leurs réactions aux stimuli auditifs (Figure 8.1). Les « *tactiques du corps* [précise Dugas (2004)] *sont également façonnées par la pratique et transférables à d'autres situations motrices usant pourtant de techniques motrices éloignées, mais possédant néanmoins des conduites motrices similaires* » (Collard et Dugas, 2008, p. 46).

Les pratiquants de sports appartenant à un domaine d'action motrice de haute sémiotricité [(A) et PA)] parviennent à obtenir de meilleures performances aux tests de temps de réaction complexe que les sportifs du domaine d'action (\emptyset).

L'ajout de stimuli sonores simultanés aux stimuli visuels a donné un effet positif chez les pratiquants du domaine (A), (PA) ainsi que chez les non-sportifs. Or, cet effet devient perturbateur lorsque nous le présentons aux sportifs pratiquant la Course en couloir et les Concours. Ce constat s'avère intéressant puisqu'il concorde avec certains travaux sur l'effet perturbateur des apprentissages antérieurs sur la nouvelle acquisition de la tâche motrice (Famose, 1971 ; Parlebas, 1976 ; Dugas, 1999 ; Parlebas et Dugas, 2005). Ainsi, les non-sportifs, qui ne sont pas spécifiquement conditionnés par une méthode déterminée de gestion de l'espace et du temps dans la prise de décision, ont réussi à mieux intégrer la logique interne du test TRMX que les pratiquants d'activité en *solo* dans un milieu stable et standardisé. Peu habitués aux perturbations de l'environnement physique et humain, ces derniers semblent davantage déstabilisés et à avoir des difficultés à s'adapter à ce test. Certains stéréotypes moteurs répétés permettent de hautes performances psychomotrices, mais nuisent à l'adaptabilité d'un nouvel environnement.

Effectivement, nous nous joignons à d'autres praxéologues, notamment Bordes, Collard et al. (2007) et Dugas (2011 *a*, 2011 *b*), pour dire que la compréhension des logiques de fonctionnement dévoile certains habitus dominants qui configurent au fur et à mesure des apprentissages répétitifs certains comportements, sans toutefois les amener à devenir des automates. En effet, le développement de l'habitus pourrait être une cause qui agit probablement sur certaines sensibilités sensorielles, si nous nous fions généreusement aux esquisses de ce travail, mais pourrait, par ailleurs, être l'objet de travail et d'évaluation chez l'entraîneur.

Dans la limite de nos interprétations du croisement des résultats de cette recherche, nous considérons que la logique interne des domaines d'action sociomoteurs, additionnés aux sollicitations sociales auxquelles les pratiquants sont soumis, peuvent influencer le sentiment d'auto-efficacité personnelle ainsi que la capacité de prédiction des scores pré-tests.

Ces comptes rendus faits, à partir d'un volume assez important de résultats recueillis des expérimentations, représentent un linéament d'ébauche ouvrant la voie à la conception de nouveaux outils d'investigations numériques et électroniques en partant de ce que proposent les démarches déjà prouvées des praxéologues dans le champ des sciences de l'action motrice. Nos conclusions seront formulées, toutefois, avec prudence du moment que nous sommes encore en attendant des retours de résultats des futures recherches menées à l'aide du protocole B-percept[®].

C.

Conclusion générale

« L'histoire des innovations démontre amplement que le consensus social est souvent un mauvais guide ».

Albert Bandura (2003)

Il semble difficile, selon Alquié (1939), de prendre une conscience directe de nos opérations intellectuelles si nous ne nous référons pas aux manifestations de l'intelligence à partir de ses résultats. Or, ces derniers ne peuvent être mis en valeur qu'à travers l'expérience et les sciences (Kant, 1905).

Convaincus de ces conceptions, nous avons abordé la problématique de notre recherche de façon rationnelle, en choisissant une méthode d'investigation déjà éprouvée et en veillant à nous armer d'outils de mesures et d'analyses pertinents et valides. En effet, nous avons voulu étudier, en toute évocation d'un état par un autre, s'il y a des liens de cause à effet, de dépendance ou même d'influence entre l'expérience acquise dans le domaine d'action motrice, les conduites et les décisions motrices.

En considérant la situation d'un autre angle de vue plus précis, nous nous sommes proposés de vérifier si la logique interne de trois domaines d'action différents, dont deux sociomoteurs (A) (PA) et un psychomoteur (\emptyset), affecteraient des différences mesurables sur les temps de réaction simples et complexes, sur l'auto-efficacité, sur la capacité de prédiction des scores, ou sur l'estime globale de soi d'un point de vue corporel.

Nous étions parfaitement conscients, dès le début de notre périple scientifique, de la complexité de cette tâche, aussi bien que de son originalité, dès lors que nous projetions une mission tarasque d'étudier puis de modéliser le jeu traditionnel paradoxal des Quatre coins. Nous avons eu recours, ainsi, à la démarche systémique et structurale de la praxéologie motrice (Parlebas, 1972, 1974, 2005 *a*, 2005 *b*), puis aux procédés de conception électronique et numérique, afin de puiser de quoi pouvoir proposer un protocole expérimental qui adopte la logique profonde du jeu étudié, mais qui sera en même temps un référentiel de mesure au moyen duquel les sportifs seront comparés entre eux et par rapport aux non-sportifs.

Nous avons veillé, dès le départ, à nous garder de proposer des approximations ou d'émettre des jugements non fondés sur la preuve et qui risquent de nous condamner dans des vues personnelles, surtout que ce travail a été mené dans un champ foisonnant d'interdisciplinarité.

Les résultats que nous avons obtenus à l'issue de sollicitations d'un fourniment d'outils d'investigations étaient «juteux». Ils nous ont menés à mettre en évidence deux niveaux de conclusions. Les premiers sont d'ordre conceptuel, alors que les seconds sont d'ordre expérimental :

- Nous nous sommes rendu compte, d'abord, que, face à la complexité de la conduite de l'homme, nous ne pouvons réduire le processus de décision dans l'action motrice du sportif à un simple rapport de causalités ou d'interdépendances dénudées de ce qui se passe au fond même de cet individu et de ce qui se passe dans son environnement. En effet, certains rapports entre les dimensions évaluées, les domaines, les algorithmes ou les habitus moteurs semblent être gouvernés par des liens de corrélations, dont le rapport, entre variables pourraient accepter la variation au gré des contextes.
- À ce stade d'investigation, nous ne pouvons qu'être prudents dans l'interprétation des résultats, car beaucoup de variables explicatives pourraient être traitées sous d'autres facettes offrant, probablement, une meilleure exposition de ce qui ne nous est pas encore explicite à notre niveau de compréhension de la décision motrice.
- Au fur et à mesure des analyses, beaucoup de variables explicatives se sont transformées en hypothèses. Celles-ci pourraient accepter d'être améliorées avec plus de valeur si nous avons la possibilité de comparer les résultats obtenus dans la présente étude avec ceux d'autres praxéologues ou à ceux qui pourraient être obtenus en reprenant cette même démarche, mais dans d'autres conditions ou avec d'autres domaines d'action motrice. Il serait intéressant, par exemple, de mener une étude comparative avec des domaines d'action motrice où l'incertitude due au milieu fait loi.

Pour revenir sur les résultats des de nos expérimentations et dont l'interprétation a été élaborée sur trois chapitres de la présente thèse, nous pouvons conclure que les sportifs appartenant à un domaine psychomoteur (\emptyset) — où le milieu standardisé devient domestiqué¹ chez le pratiquant, donc, n'offrant que peu ou pas d'informations fluctuantes — réagissent plus rapidement aux stimuli visuels et auditifs simples du protocole B-percept[®] que les pratiquants du domaine sociomoteur d'opposition et de coopération (PA). Toutefois, dès qu'ils se retrouvent face à des stimuli complexes, ces sportifs réagissent moins vite. Le même cas de figure s'applique face aux prédictions des scores, puisque les pratiquants du domaine psychomoteur réussissent mieux dans les prédictions de leurs scores lors d'une tâche simple alors qu'ils se retrouvent à l'opposé des autres domaines, quand il est question de réagir dans les situations complexes du protocole B-percept[®].

¹ DOMESTICATION/SAUVAGERIE : « dimension qui prend en compte le degré de codification et de modification que l'homme fait subir au milieu en vue d'accomplir ses pratiques ludosportives, notamment ses pratiques motrices dites de pleine nature » (Parlebas, 1999, p. 108 [1981]).

Les premiers éléments de conclusion que nous pouvons formuler, à ce niveau, nous amènent à supposer que la prise de décision du sujet pratiquant la Course en couloir ou les Concours se retrouvent perturbés quand les conditions de standardisation simples et habituelles changent. Ainsi, le transfert des expériences motrices faites dans un contexte précis semble être circonscrit par les limites de l'algorithme moteur pratiquées. Nous pensons, également dans ce cas, que les mécanismes de réaction aux stimuli s'opèrent dans les limites de la sphère du processus « *stimulus-réponse* » (Taylor, 1966 ; Dean, Marti *et al.*, 2011 ; McGovern, Webb *et al.*, 2012), puisque la tâche d'évaluation (par exemple le test auditif TRAS) correspond, en partie, à l'habitus moteur du sportif. Évidemment qu'il serait plus facile pour un athlète pratiquant la Course en couloir de réagir à un signal sonore plus rapidement que d'autres sportifs (Pain et Hibbs, 2007), puisqu'il est habitué à ce genre de signaux lors des entraînements aux départs de courses.

Les sportifs ayant une pratique « complexe », sollicitant une interaction praxique riche [(A) et (PA)], se montrent, quant à eux, aux antipodes des pratiquants du domaine (\emptyset) lors des situations complexes. Ils sont plus rapides, puisque leur spécialité repose sur les techniques d'observation, de recherche visuelle et de communication et/ou de contre-communication praxique avec partenaires et/ou adversaires. La recherche du ballon, du placement de l'adversaire, de l'espace libre sur le terrain de jeu, ou même la recherche d'une zone de baisse de la garde sur le corps de l'adversaire, représentent, à notre avis, des moments stratégiques favorisant la sollicitation et le développement de la capacité de la recherche visuelle. Les pratiquants d'activités sociomotrices de coopération et d'opposition (PA) étaient, toutefois selon leurs résultats, moins précis dans la prédiction de leurs scores que les sportifs de combat (A). Mieux encore, ils s'estiment moins efficaces que ces derniers.

Parmi les questions qui nous ont interpellés au début des travaux d'expérimentation, c'était de savoir si les temps de réaction, les décisions ainsi que les prédictions du pratiquant d'un sport sociomoteur (PA) pourraient être affaiblies, une fois que ce dernier se retrouve isolé du groupe et mis face à des sollicitations sensorielles complexes. Ce questionnement est légitimé par les données de recherches en psychologie sociale (Kerr et Bruun, 1981 ; Harkins et Jackson, 1985) stipulant que, sous l'impact de son groupe social, le sujet pourrait tomber sous l'emprise de la « *paresse sociale* » qui ferait de l'ombre à ses capacités réelles et l'amènerait à réagir aux dépens de la réaction collective de manière conforme. Myers et Lamarche (1992) considèrent, dans ce cadre, que « *la situation de groupe (tirer un câble, crier, etc.) atténue¹ l'appréhension de*

¹ Mis en valeur par l'auteur.

l'évaluation ; lorsque les individus n'ont pas à répondre individuellement de leurs actes et sont incapables d'évaluer leurs propres efforts, la responsabilité se disperse parmi tous les membres du groupe » (Myers et Lamarche, 1992, p. 284). Toutefois, et à notre étonnement, nous avons trouvé que ces sportifs (PA) s'en sortaient avec *brio* et sans avoir besoin de leurs partenaires, qu'ils ne pouvaient de toute façon pas avoir dans cette situation expérimentale. Ces sportifs ont réussi, seuls, des temps de réaction rapides aux tests TRVC et TRMX du B-percept[®].

Nous sommes conscients que, parmi les limites de cette démarche, vient le fait qu'un individu pratiquant sportif ou non-pratiquant est soumis à l'influence d'une infinité de variables gravitant dans son orbite sociale proche et lointaine. Qu'il s'agisse de footballeur, tennisman (interactions entre joueurs), nageur, gymnaste ou encore athlète (interaction avec un milieu figé), les décisions du sportif pourraient être influencées par ses aptitudes propres, la dimension de son espace d'interaction, son niveau d'estime de soi, ses sentiments et ses sensations, voire même le niveau de la difficulté de la tâche, etc. En somme, « [les] *causes sont multiples du fait de la complexité de l'homme social, pensant et agissant* » (Dugas, 2011 b, p. 192). Nous avons, ainsi, approfondi nos investigations sur la quote-part des dimensions psychologiques liées à l'estime de soi dans l'orientation de la conduite et dans la prise de décision. Dans ce sens, le test PSPP a été sollicité afin de déterminer cette dimension étudiée dans chaque domaine d'action.

En effet, même si nos interprétations et nos conclusions, à ce stade de la thèse, présentent des faits et des résultats, nous nous abstenons de proposer des formulations systématiques qui transcenderaient les limites de nos connaissances, restreintes ou peu approfondies, à propos d'un bon nombre de dimensions psychologiques *cachées* (Hall, 1966). Toutefois, nous avons appris de nos lectures à propos de l'apprentissage moteur et du transfert, que tout au long de sa pratique, le sportif s'habitue à des formes déterminées d'actions, de comportements et de décisions, qui pourraient refaire surface à chaque fois qu'un contexte de pratique ou d'apprentissage leur est favorable (Tardif, Désilets *et al.*, 1992 ; Perrenoud, 1997 ; Pinon, 2007). Force est de croire, aussi, qu'une pratique régulière selon une logique déterminée puisse influencer la manière d'agir du sujet ou prédominer ses savoirs et savoir-faire antérieurs (Dugas, 2011b). À partir de là, se dessine un montage de charpentes entre les connaissances antérieurement acquises au sein des domaines d'action et les difficultés à résoudre les tâches du système B-percept[®]. Ici débutent, pour nous, les premières formes d'un réalisme mathématique fonctionnel pour la modélisation.

Nous proposons dans cette thèse de mettre un lien logico-mathématique entre l'ensemble des variables étudiées sous la forme de deux équations qui rassemblent toutes les variables étudiées dans une même dimension mathématique afin de les formuler en une équation de modèle : une

première formule sera pour prédire et/ou classer le niveau du pratiquant en situations simples (Équation 1). La seconde sera destinée aux situations complexes (Équation 2).

Ces équations auront une forme propositionnelle dans laquelle intervient une égalité entre deux expressions mathématiques qui est, « soit vraie », « soit fausse ». La solution de ces équations est la valeur — ou les valeurs — que pourrait prendre une variable et qui réussit à rendre cette équation vraie.

L'équation B-percept[®] sera établie en fonction de quatre dimensions oméga « Ω ».

Soit :

$$\Omega \equiv \begin{pmatrix} TR_{TRS/TRC} & PR_{prédiction} \\ SEP_{Efficacité} & PSPP_{estime} \end{pmatrix}$$

- J : 0,01 s (*limite inférieure de fiabilité lors de la mesure de temps de réaction*)
- α : *alpha de Cronbach*

(1)

$$Décision_{B-percept^{\circledast}} = \int \left[\frac{1}{n} \sum_{i=j}^n (X_{TRS_i}) + \left(\frac{P_R - P_{Av}}{P_{AP} - P_{Av}} \right) + \sum_{i=1}^{100} S_{SEP} + \alpha \right] d\Omega$$

$$Décision_{B-percept^{\circledast}} = \int \left[\frac{1}{n} \sum_{i=j}^n (X_{TRC_i}) + \left(\frac{P_R - P_{Av}}{P_{AP} - P_{Av}} \right) + \sum_{i=1}^{100} S_{SEP} + \alpha \right] d\Omega$$

(2)

Notre travail de thèse, établit un lien de continuité avec les travaux de Parlebas qui dit — en décrivant sa démarche dans l'analyse systémique et structurale du jeu des Quatre coins — avoir essayé « *de mettre en évidence les modèles du jeu [où] il n'y avait aucun à priori* », il ajoute : « *On a fait des constats, on a comparé des modèles, on s'est rendu compte de la complexité* » (Parlebas et Schmitt, 1975, p. 182). C'est, entre autres, ce constat, déjà fait depuis bien plus de quarante ans, qui nous a encouragés à emprunter la voie de la modélisation mathématique puis électronique et numérique, puisque les correspondances qui s'établiront par la mathématique, par la rationalité, en considérant le rôle des coefficients dans l'aspect algébrique des lois, seront ici établies pour essayer d'atteindre ce que Bachelard (1949) appelle la « *positivité scientifique* ».

La solution d'équation mathématique que nous présentons dans ce travail n'a pas l'objectif de faire passer les sujets dans un « moule de calibrage » pour les classifier. Au vrai, cette initiative vise à piquer un ancrage méthodologique dans le domaine de la modélisation des situations motrices, notamment les jeux traditionnels et les pratiques ludomotrices à travers une démarche praxéo-logique qui « *fait face à la complexité réelle des phénomènes* » (Bachelard, 1949, p. 239) à travers la sollicitation des mathématiques et des technologies électroniques et numériques. De surcroît, nous voulons établir une correspondance fonctionnelle qui est complètement indépendante des procédés mécanistes, incapables à elles seules — comme l'ont été d'autres sciences telles que la biologie, la biomécanique, la psychocinétique — d'établir des analogies fonctionnelles péremptoires entre la conduite, la motricité et les émotions tant que c'est de l'« *homme* » que nous traitons. En effet, « *les logiques plurielles* » (Dugas, 2011 *b*) de l'individu agissant peuvent représenter une causalité circulaire dont les parties cachées ou constituantes ne peuvent être facilement démasquées. Parlebas voit dans ce sens qu'« *il n'y a aucune contradiction entre la modélisation objective des structures d'interaction du jeu sportif et la mise en évidence du rôle crucial de la décision motrice individuelle et subjective* » (Parlebas, 1981, p. 303). La modélisation objective pourrait donc devenir une forme de réalisme, en dépit de toutes les critiques dont elle pourrait être sujette, comme cela était le cas pour les balbutiements de recherches qui ont proposé des solutions de virtualisation ou de modélisation numérique de l'action humaine.

Certains praxéologues tels que Dugas (2007) ont pourtant cru, en tant que précurseurs depuis une dizaine d'années, à la valeur juste, à l'intérêt et à l'ampleur que pourrait prendre la modélisation des conduites motrices à travers les jeux virtuels et les *exergames*. Dugas avait décrit ces jeux virtuels comme étant un « *[fait] ludique nouveau, mais qui assurément ne sera pas un feu de paille* » (Dugas, 2007, p. 238), tout en gardant un pied-à-terre en considérant comme étant praxéologue, que le « *jeu virtuel n'est pas, pour l'instant, un vrai jeu sportif* » (Dugas, 2007, p. 239) au sens que la praxéologie motrice attribue au jeu de l'homme. Il justifie, ainsi, sa réserve par le fait que la conduite motrice dans les *exergames* reste une simple forme de simulation dépourvue des traits fondamentaux de l'action motrice. Dugas (2007) s'est appuyé, dans ses énoncés, sur le fait qu'« *une manette ne peut pas remplacer le sportif agissant avec tout son corps. Le football, le tennis, la boxe ou le saut à la perche ne se jouent pas avec la seule dextérité du pouce et de l'index !* » (Dugas, 2007, p. 239). En effet, c'est à ce niveau que nous avons voulu créer notre différence puisque, parmi les difficultés d'ordre conceptuel auxquelles nous avons dû faire face au cours de ce travail, vient le besoin de comprendre, de maîtriser et de nous familiariser avec des notions fondamentales et techniques en électronique. Nous avons, ainsi, pour objectif de ne pas nous aligner aux formes de modélisation numérique basée sur la

reproduction des mouvements *via* des algorithmes mathématiques complexes pour, en fin de compte, les projeter sur un écran face au sujet concerné (Ross, 2002 ; Hong et Cho, 2004 ; Bianchi-Berthouze, Kim *et al.*, 2007 ; González, Santana *et al.*, 2010 ; Sarjoughian, Sarkar *et al.*, 2010 ; Leite, Castellano *et al.*, 2012). Dans ce cas, notre effort ne serait pas plus intéressant que celui d'un miroir accroché au mur d'une salle de ballet. Bien au contraire, notre ambition vise à proposer un modèle plus *in vivo* et au plus proche de l'interaction motrice qui reste notre objectif futur.

Par ailleurs, nous avons également affronté des difficultés d'ordre technique. À vrai dire, nous n'étions ni formés en électronique, ni de vrais spécialistes en développement de logiciels. À ce niveau, nos ambitions ont failli être plus grandes que nos connaissances. Toutefois, nous avons pris l'initiative d'acquérir — en autodidacte, à travers des formations en ligne et grâce à l'aide d'amis — les savoirs et savoir-faire nécessaires à la conception du B-percept[®], ce qui a abouti, par la suite, à une reconnaissance industrielle et à une validation scientifique (Ben Ali, Echaieb *et al.*, 2015). Ce trajet était laborieux, étant donné que nous avons besoin, entre autres, d'obtenir un matériel spécifique et des composantes électroniques onéreuses et souvent peu disponibles sur le marché tunisien (émetteurs RF, des récepteurs RF, des programmeurs PIC, etc.). À ces difficultés d'ordre logistique, s'ajoutent d'autres contrariétés techniques et scientifiques liées principalement à la conception, à la modélisation et à la gestion des signaux, tout en veillant à assurer des mesures de temps brefs de manière précise.

Nous tenons à faire part, ici, des difficultés affrontées — en en détaillant quelques-unes — afin de clarifier le chemin passionnant parcouru jusque-là visant la présentation d'un modèle expérimental qui sera mis à disposition des chercheurs. De surcroît, nous souhaiterions pouvoir proposer ce système, dans un futur proche, aux enseignants d'Éducation physique et sportive, aux entraîneurs et aux centres de formations des élèves à besoins spécifiques en espérant contribuer à la réflexion et à la conception des contenus de l'EPS et à la programmation des APS, en ciblant les choix des situations motrices selon les domaines d'action motrice.

Parallèlement au champ éducatif, nous envisageons d'utiliser le système B-percept[®] — si des collaborations nous sont proposées — dans des domaines spécifiques de la réhabilitation biomédicale et sportive, dans l'évaluation de la décision motrice des militaires et des pilotes évoluant dans des situations extrêmes. Nous nous intéressons, également, au champ des conditions de travail (conducteurs d'engins lourds, de transport public, etc.) nécessitant des mesures ou des entraînements au transfert d'habiletés spécifiques. Il serait important, pour nous, d'élargir la base de données du protocole afin de faire valoir et optimiser l'équation du modèle B-percept[®].

La mise en pratique du système B-percept[®] représente le couronnement d'un long chemin de développement qui nous a permis de recueillir des résultats pertinents. La standardisation du modèle a été possible grâce à la stabilité de l'environnement, ce qui lui a permis, dans sa version simple, de reproduire une situation de basse sémiotricité. Toutefois, nous ne prétendons pas viser la substitution du sel des affrontements interindividuels, même si les sensations pourraient, un jour, devenir proches du réel, étant donné que rien ne pourra remplacer l'authenticité du décodage du milieu naturel et social. Nonobstant, il serait intéressant de reprendre ce même protocole auprès d'une population de sportifs dans des domaines d'action motrice où l'effet de l'incertitude serait mis en valeur dans la prise de décision. Une comparaison des résultats serait, alors, bienvenue, voire essentielle.

Bibliographie

- A -

- Abric, J.-C. (1999). *Psychologie de la communication : théories et méthodes* : A. Colin.
- Abric, J.-C. (2001). L'approche structurale des représentations sociales : développements récents. *Psychologie et société*, 4 (2), 81-104.
- Adams, J. A., & Hufford, L. E. (1962). Contributions of a part-task trainer to the learning and relearning of a time-shared flight maneuver. *Human Factors*, 4 (3), 159–170.
- Aigner, R. (2008). *SAW and BAW technologies for RF filter applications: A review of the relative strengths and weaknesses*. Paper presented at the Ultrasonics Symposium, 2008. IUS 2008. IEEE.
- Albright, T. D., Desimone, R., & Gross, C. G. (1984). Columnar organization of directionally selective cells in visual area MT of the macaque. *Journal of neurophysiology*, 51 (1), 16-31
- Alexandrov, Y. I., Klucharev, V., & Sams, M. (2007). Effect of emotional context in auditory-cortex processing. *International Journal of Psychophysiology*, 65, 261–271.
- Alfares, H. K., & Duffuaa, S. O. (2016). Simulation-Based Evaluation of Criteria Rank-Weighting Methods in Multi-Criteria Decision-Making. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 15 (01), 43–61. doi: 10.142/s0219622015500315
- Allain, P. (2013). La prise de décision : aspects théoriques, neuro-anatomie et évaluation. *Revue de neuropsychologie*, 5 (2), 69-81.
- Allaire, G. (2005). *Analyse numérique et optimisation : une introduction à la modélisation mathématique et à la simulation numérique* : Editions Ecole Polytechnique.
- Alquié, F. (1939). *Leçons de philosophie*.
- Amade-Escot, C. (1996). L'observation des activités didactiques en éducation physique et sportive : aspects méthodologiques. *Revue Impulsion*, 2, 75-98..
- Amoros, F. (1830). *Manuel de l'éducation physique, gymnastique et morale* : Roret.
- Ananda, J., & Herath, G. (2009). A critical review of multi-criteria decision making methods with special reference to forest management and planning. *Ecological economics*, 68 (10), 2535–2548.
- Aoyama, A., Haruyama, T., & Kuriki, S. (2013). Early auditory change detection implicitly facilitated by ignored concurrent visual change during a Braille reading task. *J Integr Neurosci*, 12 (3), 385–399. doi: 10.142/S0219635213500234
- Argentin, G. (1989). *Quand faire c'est dire* (Vol. 181) : Editions Mardaga.
- Armstrong, T., & Olatunji, B. O. (2012). Eye tracking of attention in the affective disorders: A meta-analytic review and synthesis. *Clinical psychology review*, 32 (8), 704–723.
- Arnin, J., Anopas, D., Horapong, M., Triponyuwasi, P., Yamsa-ard, T., Iampetch, S., & Wongsawat, Y. (2013). Wireless-based portable EEG-EOG monitoring for real time drowsiness detection. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc, 2013*, 4977–4980. doi: 10.1109/embs.2013.6610665

Arripe-Longueville, F., Fournier, J. F., & Dubois, A. (1998). The perceived effectiveness of interactions between expert French judo coaches and elite female athletes. *Sport psychologist, 12*, 317–332.

Arsac, G. (1989). Les recherches actuelles sur l'apprentissage de la démonstration et les phénomènes de validation en France. *Publications mathématiques et informatique de Rennes(S6)*, 27-30.

- B -

Bachelard, G. (1938). La formation de l'esprit scientifique. *Paris, Vrin*.

Bailenson, J. N., & Yee, N. (2005). Digital chameleons: Automatic assimilation of nonverbal gestures in immersive virtual environments. *Psychological science, 16* (10), 814–819.

Baker, D. A., Schweitzer, N. J., Risko, E. F., & Ware, J. M. (2013). Visual attention and the neuroimage bias. *PLoS One, 8* (9), e74449. doi: 10.1371/journal.pone.0074449

Bakibillah, A., Rahman, N., & Zaman, M. A. U. (2014). Microcontroller based Closed Loop Speed Control of DC Motor using PWM Technique. *International Journal of Computer Applications, 108* (14).

Balakrishnan, G., Uppinakudru, G., Girwar Singh, G., Bangera, S., Dutt Raghavendra, A., & Thangavel, D. (2014a). A comparative study on visual choice reaction time for different colors in females. *Neurol Res Int, 2014*, 301,473. doi: 10.155/2014/301473

Baldwin, T. T., & Ford, J. K. (1988). Transfer of training: A review and directions for future research. *Personnel psychology, 41* (1), 63–105.

Balsalobre-Fernández, C., Tejero-González, C. M., del Campo-Vecino, J., & Bavaresco, N. (2014). The concurrent validity and reliability of a low-cost, high-speed camera-based method for measuring the flight time of vertical jumps. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 28* (2), 528–533.

Bandura, A. (1977). Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological review, 84* (2), 191.

Bandura, A. (1982). The assessment and predictive generality of self-percepts of efficacy. *J Behav Ther Exp Psychiatry, 13* (3), 195–199.

Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*: Prentice-Hall, Inc.

Bandura, A. (2003). *Auto-efficacité : le sentiment d'efficacité personnelle* : De Boeck.

Bandura, A. (2006). Guide for constructing self-efficacy scales. *Self-efficacy beliefs of adolescents, 5* (307–337).

Bandura, A., & Locke, E. A. (2003). Negative self-efficacy and goal effects revisited. *J Appl Psychol, 88* (1), 87–99.

Bandura, A., & Wessels, S. (1997). *Self-efficacy*: W.H. Freeman & Company.

Bandura, A., & Wood, R. (1989). Effect of perceived controllability and performance standards on self-regulation of complex decision making. *J Pers Soc Psychol, 56* (5), 805–814.

Bandura, A., Caprara, G. V., Barbaranelli, C., Gerbino, M., & Pastorelli, C. (2003). Role of affective self-regulatory efficacy in diverse spheres of psychosocial functioning. *Child Dev, 74* (3), 769–782.

- Banerjee, G., & Singhal, R. (2010). *Microcontroller based polyhouse automation controller*. Paper presented at the Electronic System Design (ISED), 2010 International Symposium on.
- Barbut, M. (1967). Jeux et mathématiques. Jeux qui ne sont pas de pur hasard. *Jeux et sports*, 836-864.
- Barrier, G. (2011). *La communication non verbale : comprendre les gestes : perception et signification* (esf-editeur ed. Vol. 117) : guy barrier.
- Bartlett, F. (1948). The measurement of human skill. *Occupational psychology*.
- Bashinski, H. S., & Bacharach, V. R. (1980). Enhancement of perceptual sensitivity as the result of selectively attending to spatial locations. *Perception & Psychophysics*, 28 (3), 241–248.
- Bates, M. P. (2013). *Interfacing PIC microcontrollers: Embedded design by interactive simulation*: Newnes.
- Bateson, G., Drosso, F., Lot, L., Simion, E., & Cler, C. (1977). *Vers une écologie de l'esprit* (Vol. 1) : Seuil Paris.
- Bavelas, A. (1951). *Réseaux de communications au sein de groupes placés dans des conditions expérimentales de travail*.
- Beauchamp, M. R., Bray, S. R., & Albinson, J. G. (2002). Pre-competition imagery, self-efficacy and performance in collegiate golfers. *J Sports Sci*, 20 (9), 697-705. doi : 10.1080/026404102320219400
- Bégin, C. (1992). Le rôle de l'attention et de la concentration dans les études. *Pédagogie collégiale*, 5 (3), 16-17.
- Behroozmand, R., Liu, H., & Larson, C. R. (2011). Time-dependent neural processing of auditory feedback during voice pitch error detection. *J Cogn Neurosci*, 23 (5), 1205–1217. doi: 10.1162/jocn.2010.21447
- Beise, D., & Peaseley, V. (1937). The relation of reaction time, speed, and agility of big muscle groups to certain sport skills. *Research Quarterly. American Physical Education Association*, 8 (1), 133–142.
- Becker, S. I. (2011). Determinants of Dwell Time in Visual Search Similarity or Perceptual. *PLoS One*, 6 (3) : e17740. doi:10.1371/
- Bell, A. G. (1880). ART. XXXIV. – On the Production and Reproduction of Sound by Light. *American Journal of Science (1880–1910)*, 20 (118), 305.
- Bell, A. M., Hankison, S. J., & Laskowski, K. L. (2009). The repeatability of behaviour: a meta-analysis. *Animal Behaviour*, 77 (4), 771–783.
- Bell, D. E., Raiffa, H., & Tversky, A. (1988). Descriptive, normative, and prescriptive interactions in decision making. *Decision making: Descriptive, normative, and prescriptive interactions*, 1, 9–32.
- Ben Ali, B., Echaieb, N., & Ladhari, S. (2015). B-percept[®] : Dispositif pour mesurer le temps de réaction et la prise de décision simple et complexe aux stimuli visuels. [Brevet d'invention n°24747]. INNORPI : Institut National de la Normalisation et de la Propriété Industrielle, Brevet d'invention n° 24747 (TN2015/0488)
- Ben Ali, B., Dugas, É., Naceur, A., & Romdhani, I. (2017). A New Zigbee-based Device for Measuring Visual Reaction Time in Sport Activities. *IEEE* (proceedings ICEMIS). doi: DOI: 0.1109/ICEMIS.2017.8273005
- Ben Ali, B., Naceur, A., Amara, S., Romdhani, I., & Dugas, É. (2017).

- Modelling and Assessing the Visual Search Behaviour of Players Using a Human-Computer Interaction Based system. [Original paper]. *International Scientific Journal of Kinesiology* 10 (2).
- Ben Ali, B., Oueslati, O., & Dugas, É. (2018). *A Smart Wireless System for Modeling Visual Searching Behavior and Assessing Reaction Time in Sports and Rehabilitation Activities*. Paper presented at the IEEE 2018 International Conference on Biomedical Engineering and Applications (ICBEA), Funchal-Portugal.
- Benhammoud, M. (2010). Une classification des jeux dans une perspective d'apprentissage de FLE. *Synergies, no9, Algérie*.
- Bennet, A., & Bennet, D. (2008). The decision-making process in a complex situation *Handbook on Decision Support Systems 1* (pp. 3–20): Springer.
- Bergson, H. (1908). *L'évolution créatrice* : F. Alcan.
- Bergson, H. (1932). *Les deux sources de la religion et de la morale* : Paris, PUF.
- Berkeley, G. (1709). *An Essay Towards a New Theory of Vision*. By George Berkeley.
- Bernoulli, J. (1713). *Ars conjectandi: Impensis Thurnisiorum, fratrum*.
- Berthoz, A. (2003). *Décision (La)* : Odile Jacob.
- Berthoz, A. (2009). *Simplexité (La)* : Odile Jacob.
- Berthoz, A., & Petit, J.-L. (2006). *Phénoménologie et physiologie de l'action* : Odile Jacob.
- Bertoni, M., Häusler, M.-J., Floris, R., & Weiss, L. (2006). *Catégorisation didactique de séquences vidéo pour l'analyse de pratiques d'enseignement des mathématiques*. Paper presented at the Actes du colloque emf2006.
- Bérubé, L. (1991). *Terminologie de neuropsychologie et de neurologie du comportement*. Institut Philippe Pinel de Montréal : Montréal : Éditions de la Chenelière.
- Besombes, N., Lech, A., & Collard, L. (2016). Corps et motricité dans la pratique du jeu vidéo. *Corps* (1), 49–57.
- Bettini, C., Wang, X. S., & Jajodia, S. (2005). *Protecting privacy against location-based personal identification*. Paper presented at the Workshop on Secure Data Management.
- Béziau, J.-Y. (2003). New light on the square of oppositions and its nameless corner. *Logical Investigations*, 10 (2003), 218–232.
- Bianchi-Berthouze, N. (2013). Understanding the role of body movement in player engagement. *Human – Computer Interaction*, 28 (1), 40–75.
- Bianchi-Berthouze, N., Kim, W. W., & Patel, D. (2007). *Does body movement engage you more in digital game play? And Why?* Paper presented at the International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction.
- Biddle, S. (1993). Psychological benefits of exercise and physical activity. *Revista de psicología del deporte*, 2(2).
- Bilodeau, E. A. (1952). *Some effects of various degrees of supplemental information given at two levels of practice upon the acquisition of a complex motor skill*: Human Resources Research Center, Air Training Command.

- Binet, A. (1903). *L'étude expérimentale de l'intelligence* : A. Costes.
- BIPM, I., IFCC, I., IUPAC, I., & ISO, O. (2008). Evaluation of measurement data – guide for the expression of uncertainty in measurement. JCGM 100: 2008. *Citado en las*, 167.
- Blake, R., & Wilson, H. (2011). Binocular vision. *Vision Res*, 51 (7), 754-770. doi : 10.1016/j.visres.2010.10.009
- Blanchet, A. (1989). Les relances de l'interviewer dans l'entretien de recherche : Leurs effets sur la modalisation et la déictisation du discours de l'interviewé. *L'année psychologique*, 89 (3), 367-391.
- Blanchet, A., & Gotman, A. (2005). *L'enquête et ses méthodes : l'entretien* : Armand Colin.
- Bland, J. M., & Altman, D. (1986). Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *The lancet*, 327 (8476), 307–310.
- Bland, J. M., & Altman, D. G. (1995). Multiple significance tests: the Bonferroni method. *Bmj*, 310 (6973), 170.
- Blas, X. d., Padullés, J. M., López del Amo, J. L., & Guerra-Balic, M. (2012). Creation and Validation of Chronojump-Boscosystem: A Free Tool to Measure Vertical Jumps.
- Blauert, J. (1969). Sound localization in the median plane. *Acta Acustica united with Acustica*, 22 (4), 205–213.
- Blauert, J. (1983). Spatial hearing: MIT Press, Cambridge, Ma.
- Blauert, J., & Xiang, N. (2009). *Acoustics for engineers: Troy lectures*: Springer Science & Business Media.
- Blissing, B., Bruzelius, F., & Eriksson, O. (2016). Effects of Visual Latency on Vehicle Driving Behavior. *ACM Transactions on Applied Perception*, 14(1), 1-12. doi: 10.1145/2971320
- Boden, M. A. (1996). Artificial Intelligence – Handbook Of Perception And Cognition. [Book]. *Hand Book Of Perception And Cognition*.
- Bois, D. (2002). Intérêt de la perception kinesthésique dans le cadre de la rééducation. *Profession Kiné Plus*, 10-15.
- Bompas, A., Hedge, C., & Sumner, P. (2017). Speeded saccadic and manual visuo-motor decisions: Distinct processes but same principles. *Cogn Psychol*, 94, 26–52. doi: 10.1016/j.cogpsych.2017.02.002
- Boole, G. (1847). *The mathematical analysis of logic*: Philosophical Library.
- Booth, J. R., Burman, D. D., Meyer, J. R., Lei, Z., Trommer, B. L., Davenport, N. D., ... Mesulam, M. M. (2003). Neural development of selective attention and response inhibition. *Neuroimage*, 20 (2), 737-751. doi : 10.1016/S1053-8119 (03) 00404-X
- Bordes, P., Collard, L., & Dugas, É. (2007). *Vers une science des activités physiques et sportives : la science de l'action motrice* : Vuibert.
- Bossard, C., & Kermarrec, G. (2010). La prise de décision des joueurs de sports collectifs. *Science & Motricité* (73), 3-22. doi : 10.1051/sm/2010002
- Bouchard, R. (1998). L'interaction en classe comme polylogue praxéologique. *Mélanges en hommage à Michel Dabène*, 193-210.
- Bouffard-Bouchard, T., Parent, S., & Larivée, S. (1990). Capacité cognitive, sentiment d'auto-efficacité et autorégulation. *European Journal of Psychology of Education*, 5 (3), 355.

- Bourdieu, P. (1985). Effet de champ et effet de corps. *Actes de la recherche en sciences sociales*, 59 (1), 73-73.
- Bowyer, S. M., Hsieh, L., Moran, J. E., Young, R. A., Manoharan, A., Liao, C. C. Tepley, N. (2009). Conversation effects on neural mechanisms underlying reaction time to visual events while viewing a driving scene using MEG. *Brain Res*, 1251, 151–161. doi: 10.1016/j.brainres.2008.10.001
- Brace, D. K. (1927). *Measuring motor ability: A scale of motor ability tests*: AS Barnes.
- Bracke, D. (1998). Vers un modèle théorique du transfert : les contraintes à respecter. *Revue des sciences de l'éducation*, 24 (2), 235-266.
- Brisswalter, J., Arcelin, R., Audiffren, M., & Delignieres, D. (1997). Influence of physical exercise on simple reaction time: effect of physical fitness. *Perceptual and motor skills*, 85 (3), 1019–1027.
- Broad, M. L., & Newstrom, J. W. (1992). *Transfer of Training: Action-Packed Strategies To Ensure High Payoff from Training Investments*: ERIC.
- Broadbent, D. (1977). Colour, localisation and perceptual selection *Psychologie Expérimentale et Comparée* (Vol. Psychologie aujourd'hui, pp. 95-98) : Puf.
- Brohm, J.-M. (2006). *La tyrannie sportive : théorie critique d'un opium du peuple* : Editions Beauchesne.
- Brooks, J., Seanner, J., Hennessy, S., Manganelli, J., Crisler, M., Rosopa, P., Tanner, S. (2017). Interactive Tools for Measuring Visual Scanning Performance and Reaction Time. *Am J Occup Ther*, 71 (2), p1-p6. doi: 105,014/ajot.2017.020461
- Broughton, R. (1982). Performance and evoked potential measures of various states of daytime sleepiness. *Sleep*, 5 (suppl_2), S135-S146.
- Brousseau, G. (1978). L'observation des activités didactiques. *Revue française de pédagogie*, 130-139.
- Brunel, G. (1979). Le corps humain comme outil de communication : perspectives méthodologiques actuelles. *Anthropologie et Sociétés*, 3 (2), 1-20.
- Brunschwig, J. (1969). La proposition particulière et les preuves de non-concluance chez Aristote. *Cahiers pour l'analyse*, 10, 22.
- Buekers, M. J. (1994). *L'apprentissage des techniques sportives : actes des Entretiens de l'INSEP, 4 juin 1993* : Institut national du sport et de l'éducation physique.
- Buekers, M. J., Magill, R. A., & Sneyers, K. M.. (1994). Resolving a conflict between sensory feedback.
- Buxton, C. E., & Grant, D. (1939). Retroaction and gains in motor learning: II. Sex differences, and a further analysis of gains. *Journal of Experimental Psychology*, 25 (2), 198.

- C -

- Cadoz, C. (1994). Le geste canal de communication homme/machine : la communication « instrumentale ». *Technique et science informatiques*, 13 (1), 31-61.
- Cai, W., He, H., Zhu, S., & Wang, N. (2014). Biological effect of audible sound control on mung bean (*Vigna radiata*) sprout. *BioMed research international*, 2014.
- Caillois, R. (1955). The structure and classification of games. *Diogenes*, 3 (12), 62–75.

- Campan, R. (2017). Lorenz Konrad (1903–1989). *Encyclopedia Universalis france*.
- Caramiaux, B., Bevilacqua, F., Bianco, T., Schnell, N., Houix, O., & Susini, P. (2014). The role of sound source perception in gestural sound description. *ACM Transactions on Applied Perception (TAP)*, (1), 1.
- Carnus, M. F. (2003). Analyse didactique du processus décisionnel de l'enseignant d'EPS en gymnastique : une étude de cas croisés. *Didactique de l'éducation physique, état des recherches*, 193-224.
- Carnus, M. F. (2009). Analyse didactique clinique de l'activité décisionnelle de deux enseignantes en éducation physique et sportive (EPS).
- Carrasco, M. (2011). Visual attention: The past 25 years. *Vision Research*, 51 (13), 1484–1525. doi: 10.1016/j.visres.2011.04.012
- Carton, F. (2009). *L'autonomie, un objectif de formation*. Paper presented at the Le Français dans le monde. Recherches et applications.
- Castanier, C., & Le Scanff, C. (2009). Influence de la personnalité et des dispositions émotionnelles sur les conduites sportives à risques : une revue de littérature. *Movement & Sport Sciences* (2), 39–78.
- Castellano, G., Villalba, S. D., & Camurri, A. (2007). *Recognising human emotions from body movement and gesture dynamics*. Paper presented at the International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction.
- Cattell, J. M., & Farrand, L. (1896). Physical and mental measurements of the students of Columbia University. *Psychological Review*, 3 (6), 618.
- Ceux, T., Wagemans, J., Rosas, P., Montagne, G., & Buekers, M. (2005). The influence of motion coherence manipulations on the synchronization level of a perception–action task. *Behavioural Brain Research*, 162 (1), 83–89. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bbr.2005.03.011>
- Chakraborty, B., Holte, M. B., Moeslund, T. B., & González, J. (2012). Selective spatio-temporal interest points. *Computer Vision and Image Understanding*, 116 (3), 396–410.
- Chatti, S. (2013). Le carré et ses extensions : approches théoriques, pratiques. [Colloque international]. *Université de Tunis, Faculté des Sciences Humaines et Sociales de Tunis, Colloque international 29 et 30 Novembre 2013*.
- Chen, Y., Geisler, W. S., & Seidemann, E. (2008). Optimal temporal decoding of neural population responses in a reaction-time visual detection task. *J Neurophysiol*, 99 (3), 1366-1379. doi : 10.1152/jn.00698.2007
- Chevallard, Y. (1994). L'observation didactique : remarques liminaires : Skholê.
- Chung, P., & Ng, G. (2012). Taekwondo training improves the neuromotor excitability and reaction of large and small muscles. *Physical therapy in sport*, 13 (3), 163–169.
- Cibois, P. (1933). Principe de l'analyse factorielle. *Educational Psychology*, 24, 417–441,498.
- Claparède, E. (1908). *Classification et plan des méthodes psychologiques* : Kündig.
- Clarke, S. E., Longtin, A., & Maler, L. (2015). Contrast coding in the electrosensory system: parallels with visual computation. [Review Article].

- Nature Reviews Neuroscience*, 16, 733. doi : 10.1038/nrn4037
- Clément, E. (2009). La résolution de problème. *A la découverte de la flexibilité cognitive*.
- Collard, L. (1998). *Sports, enjeux et accidents* : Presses universitaires de France.
- Collard, L. (2004). *Sport & agressivité* : Éditions DésIris.
- Collard, L. (2009). *La cinquième nage : natation et théorie de l'évolution* : Atlantica.
- Collard, L., & Dugas, É. (2008). Comment des sportifs jouent une adaptation du dilemme des prisonniers? *Staps*(1), 39-48.
- Collie, A., Maruff, P., Makdissi, M., McCrory, P., McStephen, M., & Darby, D. (2003). CogSport: reliability and correlation with conventional cognitive tests used in postconcussion medical evaluations. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 13 (1), 28–32.
- Colvin, S. S. (1923). Transfer in Learning. *The Classical Journal*, 19 (3), 141–147.
- Cooley, C. H. (1902). Looking-glass self. *The production of reality: Essays and readings on social interaction*, 6.
- Coopersmith, S. (1967). *The antecedents of self-esteem* San Francisco Freeman, 1967.
- Corbetta, M., Miezin, F. M., Shulman, G. L., & Petersen, S. E. (1993). A PET study of visuospatial attention. *Journal of Neuroscience*, 13, 1202-1202.
- Corcuff, M.-P. (2007). *Penser l'espace et les formes : l'apport des opérations effectuées dans l'analyse (géographie) et la production (architecture) d'espace et de formes à la définition et à la conceptualisation des notions d'espace et de forme (géométrie)*. Université Rennes 2.
- Coulibaly, A., & Deman, C. (1978). Observation des situations didactiques. *Revue française de pédagogie*, 149-154.
- Cozens, F. W. (1928). The measurement of general athletic ability in college men. *American Physical Education Review*, 33 (10), 634–638.
- Cozens, F. W. (1940). Strength tests as measures of general athletic ability in college men. *Research Quarterly. American Association for Health, Physical Education and Recreation*, 11 (1), 45–52.
- Crabbé, M. (2001). The formal theory of syllogisms. *The Review of Modern Logic*, 9 (1–2), 29–52.
- Cramer, R. J., Neal, T. M., DeCoster, J., & Brodsky, S. L. (2010). Witness self-efficacy: development and validation of the construct. *Behav Sci Law*, 28 (6), 784–800. doi: 101,002/bsl.952
- Cristani, M., Raghavendra, R., Del Bue, A., & Murino, V. (2013). Human behavior analysis in video surveillance: A social signal processing perspective. *Neurocomputing*, 100, 86–97.
- Cristani, M., Raghavendra, R., Del Bue, A., & Murino, V.. (2013). Human behavior analysis in video survei.
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *psychometrika*, 16 (3), 297–334.
- Cronbach, L. J., & Meehl, P. E. (1955). Construct validity in psychological tests. *Psychological bulletin*, 52 (4), 281.
- Crottaz-Herbette, S. (2001). *Attention spatiale auditive et visuelle chez des patients hémimégligents et des sujets*

- normaux : étude clinique, comportementale et électrophysiologique. University of Geneva.
- Crouzet, S., & Thorpe, S. (2006). Variations de temps de traitement visuel et niveaux de catégorisation. [Master 2 Recherche de Sciences Cognitives ENS/EHESS/]. *Centre de Recherche Cerveau & Cognition Paris5/Paris6*.
- Crozier, M. (1984). La Rationalité du décideur du point de vue du sociologue. In B. R. éd. (Ed.), *La Décision : ses disciplines, ses acteurs* (pp.196). Colloque de Cerisy : Presse Universitaire de Lyon.
- D -**
- Damasio, A. R. (2006). *Erreur de Descartes (L')* : Odile Jacob.
- Dan, L., Erhu, H., Yanrong, Z., & Yu, Z. (2015). Teaching and Practice Innovation of Embedded System Design Course Based on Proteus and Keil-electronic Stopwatch as an Example. *International Journal of Smart Home*, 9 (4), 127–134.
- Darwin, C. (1862). *De l'origine des especes ou des lois du progres chez les etres organises par Ch. Darwin* : Guillaumin.
- Darwin, C. (1877). *L'expression des émotions chez l'homme et les animaux*.
- Dautenhahn, K. (1997). *The role of interactive conceptions of intelligence and life in cognitive technology*. Paper presented at the Cognitive Technology, 1997. Humanizing the Information Age. Proceedings., Second International Conference on.
- Davranche, K., & Audiffren, M. (2004). Facilitating effects of exercise on information processing. *Journal of Sports Sciences*, 22 (5), 419–428.
- De Blas, X., Padullés, J. M., López del Amo, J. L., & Guerra-Balic, M. (2012). Creation and Validation of Chronojump-Boscosystem: A Free Tool to Measure Vertical Jumps. (Creación y validación de Chronojump-Boscosystem: un instrumento libre para la medición de saltos verticales). *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 8(30), 334-356. doi: 10.5232/ricyde2012.03004
- De Ketele, J.-M., Gérard, F.-M., & Roegiers, X. (1997). L'évaluation et l'observation scolaire : deux démarches complémentaires. *Education ũ Revue de diffusion des savoirs en éducation* (12), p33-37.
- De Urtubey, L. (2006). Des origines du contre-transfert. *Revue française de psychanalyse*, 70 (2), 371-384.
- Dean, H. L., Martí, D., Tsui, E., Rinzel, J., & Pesaran, B. (2011). Reaction Time Correlations during Eye – Hand Coordination: Behavior and Modeling. *J Neurosci*, 31 (7), 2399-2412.
- Dedieu, P. (2011). *Dynamique de coordination chez l'homme : de la coordination intra-membre à la coordination inter-membres*. Université de Toulouse, Université Toulouse III-Paul Sabatier.
- Dehaene, S. (1989). Discriminability and dimensionality effects in visual search for featural conjunctions: A functional pop-out. *Perception & Psychophysics*, 46 (1), 72–80.
- Dehaene, S. (2007). *Neurones de la lecture (Les) : La nouvelle science de la lecture et de son apprentissage* : Odile Jacob.

- Dehaene, S. (2012). *Les neurones de la lecture* Paper presented at the Le Lien Montessori.
- Dehaene, S. (2013). Psychologie cognitive expérimentale. *L'annuaire du Collège de France. Cours et travaux* (112), 339-362.
- Dehaene-Lambertz, G. (2004). Bases cérébrales de l'acquisition du langage : apport de la neuro-imagerie. *Neuropsychiatrie de l'enfance et de l'adolescence*, 52 (7), 452-459.
- Del Missier, F., Mantyla, T., Hansson, P., Bruine de Bruin, W., Parker, A. M., & Nilsson, L. G. (2013). The multifold relationship between memory and decision making: an individual-differences study. *J Exp Psychol Learn Mem Cogn*, 39 (5), 1344–1364. doi: 101,037/a0032379
- Delignières, D. (2006). Le sens des apprentissages en EPS : éducation motrice ou éducation sportive. *Gérer motivation et apprentissage en EPS*, 67-72.
- Delignières, D., & Garsault, C. (1993). Objectifs et contenus de l'EPS : Transversalité, utilité sociale et compétence. *Revue EPS*, 242, 9-13.
- Delignières, D., Brisswalter, J., & Legros, P. (1994). Influence of physical exercise on choice reaction time in sports experts: the mediating role of resource allocation. *Journal of Human Movement Studies*, 27 (4), 173–188.
- Delignières, D., Legros, P., & Famose, J. (1991). Perception de l'effort et difficulté de la tâche. *Science et motricité*, 13, 14-18.
- Delignières, D., Ninot, G., Gernigon, C., Fortes, M., Stephan, Y., & Maïano, C. (2003). La Composante Negligee De L'estime De Soi : Sa Dynamique. *Xème Congrès International de l'ACAPS, Toulouse, 29 octobre-1 novembre 2003*.
- Denault, V., Larivée, S., Plouffe, D., & Plusquellec, P. (2015). La synergologie, une lecture pseudoscientifique du langage corporel. *Revue de psychoéducation*, 44 (2), 425-455.
- Descartes, R. (1844). *Œuvres de descartes : Charpentier*.
- Deutsch, M., & Moore, D. J. (2007). Sports Training And Testing Methods, Appartaus And System: Google Patents.
- DeVito, J. A., & Tremblay, R. (1993). *Les fondements de la communication humaine : G. Morin*.
- Doherty, J. R., Rao, A., Mesulam, M. M., & Nobre, A. C. (2005). Synergistic effect of combined temporal and spatial expectations on visual attention. *Journal of Neuroscience*, 25 (36), 8259–8266.
- Doolittle, P. E. (1997). Vygotsky's zone of proximal development as a theoretical foundation for cooperative learning. *Journal on Excellence in College Teaching*, 8 (1), 83–103.
- Drugowitsch, J., DeAngelis, G. C., Klier, E. M., Angelaki, D. E., & Pouget, A. (2014). Optimal multisensory decision-making in a reaction-time task. *Elife*, 3. doi: 107,554/eLife.03005
- Drugowitsch, J., Moreno-Bote, R., Churchland, A. K., Shadlen, M. N., & Pouget, A. (2012). The cost of accumulating evidence in perceptual decision making. *J Neurosci*, 32 (11), 3612–3628. doi: 101,523/JNEUROSCI.4010-11.2012
- Ducharme, D. A., & Arcand, I. (2009). Using Noldus Observer XT for

- research on deaf signers learning to read: An innovative methodology. *Behavior research methods*, 41 (3), 833–840.
- Dugas, É. (1999). *Transfert d'apprentissage dans des situations psychomotrice et sociomotrice en fonction de plusieurs modalités pédagogiques. Etude expérimentale en situation de terrain sur des classes mixtes de cours moyen à l'école élémentaire*. Paris 5.
- Dugas, É. (2002). Éducation physique et éducation informelle à l'école. *Education et sociétés* (2), 21-34.
- Dugas, É. (2004). Des pratiques sociales aux pratiques scolaires en EPS : des logiques de scolarisation plurielles. *Revue française de pédagogie*, 5-17.
- Dugas, É. (2010). Tactiques corporelles et stratégies motrices au cours de duels sportifs. *Staps*, 90 (4), 25-35. doi : 10.3917/sta.090.0025
- Dugas, É. (2011 a). Domaines d'action et agressivité motrice en éducation physique scolaire. *International Journal of Violence and School*, 12, 2–25.
- Dugas, É. (2011 b). *L'homme systémique : pour comprendre les pratiquants de jeux sportifs* : Presses universitaires de Nancy.
- Dugas, É., & Bordes, P. (2008). *Revue EP.S*, 330 (Editions EPS), 62-66.
- Dugas, É., & During, B. (2007). une forme d'intelligence originale à l'école : l'intelligence motrice. *Revue Hyper-EPS*, 240, 26-32.
- Duque, M. J., Turla, C., & Evangelista, L. (2013). Effects of Emotional State on Decision Making Time. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 97, 137–146. doi:<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.10.214>
- During, B. (1981). *La crise des pédagogies corporelles* : Éd. du Scarabée, Centres d'Entraînement aux Méthodes d'Éducation Active.
- During, B. (2008). Le sport, l'action et ses raisons. In AFRAPS (Ed.), *Jeu, Sports & Education physique : les différentes formes sociales de pratiques physiques* (Vol. 126, pp. 9-17). Paris : Groupe Horizon.

- E -

- Eckner, J. T., Kutcher, J. S., & Richardson, J. K. (2010). Pilot Evaluation of a Novel Clinical Test of Reaction Time in National Collegiate Athletic Association Division I Football Players. *Journal of Athletic Training*, 45(4),327–332. doi:10.4085/1062-6050-45.4.327
- Eckner, J. T., Kutcher, J. S., Broglio, S. P., & Richardson, J. K. (2014). Effect of sport-related concussion on clinically measured simple reaction time. *Br J Sports Med*, 48 (2), 112–118. doi: 10.1136/bjsports-2012-091579
- Eckner, J. T., Kutcher, J. S., Broglio, S. P., & Richardson, J. K. (2013). Effect of sport-related concussion on clinically measured simple reaction time. *Br J Sports Med*, bjsports-2012-091579.
- Edelmann, R. J., & Hampson, S. E. (1979). Changes in non-verbal behaviour during embarrassment. *British Journal of Social and Clinical Psychology*, 18 (4), 385–390.
- Edwards, W. (1954). The theory of decision making. *Psychological bulletin*, 51 (4), 380.
- Ekman, P. (1982). 2. Methods for measuring facial action.
- Ekman, P., & Friesen, W. V. (1969). The repertoire of nonverbal behavior: Categories, origins, usage, and coding. *Semiotica*, 1 (1), 49–98.
- Ekman, P., & Friesen, W. V. (1971). Constants across cultures in the face

- and emotion. *Journal of personality and social psychology*, 17 (2), 124.
- Ekman, P., & Friesen, W. V. (1974). Detecting deception from the body or face. *Journal of Personality and Social Psychology*, 29 (3), 288.
- Ellis, J. L. (2013). A standard for test reliability in group research. *Behavior research methods*, 45 (1), 16–24.
- Erickson, K., & Côté, J. (2016). A season-long examination of the intervention tone of coach–athlete interactions and athlete development in youth sport. *Psychology of Sport and Exercise*, 22, 264–272.
- Estevan, I., Álvarez, O., Falcó, C., & Castillo, I. (2014). Self-efficacy and performance of the roundhouse kick in taekwondo. *Revista de artes marciales asiaticas*, 9(2), 97-105.
- F -**
- Fahmy, T., & Aubry, A. (1998). XLstat. *Société Addinsoft SARL*, 40.
- Faludi, R. (2010). *Building wireless sensor networks: with ZigBee, XBee, arduino, and processing*. ‘O’Reilly Media, Inc.’.
- Famose, J.-P. (1971). Étude sur le problème du transfert en éducation physique. *Revue EPS*, 107, 13-20.
- Ferens, K. (2012). Teaching Embedded System Design. *Proceedings of the Canadian Engineering Education Association*.
- Ferslew, K. E., Manno, J. E., Manno, B. R., Vekovius, W. A., Hubbard, J. M., & Bairnsfather, L. E. (1982). Pursuit Meter II, a computer-based device for testing pursuit-tracking performance. *Perceptual and motor skills*, 54 (3), 779–784.
- Festinger, L. (1971). Théorie des processus de comparaison sociale. *Psychologie sociale théorique et expérimentale*, 77-104.
- Festinger, L., & Schachter, S. (1974). *La Dissonance cognitive* : A. Colin, Paris.
- Feyereisen, P., Van de Wiele, M., & Dubois, F. (1988). The meaning of gestures: What can be understood without speech. *European Bulletin of Cognitive Psychology*, 8 (3–25), 27.
- Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics*: Sage.
- FIFA.(2007). Big Count: Comparaison 2006-2000. *FIFA communications Division, Information service*, 12.
- Fleishman, E. A. (1953). Testing for psychomotor abilities by means of apparatus tests. *Psychological Bulletin*, 50 (4), 241.
- Förster, J., Higgins, E. T., & Bianco, A. T. (2003). Speed/accuracy decisions in task performance: Built-in trade-off or separate strategic concerns? *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 90 (1), 148–164.
- Fortes-Bourbousson, M. (2003). *La dynamique de l’estime de soi et du soi physique : Un regard nouveau sur la variabilité et le fonctionnement des modèles hiérarchiques*. Université Montpellier I.
- Fortin, T. J., Laesecke, A., Freund, M., & Outcalt, S. (2013). Advanced calibration, adjustment, and operation of a density and sound speed analyzer. *The Journal of Chemical Thermodynamics*, 57, 276–285.
- Fortin-Guichard, D. (2016). Prédiction sportives chez des athlètes de basketball : Perception d’efficacité personnelle et illusion de contrôle.
- Fourchard, F., & Courtinat-Camps, A. (2013). L’estime de soi globale et

- physique à l'adolescence. *Neuropsychiatrie de l'Enfance et de l'Adolescence*, 61 (6), 333-339.
- Fox, K. R., & Corbin, C. B. (1989). The physical self-perception profile: Development and preliminary validation. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 11 (4), 408–430.
- Fréchet, M. (1948). Les éléments aléatoires de nature quelconque dans un espace distancié. *Ann. Inst. H. Poincaré*, 10 (3), 215-310.
- Frege, G. (1956). The thought: A logical inquiry. *Mind*, 65 (259), 289–311.
- Fritz, J. B., Elhilali, M., David, S. V., & Shamma, S. A. (2007). Auditory attention – focusing the searchlight on sound. *Current opinion in neurobiology*, 17 (4), 437–455.
- G -**
- Galton, F. (1869). *Hereditary genius: An inquiry into its laws and consequences* (Vol. 27): Macmillan.
- Gao, X. W., Podladchikova, L., Shaposhnikov, D., Hong, K., & Shevtsova, N. (2006). Recognition of traffic signs based on their colour and shape features extracted using human vision models. *Journal of Visual Communication and Image Representation*, 17 (4), 675–685.
- Gardies, J.-L. (1979). Essai sur la logique des modalités.
- Gardner, H. (2001). *Pédagogie et théorie des intelligences multiples de Howard Gardner*1. Paper presented at the Actes du 20e colloque de l'AQPC, Canada – Québec.
- Gaussot, L. (2002). Le jeu de l'enfant et la construction sociale de la réalité. *Spirale* (4), 39-51.
- Geeraerts, D. (1993). Des deux côtés de la sémantique structurale : sémantique historique et sémantique cognitive. *Histoire épistémologie langage*, 15 (1), 111-129.
- Genty, J., Deneuve, P., Famose, J.-P., & Pichard, J. (2002). Approche multidimensionnelle de la difficulté objective dans une tâche d'anticipation coïncidence. *European Journal of Human Movement* (8), 174.
- Georget, P. (2004). Gestualité et attribution de crédibilité. *Psychologie sociale et communication*. Paris : Dunod.
- Gerber, E. M., & Deouell, L. Y. (2018). Sustained High-and Low-Frequency Neural Responses to Visual Stimuli in Scalp EEG. *bioRxiv*, 290,593.
- Gerrard, P. B., Iverson, G. L., Atkins, J. E., Maxwell, B. A., Zafonte, R., Schatz, P., & Berkner, P. D. (2017). Factor Structure of ImPACT(R) in Adolescent Student Athletes. *Arch Clin Neuropsychol*, 32 (1), 117–122. doi: 101,093/arclin/acw097
- Gibson, J.-J. (1941). A critical review of the concept of set in contemporary experimental psychology. *Psychological bulletin*, 38 (9), 781.
- Gibson, J.-J. (1966). The senses considered as perceptual systems.
- Gierczuk, D., & Bujak, Z. (2014). Reliability and Accuracy of Batak Lite Tests Used for Assessing Coordination Motor Abilities in Wrestlers. *Polish Journal of Sport and Tourism*, 21 (2), 72–76.
- Gilbert, D., Astolfi Jean-Pierre. (1995). Vers une pédagogie constructiviste. *Repères, recherches en didactique du français langue maternelle*, 12 (1), 217-220.
- Gile, D. (1988). Le partage de l'attention et le « modele d'effort » en interpretation simultanee.

- Giustiniano, D., Tippenhauer, N. O., & Mangold, S. (2012). *Low-complexity visible light networking with led-to-led communication*. Paper presented at the Wireless Days (WD), 2012 IFIP.
- Glass, B. D., Maddox, W. T., & Love, B. C. (2013). Real-Time Strategy Game Training: Emergence of a Cognitive Flexibility Trait. *PLOS ONE*, 8 (8), e70350. doi: 10.1371/journal.pone.0070350
- Goffman, E. (1978). *The presentation of self in everyday life*: Harmondsworth.
- Goldin-Meadow, S., & Wagner, S. M. (2005). How our hands help us learn. *Trends in cognitive sciences*, 9 (5), 234–241.
- González, F., Santana, P. C., Calderón, P., Munguía, A., & Arroyo, M. (2010). Fallbox: a computer game with natural interaction through head tracking. *MexIHC 2010*.
- Goudas, M., & Biddle, S. (1994). Perceived motivational climate and intrinsic motivation in school physical education classes. *European journal of Psychology of Education*, 9 (3), 241.
- Goyé, A. (2002). La perception auditive. *Polycopié d'enseignement pour Télécom Paris*.
- Graham, R. M. (2006). Stopwatch Calibrations, Part III: The Time Base Method. *NCSLI Measure*, 1 (3), 74–75.
- Grange, J. (2011). De la nomenclature à la classification. *Dogma [édition électronique]*, <http://www.dogma.lu>.
- Granger, G.-G. (1995). La science et les sciences, coll.« Que sais-je ? »
- Granka, L. A., Joachims, T., & Gay, G. (2004). *Eye-tracking analysis of user behavior in WWW search*. Paper presented at the Proceedings of the 27th annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval.
- Grégoire, J. (2004). Chapitre 2. Les modèles de l'intelligence. *Pratiques psychologiques*, 37-85.
- Gremy, F., Salmon, D., & Joly, H. (1969). Quelques aspects de la théorie de la décision en médecine : application du théorème de Bayes. *Rev. Fr. Et. Clin et Biol*, 14, 88–95.
- Grolnick, W. S., & Ryan, R. M. (1987). Autonomy in children's learning: an experimental and individual difference investigation. *J Pers Soc Psychol*, 52 (5), 890–898.
- Guespereau, M. (2009). Afsset : Les systèmes d'identification par radiofréquences (RFID). *Rapport de l'agence Française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail*, 153.
- Guggenheim, M. (1966). L'Homme sous le regard d'autrui ou le monde de La Bruyère. *Publications of the Modern Language Association of America*, 535–539.
- Gulliksen, H., & Wolfle, D. L. (1938). A theory of learning and transfer: I. *Psychometrika*, 3 (3), 127-149.
- Guyénot, É. (1941). *Les Sciences de la vie aux XVII^e et XVIII^e siècles : L'Evolution de la pensée scientifique, l'idée d'évolution* : Albin Michel.

- H -

- Hacking, I., & Ducrest, B. (1989). *Concevoir et expérimenter : thèmes introductifs à la philosophie des sciences expérimentales* : C. Bourgois.
- Hadjadji Seddik-Ameur, N. (2003). Les tests de normalité de Lhoste.

- Mathématiques et sciences humaines. Mathematics and social sciences* (162).
- Hall, E. T. (1971). Environmental communication *Behavior and Environment* (pp. 247–256): Springer.
- Hall, E. T. (1971). La dimension cachée. Paris : éd. Du seuil.
- Hall, J. A., Coats, E. J., & LeBeau, L. S. (2005). Nonverbal behavior and the vertical dimension of social relations: a meta-analysis. *Psychological bulletin*, 131 (6), 898.
- Hämäläinen, T., Jyrki Joutsensalo, & Elijärvi, T. (2008). Communications and Networking. *ISAST Transactions on Communications and Networks*, Vol. 2 (No. 1).
- Harrar, V., Harris, L. R., & Spence, C. (2017). Multisensory integration is independent of perceived simultaneity. *Exp Brain Res*, 235 (3), 763–775. doi: 10.1007/s00221-016-4822-2
- Hass, L. (1991). The antinomy of perception Merleau-Ponty and causal representation theory Man and World. *Kluwer Academic Publishers, Man and World* (24), 13–25.
- Heatherton, T. F., Wyland, C. L., & Lopez, S. (2003). Assessing self-esteem. *Positive psychological assessment: A handbook of models and measures*, 219–233.
- Hebert, T., & Dugas, É. (2011). L'agressivité motrice en questions au sein du football. *Staps* (1), 47-62.
- Hennel-Brzozowska, A. (2008). La communication non-verbale et paraverbale-perspective d'un psychologue. *Synergies. Pologne. Traduire le paraverbal*, 21-30.
- Hetzler, R. K., Stickley, C. D., Lundquist, K. M., & Kimura, I. F. (2008). Reliability and accuracy of handheld stopwatches compared with electronic timing in measuring sprint performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22 (6), 1969–1976.
- Heuser, F., Carnus, M.-F., & Terrisse, A. (2014). La «rencontre avec soi-même» dans l'enseignement du karaté en EPS. *Revue Cliopsy clinique d'orientation psychanalytique dans le champ de l'éducation et de la formation* (12), 53-66.
- Higgins, E. T. (1987). Self-discrepancy: a theory relating self and affect. *Psychological review*, 94 (3), 319.
- Hirschman, A. O. (1967). *Development Projects Observed*: Brookings Institution Press.
- Hochberg, Y. (1988). A sharper Bonferroni procedure for multiple tests of significance. *Biometrika*, 75 (4), 800–802.
- Hochberg, Y. (1988). A sharper Bonferroni procedure for multiple tests of significance. *Biometrika*, 75 (4), 800–802.
- Hoffman, J. E., & Nelson, B. (1981). Spatial selectivity in visual search. *Perception & Psychophysics*, 30 (3), 283–290.
- Homann, J., Koay, S. A., Glidden, A. M., Tank, D. W., & Berry, M. J. (2017). Predictive Coding of Novel versus Familiar Stimuli in the Primary Visual Cortex. *bioRxiv*, 197,608.
- Hong, J.-H., & Cho, S.-B. (2004). *Evolution of emergent behaviors for shooting game characters in robocode*. Paper presented at the Evolutionary Computation, 2004. CEC2004. Congress on.
- Hopkins, W. G. (2000). Measures of reliability in sports medicine and

- science. *Sports medicine*, 30 (1), 1–15.
- Hopkins, W. G. (2004). How to interpret changes in an athletic performance test. *Sportscience*, 8 (1), 1–7.
- Horský, J., & Horská, J. (2013). Stopwatch and Timer Calibrations with internet reference signal. *Систему обробки інформації*(3), 112-115.
- Horsky, J., & Horska, J. (2014). Calibration and measurement capabilities. *Систему обробки інформації*(3), 37-40.
- Hsieh, Y.-H., & Yuan, S.-T. (2016). Can Customer Expectations be Measured in Real Time? *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 15(01), 119-149. doi: 10.1142/s0219622015500352
- Huang, C. N., & Chan, C. T. (2014). A ZigBee-based location-aware fall detection system for improving elderly telecare. *Int J Environ Res Public Health*, 11 (4), 4233–4248. doi: 103,390/ijerph110404233
- Hubel, D. H., & Wiesel, T. N. (1969). Visual area of the lateral suprasylvian gyrus (Clare–Bishop area) of the cat. *The Journal of Physiology*, 202 (1), 251–260.
- Hughes, A., Galbraith, D., & White, D. (2011). Perceived competence: a common core for self-efficacy and self-concept? *J Pers Assess*, 93 (3), 278–289. doi: 101,080/ 00223891. 2011.559390
- Hughes, G., Desantis, A., & Waszak, F. (2013). Mechanisms of intentional binding and sensory attenuation: the role of temporal prediction, temporal control, identity prediction, and motor prediction. *Psychol Bull*, 139 (1), 133–151. doi: 101,037/a0028566
- Huizinga, J. (1949). *HOMO LUDENS: A study of the play element in culture*. Routledge & Kegan Paul Ltd London, 226.
- Hull, C. L., Hovland, C. I., Ross, R. T., Hall, M., Perkins, D. T., & Fitch, F. B. (1940). Mathematico-deductive theory of rote learning: a study in scientific methodology.
- Hulsdunker, T., Struder, H. K., & Mierau, A. (2017). Visual Motion Processing Subserves Faster Visuomotor Reaction in Badminton Players. *Med Sci Sports Exerc*. doi: 101,249/mss.0000000000001198
- I -**
- IAAF. (2010). IAAF Calibration and Testing Manual edition *International association of athletics federations IAAF* (COMPETITIONS DEPARTMENT).
- Inhelder, B., Sinclair, H., & Bovet, M. (1974). Learning and the development of cognition. (Trans S. Wedgwood).
- Inhelder, B., Sinclair, H., & Bovet, M. (2014). *Learning and the Development of Cognition (Psychology Revivals)*: Psychology Press.
- Insabato, A., Dempere-Marco, L., Pannunzi, M., Deco, G., & Romo, R. (2014). The influence of spatiotemporal structure of noisy stimuli in decision making. *PLoS Comput Biol*, 10 (4), e1003492. doi: 101,371/journal.pcbi.1,003,492
- Isaac, H., Campoy, E., & Kalika, M. (2007). Surcharge informationnelle, urgence et TIC. L'effet temporel des technologies de l'information. *Management & Avenir*, 13 (3), 149-168.
- Islam, T., Rahman, H. A., & Syrus, M. A. (2015). *Fire detection system with indoor localization using ZigBee based wireless sensor network*. Paper

- presented at the Informatics, Electronics & Vision (ICIEV), 2015 International Conference on.
- Isoyama, N., Terada, T., Akita, J., & Tsukamoto, M. (2011). *A method to control LED blinking for position detection of devices on conductive clothes*. Paper presented at the Proceedings of the 9th International Conference on Advances in Mobile Computing and Multimedia.
- Itti, L., & Koch, C. (2001). Computational modelling of visual attention. [Review Article]. *Nature Reviews Neuroscience*, 2, 194. doi: 101,038/35058500
- J-**
- Jacobson, M. J., & Spiro, R. J. (1995). Hypertext learning environments, cognitive flexibility, and the transfer of complex knowledge: An empirical investigation. *Journal of educational computing research*, 12 (4), 301–333.
- Jalabert, J. (1946). La psychologie de Leibniz : ses caractères principaux. *Revue Philosophique de la France et de l'Étranger*, 136 (10/12), 453-472.
- James, W. (1890). *The Principles of Psychology*, Vol. 1. New York: Henry Holt and Company. *Google Scholar*.
- Janet, P. (1889). *L'automatisme psychologique : essai de psychologie expérimentale sur les formes inférieures de l'activité humaine* : Alcan.
- Jia, L., Ma, J. G., Yeo, K. S., Yu, X. P., Do, M. A., & Lim, W. M. (2006). A 1.8-V 2.4/5.15-GHz dual-band LCVCOS in 0.18- μm CMOS technology. *IEEE microwave and wireless components letters*, 16 (4), 194–196.
- Jimenez, M. (1997). *La psychologie de la perception* : Flammarion.
- Jimenez, M. (2015). *La psychologie de la perception* : FeniXX.
- Jodelet, D. (2003). *Les représentations sociales* : Presses universitaires de France.
- Jofré, L. N., Rodríguez, G. B., Alvarado, Y. M., Fernández, J. M., & Guerrero, R. A. (2016). *Non-verbal communication interface using a data glove*. Paper presented at the Ciencias de la Informática y Desarrollos de Investigación (CACIDI), IEEE Congreso Argentino de.
- John, O. P., & Benet-Martínez, V. (2000). Measurement: Reliability, construct validation, and scale construction. *Handbook of research methods in social and personality psychology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Johnson, J. A., & Zatorre, R. J. (2006). Neural substrates for dividing and focusing attention between simultaneous auditory and visual events. *Neuroimage*, 31 (4), 1673–1681.
- Johnson-Laird, P. N. (1995). Mental models, deductive reasoning, and the brain *The cognitive neurosciences* (Vol. 65, pp. 999-1008).
- Johnson-Laird, P. N., Legrenzi, P., & Legrenzi, M. S. (1972). Reasoning and a sense of reality. *British journal of Psychology*, 63 (3), 395–400.
- Jones, P. R., Garcia, S. E., & Nardini, M. (2015). Digital LED Pixels: Instructions for use and a characterization of their properties. *Behavior research methods*, 1–19.
- K-**

- Kalinowski, G. (1981). Carré sémiotique et carré logique. *Le Bulletin du Groupe de Recherches sémio-linguistiques*, 17, 5-9.
- Kalinowski, G. (1996). La logique déductive. Presses Universitaires de France (in French).
- Kan, A., Pope, G., Jin, C., & Van Schaik, A. (2004). *Mobile spatial audio communication system*.
- Kang, Z., & Morin, T. (2016). Multi-Attribute Decision Making in a Bidding Game with Imperfect Information and Uncertainty. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 15 (01), 63–81. doi: 101,142/s0219622015500340
- Kant, E. (1781). Critique de la raison pure, trad. A. Tremesaygues et B. Pacaud, Paris, puf, 4.
- Kant, J. D. (2012). Apports des mathématiques et de l'informatique pour la modélisation en sciences humaines et sociales. *Mathématiques et sciences humaines*, 197, 47-64.
- Kazanovich, Y., & Borisjuk, R. (2017). Reaction times in visual search can be explained by a simple model of neural synchronization. *Neural Netw*, 87, 1-7. doi: 101,016/j.neunet.2016.12.003
- Ketenci, U. G., Auberlet, J.-M., Brémond, R., & Grislin-Le Strugeon, E. (2010). *Impact of attentional factors in a multi-agent traffic simulation*. Paper presented at the Proc. of the 23rd Annual Conference on Computer Animation and Social Agents, CASA.
- Kinney, P. (2003). *Zigbee technology: Wireless control that simply works*. Paper presented at the Communications design conference.
- Kirsch, W., & Hoffmann, J. (2012). Stimulus-dependent modulation of perceptual and motor learning in a serial reaction time task. *Adv Cogn Psychol*, 8 (2), 155–164. doi: 102,478/v10053-008-0112-2
- Kneidinger, L. M., Maple, T. L., & Tross, S. A. (2001). Touching Behavior in Sport: Functional Components, Analysis of Sex Differences, and Ethological Considerations. [journal article]. *Journal of Nonverbal Behavior*, 25 (1), 43–62. doi: 101,023/a:1006785107778
- Kneusel, R. T., & Mozer, M. C. (2017). Improving Human-Machine Cooperative Visual Search With Soft Highlighting. *ACM Trans. Appl. Percept.*, 15 (1), 1–21. doi: 101,145/3129669
- Ko, S. C., Yan, A. Y., & Ma, H. C. (2014). Measuring the Flashing Time Interval of LED Lights in Toys. *NCSLI Measure*, 9 (4), 36–39.
- Koch, S. C., & Zumbach, J. (2002). The Use of Video Analysis Software in Behavior Observation Research: Interaction Patterns in Task-oriented Small Groups. [video analysis; pattern analyses; behavior observation; social interaction; communication; gender; groups; Problem-Based Learning; knowledge co-construction]. *2002*, 3 (2).
- Komi, P. V., Ishikawa, M., & Jukka, S. (2009). IAAF sprint start research project: Is the 100ms limit still valid. *New studies in athletics*, 24 (1), 37–47.
- Krauss, R. M., Chen, Y., & Chawla, P. (1996). Nonverbal behavior and nonverbal communication: What do conversational hand gestures tell us?

- Advances in experimental social psychology*, 28, 389–450.
- Kraut, R. E. (1978). Verbal and nonverbal cues in the perception of lying. *Journal of personality and social psychology*, 36 (4), 380.
- Kraut, R. E., & Johnston, R. E. (1979). Social and emotional messages of smiling: An ethological approach. *Journal of personality and social psychology*, 37 (9), 1539.
- Kuboki, R., Sugase-Miyamoto, Y., Matsumoto, N., Richmond, B. J., & Shidara, M. (2016). Information Accumulation over Time in Monkey Inferior Temporal Cortex Neurons Explains Pattern Recognition Reaction Time under Visual Noise. *Front Integr Neurosci*, 10, 43. doi: 10.3389/fnint.2016.00043
- Kumar, R., Korhuis, P. T., Saha, S., Chander, G., Sharp, V., Cohn, J., ... Beach, M. C. (2010). Decision-making role preferences among patients with HIV: associations with patient and provider characteristics and communication behaviors. *J Gen Intern Med*, 25 (6), 517–523. doi: 10.1007/s11606-010-1275-3
- L -**
- Lafaye de Micheaux, P., Drouilhet, R., & Liquet, B. (2011). *Le logiciel R* : Springer, Paris.
- Lalande, J.-N. (2015). *L'apprentissage de la langue écrite : du ba ba à la BD* : FeniXX.
- Landers, R. N. (2015). Computing intraclass correlations (ICC) as estimates of interrater reliability in SPSS. *The Winnower*, 2, e143518.
- Langan, J., & Seidler, R. D. (2011). Age differences in spatial working memory contributions to visuomotor adaptation and transfer. *Behav Brain Res*, 225 (1), 160–168. doi: 10.1016/j.bbr.2011.07.014
- Laurent, G. (2012). *Techniques audiovisuelles et multimédia-3e éd. : Vol. 1 : Captation, enregistrement et restitution du son et des images* : Dunod.
- Le Boulch, J. (1967). *L'éducation par le mouvement*.
- Le Moigne, J.-L. (1987). *Qu'est-ce qu'un modèle* : Université d'Aix-Marseille III, Faculté d'économie appliquée.
- Le Moigne, J.-L. (1990). *La modélisation des systèmes complexes*. Paris : Bordas, Dunot, 1990.
- Le Moigne, J.-L. (2009). *L'Intelligence de l'Action appelle l'exercice de la Pensée Complexe. Pragmatique et Epistémique sont inséparables*. Paper presented at the Conférence introductive, Synergies Monde.
- Leenaerts, D. (2006). La forme séquentielle en photographie : déploiement du temps et du récit. *Image [&] Narrative [e-journal]*, 15.
- Legay, J.-M. (1997). *L'expérience et le modèle* : Editions Quae.
- Lemaire, P., & Didierjean, A. (2018). *Introduction à la psychologie cognitive* : De Boeck Supérieur.
- Lemmink, K. A., Han, K., de Greef, M. H., Rispens, P., & Stevens, M. (2001). Reliability of the Groningen fitness test for the elderly. *Journal of Aging and Physical Activity*, 9 (2), 194–212.
- Level, M., Dugas, É., & Lesage, T. (2010). Jeux sportifs, codes et construction identitaire. *Ethnologies*, 32 (1), 113. doi : 10.7202/045215ar
- Lévy, P. (1924). Théorie des erreurs. La loi de Gauss et les lois exceptionnelles. *Bull. Soc. Math. France*, 52, 49–85.

- Lewis, D., McAllister, D. E., & Adams, J. A. (1951). Facilitation and interference in performance on the modified Mashburn apparatus: I. The effects of varying the amount of original learning. *Journal of experimental psychology*, 41 (4), 247.
- Léziart, Y. (1997). Savoir savant et transposition didactique en éducation physique et sportive. *STAPS. Sciences et techniques des activités physiques et sportives* (42), 59-72.
- Lian, K.-Y., Hsiao, S.-J., & Sung, W.-T. (2013). Intelligent multi-sensor control system based on innovative technology integration via ZigBee and Wi-Fi networks. *Journal of Network and Computer Applications*, 36 (2), 756–767. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jnca.2012.12.012>
- Linné, C. v. (1802). A general system of nature, through the three grand kingdoms of animals, vegetables, and minerals. Vol. 5: London, Lackington, Allen, and co.
- Lit, A., Young, R. H., & Shaffer, M. (1971). Simple time reaction as a function of luminance for various wavelengths. [journal article]. *Perception & Psychophysics*, 10 (6), 397-399. doi : 10.3758/bf03210320
- Litt, A., Eliasmith, Chris, Thagard, Paul. (2008). Neural affective decision theory: Choices, brains, and emotions. *Cognitive Systems Research*, 9 (4), 252–273. doi: 10.1016/j.cogsys.2007.11.001
- Lorenz, K. (1950). The comparative method in studying innate behaviour patterns. *Physiological mechanisms in animal behaviour* (17).
- Lorenz, K. (1965). Evolution and modification of behavior: University of Chicago Press Chicago.
- Lukasiewicz, J., Cassin, B., & Narcy, M. (1991). Sur le principe de contradiction chez Aristote. *Rue Descartes* (1/2), 9-32.
- Lukasiewicz, J., Cassin, B., & Narcy, M. (1991). Sur le principe de contradiction chez Aristote. *Rue Descartes* (1/2), 9-32.
- Lussault, M. (2016). *L'Homme spatial. La construction sociale de l'espace humain : La construction sociale de l'espace humain* : Le Seuil.
- LUX, S. d. é. e. d. f. (2015). GUIDE AFE 2015 Eclairage public. *Les Dossiers de l'AFE*.

- M -

- M. A. Lombardi, A. N. N. a. R. M. G. (2003). Calibration Techniques for Stopwatches and Timers. *National Conference of Standards Laboratories (NCSLI), National Conference of Standards Laboratories (NCSLI)*, 6 p.
- Madl, T., Baars, B. J., & Franklin, S. (2011). The timing of the cognitive cycle. *PLoS One*, 6 (4), e14803. doi: 10.1371/journal.pone.0014803
- Mahoney, M. J., & Avenier, M. (1977). Psychology of the elite athlete: An exploratory study. *Cognitive therapy and research*, 1 (2), 135–141.
- Malherbe, M. (1977). La théologie matérialiste d'Epicure. *Archives de philosophie*, 363-377.
- Mancas, M., Gosselin, B., & Macq, B. (2007). Perceptual Image Representation. *EURASIP Journal on Image and Video Processing*, 2007, 1–9. doi: 10.1155/2007/98,181
- Marcus, B. H. (1992). Self-Efficacy and the Stages of Exercise Behavior Change. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 63 (1), 60–66.

- Marsh, H. W., & Redmayne, R. S. (1994). A multidimensional physical self-concept and its relations to multiple components of physical fitness. *Journal of Sport and Exercise Psychology, 16* (1), 43–55.
- Masmoudi, S., & Naceur, A. (2010). Percept–Concept–Décision : les secrets d'un cheminement émotif et motivé *Du percept à la décision : intégration de la cognition, l'émotion et la motivation* (pp. 53-98) : De Boeck
- Mathieu, P., Picault, S., & Routier, J.-C. (2003). Simulation de comportements pour agents rationnels situés. *Actes des Secondes Journées Francophones MFI' 03*, 277-282.
- Mauss, M. (1936). Les techniques du corps. *Journal de psychologie, 32* (3-4), 271-293.
- McDonnell, R., Jörg, S., McHugh, J., Newell, F. N., & O'Sullivan, C. (2009). Investigating the role of body shape on the perception of emotion. *ACM Transactions on Applied Perception (TAP), 6* (3), 14.
- McGovern, D. P., Webb, B. S., & Peirce, J. W. (2012). Transfer of perceptual learning between different visual tasks. *J Vis, 12* (11), 4. doi: 10.1167/12.11.4
- Mead, G. H. (1934). *Mind, self and society* (Vol. 111): Chicago University of Chicago Press.
- Mead, G. H. (1936). The problem of society: How we become selves. *Movements of thought in the nineteenth century*, 360–385.
- Mead, G. H. (1963). L'esprit, le soi et la société. *Revue Française de Sociologie, 4* (2), 224.
- Medina, J. A., Netto, T. L., Muszkat, M., Medina, A. C., Botter, D., Orbetelli, R., ... Miranda, M. C. (2010). Exercise impact on sustained attention of ADHD children, methylphenidate effects. *ADHD Attention Deficit and Hyperactivity Disorders, 2* (1), 49–58.
- Medina, J. M., Diaz, J. A., & Norwich, K. H. (2014). A theory of power laws in human reaction times: insights from an information-processing approach. *Front Hum Neurosci, 8*, 621. doi: 10.3389/fnhum.2014.00621
- Melton, A. W. (1947). Apparatus Tests: ARMY AIR FORCES WASHINGTON DC AVIATION PSYCHOLOGY PROGRAM.
- Mendelsohn, P. (1994). *Le transfert de connaissances : la pierre philosophale de l'enseignant*. Paper presented at the Comunicação apresentada no Colloque International sur les Transferts de Connaissances en Formation Initiale et Continue, Lyon–29 Septembre.
- Mendiague, F. (2008). De la pelote au sport à travers l'exemple du joueur de pelote. In AFRAPS (Ed.), *Jeu, Sport & Education physique* (Vol. 1, pp. 126). France : Groupe Horizon.
- Merleau-Ponty, M. (1945). Phénoménologie de la perception. *Paris, Gallimard*, 13-14.
- Metrology, L. E. D. (2000). Handbook of LED Metrology. *Instrument Systems GmbH, V.1.1*, 40.
- Meulders, M., & Colle, J. (1966). Influence du cortex visuel sur l'activité évoquée dans les voies optiques sous-corticales. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, 20* (5), 475–484.
- Meunier, J.-M. (2016). *Raisonnement, résolution de problèmes et prise de décision* : Dunod.
- Middlebrooks, J. C., & Green, D. M. (1991). Sound localization by human

- listeners. *Annual review of psychology*, 42 (1), 135–159.
- Miklósi, Á., & Andrew, R. J. (2006). The zebrafish as a model for behavioral studies. *Zebrafish*, 3 (2), 227–234.
- Miklosi, A., Andrew, R., & Savage, H. (1997). Behavioural lateralisation of the tetrapod type in the zebrafish (*Brachydanio rerio*). *Physiology & behavior*, 63 (1), 127–135.
- Moeslund, T. B., & Granum, E. (2001). A survey of computer vision-based human motion capture. *Computer vision and image understanding*, 81 (3), 231–268.
- Moradi, S., Lidestam, B., & Rönnerberg, J. (2013). Gated audiovisual speech identification in silence vs. noise: effects on time and accuracy.
- Morais, R., Fernandes, M. A., Matos, S. G., Serôdio, C., Ferreira, P. J. S. G., & Reis, M. J. C. S. (2008). A ZigBee multi-powered wireless acquisition device for remote sensing applications in precision viticulture. *Computers and Electronics in Agriculture*, 62 (2), 94–106. doi: 10.1016/j.compag.2007.12.004
- Moretti, A. (2010). La complexité formelle de la « contradiction » dans la géométrie des oppositions. *Ateliers sur la contradiction*, 71.
- Moretti, A. (2012). From the ‘logical square’ to the ‘logical poly-simplexes’. A quick survey of what happened in between. *The square of opposition. A general framework for cognition*, 119–156.
- Moretti, A. (2015). Le retour du refoulé : l’hexagone logique qui est derrière le carré sémiotique. *Le carré et ses extensions : aspects théoriques, pratiques et historiques. Publications de la faculté des sciences humaines et sociales de Tunis, Tunis*.
- Morice, E. (1972). Tests de normalité d’une distribution observée. *Rev Stat Appl*, 20, 5–25.
- Morin, E. (1992). From the concept of system to the paradigm of complexity. *Journal of social and evolutionary systems*, 15 (4), 371–385.
- Mucchielli, R. (1993). *Le questionnaire dans l’enquête psycho-sociale : connaissance du problème, applications pratiques* : ESF éditeur.
- Murata, A., Kuroda, T., & Karwowski, W. (2017). Effects of auditory and tactile warning on response to visual hazards under a noisy environment. *Appl Ergon*, 60, 58-67. doi : 10.1016/j.apergo.2016.11.002
- Musard, M., Loquet, M., & Carlier, G. (2010). Sciences de l’intervention en EPS et en sport. *Cahier du CEDREPS, n° 12 (Partie 4)*.
- Musatti, C. (1958). Les caracteres perceptifs des objets et la theorie mathematique des groupes. *Acta Psychologica*, 14, 41-53.
- Musicant, A. D., Chan, J. C., & Hind, J. E. (1990). Direction-dependent spectral properties of cat external ear: New data and cross-species comparisons. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 87 (2), 757–781.
- Muybridge, E. (1901). *The human figure in motion: an electro-photographic investigation of consecutive phases of muscular actions*: Chapman and Hall.
- Muyshondt, J. E., Parker, G. A., & Wilkie, B. J. (1997). Faraday cage for a printed circuit card: Google Patents.
- Myers, D., & Lamarche, L. (1992). *Psychologie sociale*. St-Laurent : Québec), McGraw-Hill éditeurs.
- Myszkowski, N., Çelik, P., & Storme, M. (2018). A meta-analysis of the

relationship between intelligence and visual 'taste' measures. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 12 (1), 24.

- N -

Naceur, A. (2013). Émotion et apprentissage. De la théorie à la pratique. [édition CPU. Manouba]. *CPU Manouba*.

Nakao, T., Ohira, H., & Northoff, G. (2012). Distinction between Externally vs. Internally Guided Decision-Making: Operational Differences, Meta-Analytical Comparisons and Their Theoretical Implications. *Front Neurosci*, 6, 31. doi: 10.3389/fnins.2012.00031

Narayanan, V., & Xie, Y. (2006). Reliability concerns in embedded system designs. *Computer*, 39 (1), 118–120.

Nicolas, S., & Ferrand, L. (2008). *Histoire de la psychologie scientifique* : Bruxelles : De Boeck Université.

Nikhade, S. G. (2015). *Wireless sensor network system using Raspberry Pi and zigbee for environmental monitoring applications*. Paper presented at the Smart Technologies and Management for Computing, Communication, Controls, Energy and Materials (ICSTM), 2015 International Conference on.

Ninot G., Delignières D., & Fortes, M. (2000). L'évaluation de l'estime de soi dans le domaine corporel. *STAPS*, 53, 35-48.

Noldus, L. (2008). The Observer XT (Version 8.0.336) [Computer Software]. *Wageningen, The Netherlands: Noldus Information Technology bv*.

Noldus, L. P., Trienes, R. J., Hendriksen, A. H., Jansen, H., & Jansen, R. G. (2000). The Observer Video-Pro:

new software for the collection, management, and presentation of time-structured data from videotapes and digital media files. *Behav Res Methods Instrum Comput*, 32 (1), 197–206.

Nyamsuren, E. (2013). The Effect of Visual Representation Style in Problem-Solving. doi: 10.1371/journal.pone.0080550.g001

- O -

Obœuf, A., Collard, L., & Gérard, B. (2008). Le jeu de la « balle assise » : un substitut au questionnaire sociométrique? *Les Cahiers internationaux de psychologie sociale* (1), 87-100.

Ostwald, W. (1912). *Die energie* (Vol. 1): JA Barth.

Oulahbib, L-S. (2009). Et si Janet était plus actuel que Freud? What if Janet were more up-to-date than Freud? *PSN*, 7 (1), 1-14.

- P -

Paillard, J. (1974). Le traitement des informations spatiales. *De l'espace corporel à l'espace écologique*, 45.

Paillard, J. (1982). Le pilotage du moteur musculaire. *Neurobiologie des comportements moteurs*, 9-35.

Pain, M. T., & Hibbs, A. (2007). Sprint starts and the minimum auditory reaction time. *Journal of sports sciences*, 25 (1), 79–86.

Palix, J. (2006). *Attention et recherche visuelle : approches comportementale et électrocorticale*. University of Geneva.

Pantic, M., Pentland, A., Nijholt, A., & Huang, T. S. (2007). Human computing and machine understanding of human behavior: a

- survey *Artificial Intelligence for Human Computing* (pp. 47–71): Springer.
- Park, M. S., Byun, K. W., Park, Y. K., Kim, M. H., Jung, S. H., & Kim, H. (2013). Effect of complex treatment using visual and auditory stimuli on the symptoms of attention deficit/hyperactivity disorder in children. *J Exerc Rehabil*, 9 (2), 316–325. doi: 1,012,965/jer.130017
- Parlebas, P. (1967). L'Éducation Physique en miettes. *revue EPS*, 85, 88.
- Parlebas, P. (1968). *Pour une éducation physique structurale* : EPS.
- Parlebas, P. (1972). Centralité et compacité d'un graphe. *Mathématiques et sciences humaines*, 39, 5-26.
- Parlebas, P. (1974). Analyse mathématique élémentaire d'un jeu sportif. *Mathématiques et Sciences humaines*, 47, 5-35.
- Parlebas, P. (1976). Pour une sémiologie du jeu sportif. Em : Activité Physique et Education Motrice. Dossier EPS n 4. *EPS* (143).
- Parlebas, P. (1981). *Contribution a un lexique commenté en science de l'action motrice*.
- Parlebas, P. (1985). Modélisation du jeu sportif : le système des scores du volley-ball. *Mathématiques et sciences humaines*, 91, 57-80.
- Parlebas, P. (1986). *Éléments de sociologie du sport* : Presses universitaires de France.
- Parlebas, P. (1987). Éléments de sociologie du sport ». *Revue Française de Sociologie*, 28 (3), 547.
- Parlebas, P. (1990). Dossier EPS n° 4. Activités physiques et éducation motrice. Paris : Éd. *Revue EPS*.
- Parlebas, P. (1991). Didactique et logique interne. *Revue EPS*, 228 (Mars - Avril 1991), 9-14.
- Parlebas, P. (1992). Sociométrie, réseaux et communication (1ère Edition ed.). Paris. France : PUF.
- Parlebas, P. (1999). *Jeux, sports et sociétés : Lexique de praxéologie motrice* : INSEP Paris.
- Parlebas, P. (2005 a). Mathématisation élémentaire de l'action dans les jeux sportifs. *Mathématiques et sciences humaines. Mathematics and social sciences* (170).
- Parlebas, P. (2005 b). Modélisation dans les jeux et les sports. *Mathématiques et sciences humaines. Mathematics and social sciences* (170).
- Parlebas, P. (2007). Pertinence motrice et complexité dans les jeux et les sports. *Les actes de lecture*, 49-65.
- Parlebas, P. (2010). Modélisation mathématique, jeux sportifs et sciences sociales. *Mathématiques et sciences humaines. Mathematics and social sciences* (191), 33–50.
- Parlebas, P., & Dugas, É. (2005). Le transfert d'apprentissage dans les activités physiques et sportives. *Carrefours de l'éducation*, 20 (2), 27. doi : 10.3917/cdle.020.0027
- Parlebas, P., & Schmitt, A. (1975). *L'activité ludique dans le développement psychomoteur et social des enfants* : CEMEA.
- Pascal, B., & Havet, E. (1852). *Pensées* : Dezobry et E. Magdeleine.
- Paulus, M. P., & Yu, A. J. (2012). Emotion and decision-making: affect-driven belief systems in anxiety and depression. *Trends Cogn Sci*, 16 (9), 476-483. doi : 10.1016/j.tics.2012.07.009
- Pécaut, D. (2000). Les configurations de l'espace, du temps et de la subjectivité dans un contexte de terreur : l'exemple colombien. *Cultures & Conflits* (37).

- Perrenoud, P. (1997). *Vers des pratiques pédagogiques favorisant le transfert des acquis scolaires hors de l'école* : Université, FAPSE.
- Perrenoud, P. (1998). La transposition didactique à partir de pratiques : des savoirs aux compétences. *Revue des sciences de l'éducation*, 24 (3), 487. doi : 10.7202/031969ar
- Petitot, J. (1977). Topologie du carré sémiotique. *Etudes littéraires*, 10 (3), 347-426.
- Piaget, J. (1936). La naissance de l'intelligence chez l'enfant (Neuchâtel : Delachaux & Niestlé).
- Piaget, J. (1977). *La naissance de l'intelligence chez l'enfant* (Vol. 370) : Delachaux et Niestlé Neufchâtel, Switzerland.
- Piasenta, J. (1994). Apprendre à observer. *INSEP-Publications. Paris*.
- Piasenta, J. (2011). *Motricité sportive : développement des capacités et habiletés* : Editions Amphora.
- Pignat, J. M. (2005). *Etude de la perception visuelle du mouvement et de la couleur par IRMf*. University of Geneva.
- Pinon, B. (2007). Apprentissage : Situation/Entraînement/Transfert. *Les Actes de Lecture*, 98 (Dossier), 84 - 89.
- Poincaré, H. (1890). Sur les équations aux dérivées partielles de la physique mathématique. *American Journal of Mathematics*, 211-294.
- Posner, M. I., & Dehaene, S. (1994). Attentional networks. *Trends Neurosci*, 17 (2), 75-79.
- Posner, M. I., Nissen, M. J., & Klein, R. M. (1976). Visual dominance: an information-processing account of its origins and significance. *Psychological review*, 83 (2), 157.
- Posner, M. I., Snyder, C. R., & Davidson, B. J. (1980). Attention and the detection of signals. *Journal of Experimental Psychology General*, 109 (2), 160-174. doi: 10.1037/0096-3445.109.2.160
- Power, C. (1977). A critical review of science classroom interaction studies. *Studies in Science Education*, 4(1), 1-30.
- Pradet, M., & Hubiche, J.-L. (1986). *Comprendre l'athlétisme : sa pratique et son enseignement* : Institut national du sport et de l'éducation physique.
- Prieto, L. J. (1966). *Messages et signaux* : Presses universitaires de France.
- Proteau, L., Lévesque, L., Laurencelle, L., & Girouard, Y. (1989). Decision making in sport: The effect of stimulus-response probability on the performance of a coincidence-anticipation task. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 60 (1), 66-76.
- Proteau, L., Lévesque, L., Laurencelle, L., & Girouard, Y. (1989). Decision making in sport: The effect of stimulus-response probability on the performance of a coincidence-anticipation task. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 60 (1), 66-76.
- Q -**
- Quéré, L. (2010). George Herbert MeadGeorge Herbert MeadGeorge Herbert Mead. *Revue de synthèse*, 131 (1), 77-97.
- R -**
- Rambusch, J. (2006). *Situated learning and Galperin's notion of object-oriented activity*. Paper presented at the The

- 28th Annual Conference of the Cognitive Science Society.
- Reddy, S., Eckner, J. T., & Kutcher, J. S. (2014). Effect of Acute Exercise on Clinically Measured Reaction Time in Collegiate Athletes. *Med Sci Sports Exerc*, 46 (3), 429–434.
- Reed, E. S. (1988). *James J. Gibson and the psychology of perception*: Yale University Press.
- Reuschert, E. (1909). *Die Gebärdensprache der Taubstummen und die Ausdrucksbewegungen der Vollsinnigen*: H. Dude.
- Richard, J. F., Poitrenaud, S., & Tijus, C. (1993). Problem-Solving Restructuration: Elimination of Implicit Constraints. *Cognitive Science*, 17 (4), 497–529.
- Rimmele, J., Jolsvai, H., & Sussman, E. (2011). Auditory target detection is affected by implicit temporal and spatial expectations. *J Cogn Neurosci*, 23 (5), 1136-1147. doi : 10.1162/jocn.2010.21437
- Ripoll, H., Kerlirzin, Y., Stein, J.-F., & Reine, B. (1995). Analysis of information processing, decision making, and visual strategies in complex problem solving sport situations. *Human Movement Science*, 14 (3), 325–349.
- Ritesh, K., & Tejas, G. (2012). Comparative Study of Simple and Choice Visual Reaction Time on Medical Students of Bhavnagar Region. *International Research Journal of Pharmacy*, 3 (7).
- Roberts, G. C., & Duda, J. L. (1984). Motivation in sport: The mediating role of perceived ability. *Journal of Sport Psychology*, 6 (3), 312–324.
- Roberts, G. C., Kleiber, D. A., & Duda, J. L. (1981). An analysis of motivation in children's sport: The role of perceived competence in participation. *Journal of Sport Psychology*, 3 (3), 206–216.
- Roberts, K., Hemmings, A. J., McBride, S. D., & Parker, M. O. (2017). Developing a 3-choice serial reaction time task for examining neural and cognitive function in an equine model. *J Neurosci Methods*, 292, 45–52. doi:10.1016/j.jneumeth.2017.01.018
- Robidas, G. (1989). *Psychologie de l'apprentissage : un système d'apprentissage-enseignement personnalisé*. Brossard, Québec : Éditions Behaviora.
- Rönnerberg, J., Rudner, M., Foo, C., & Lunner, T. (2008). Cognition counts: A working memory system for ease of language understanding (ELU). *International Journal of Audiology*, 47 (sup2), S99-S105.
- Rosenberg, M. (1965). *Society and the adolescent self-image*: Princeton University Press.
- Rosenberg, M. (1979). *Conceiving the Self*. New York: New York: Based Books.
- Rosenquist, H. S. (1965). The visual response component of rotary pursuit tracking. *Perceptual and motor skills*, 21 (2), 555–560.
- Rosenzweig, M. R., Leiman, A. L., & Breedlove, S. M. (2001). *Psychobiologie*.
- Ross, J. M. (2002). Guiding students through programming puzzles: value and examples of Java game assignments. *SIGCSE Bull.*, 34 (4), 94-98. doi : 10.1145/820127.820175
- Rossion, B., Gauthier, I., Tarr, M. J., Despland, P., Bruyer, R., Linotte, S., & Crommelinck, M. (2000). The N170 occipito-temporal component is delayed and enhanced to inverted faces but not to inverted objects: an

electrophysiological account of face-specific processes in the human brain. *Neuroreport*, 11 (1), 69–72.

Roy, B. (1983). *La décision : ses disciplines, ses acteurs* : Presses universitaires de Lyon.

Rozin, P., & Jonides, J. (1977). Mass reaction time: Measurement of the speed of the nerve impulse and the duration of mental processes in class. *Teaching of Psychology*, 4 (2), 91–94.

- S -

Sadri, G., & Robertson, I. T. (1993). Self-efficacy and work-related behaviour: a review and meta-analysis. *Applied Psychology*, 42 (2), 139–152.

Saillet, I., Patou-Mathis, M., Richard, J.-F., Sander, E., & Poitrenaud, S. (2002). Modéliser les activités cognitives des Hommes au Paléolithique. *Mathématiques et Sciences humaines* (159), 57-72.

Salagnac, G. (2008). Synthèse de questionnaires mémoire pour applications Java temps-reel embarquées. *Computer Science, Université Joseph-Fourier - Grenoble I*.

Salazar, J. A., & Molero-Castro, L. (1998). Wireless and wired communications, command, control and sensing system for sound and/or data transmission and reception: Google Patents.

Santos, V. G., Santos, V. R., Felipe, L. J., Almeida, J. W., Jr., Bertuzzi, R., Kiss, M. A., & Lima-Silva, A. E. (2014). Caffeine reduces reaction time and improves performance in simulated-contest of taekwondo. *Nutrients*, 6 (2), 637–649. doi: 10.3390/nu6020637

Santos, V. G., Santos, V. R., Felipe, L. J., Almeida, J. W., Jr., Bertuzzi, R., Kiss, M. A., & Lima-Silva, A. E. (2014). Caffeine reduces reaction time and improves performance in simulated-contest of taekwondo. *Nutrients*, 6 (2), 637–649. doi: 10.3390/nu6020637

Sarjoughian, H. S., Sarkar, S., & Mayer, G. R. (2010). A novel visual CA modeling approach and its realization in CoSMoS. Paper presented at the Proceedings of the 2010 Spring Simulation Multiconference, Orlando, Florida

Sartre, J.-P. (1943). *L'être et le néant* (Vol. 14) : Gallimard Paris.

Savage, L. J. (1951). The theory of statistical decision. *Journal of the American Statistical Association*, 46 (253), 55–67.

Scherer, F. M., Harhoff, D., & Kukies, J. (2001). Uncertainty and the size distribution of rewards from innovation. *Capitalism and Democracy in the 21st Century* (pp. 181–206): Springer.

Scherer, K. R., & Ekman, P. (1982). Methodological issues in studying nonverbal behavior. *Handbook of methods in nonverbal behavior research*, 1–44.

Schfried, G. (1988). The PC/S Vienna test system: The Universal System for computer-aided diagnostics and therapy in psychology and medicine. *Vienna: Schuhfried*.

Schiaratura, L. T. (2013). Analyse et interprétation psychologiques des comportements corporels en situation de communication interpersonnelle. *Methodos*, 10.4000/methodos.3013 (13).

Schmidt, K. L., & Cohn, J. F. (2001). Human Facial Expressions as

- Adaptations: Evolutionary Questions in Facial Expression Research. *American journal of physical anthropology, Suppl 33*, 3–24. doi: 101,002/ajpa.2001
- Schoonjans, F., Zalata, A., Depuydt, C., & Comhaire, F. (1995). MedCalc: a new computer program for medical statistics. *Computer methods and programs in biomedicine*, 48 (3), 257–262.
- Schunk, D. H. (1989). Self-Efficacy and Cognitive Achievement: Implications for Students with Learning Problems. *Journal of Learning Disabilities*, 22 (1), 14–22. doi: 101,177/002221948902200103
- Schwarb, H., & Schumacher, E. H. (2012). Generalized lessons about sequence learning from the study of the serial reaction time task. *Adv Cogn Psychol*, 8 (2), 165–178. doi: 102,478/v10053-008-0113-1
- Scott Geller, E., & A., W. D. (1976). Interactions of Expectancy and Utility in a Choice Reaction Time Paradigm. *ORGANIZATIONAL BEHAVIOR AND HUMAN PERFORMANCE, Virginia Polytechnic Institute and State University* (15), 19–31.
- Sebestik, J. (1999). Forme, variation et déductibilité dans la logique de Bolzano. *Revue d'histoire des sciences*, 479-506.
- Seidler, R. D. (2010). Neural correlates of motor learning, transfer of learning, and learning to learn. *Exerc Sport Sci Rev*, 38 (1), 3–9. doi: 101,097/JES.0b013e3181c5cce7
- Sensevy, G., & Santini, J. (2006). Modélisation : une approche épistémologique.
- Seymour, B., & Dolan, R. (2008). Emotion, Decision Making, and the Amygdala. *Neuron*, 58 (5), 662–671. doi: <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2008.05.020>
- Shang, L., Dick, R. P., & Jha, N. K. (2007). Slopes: hardware – software cosynthesis of low-power real-time distributed embedded systems with dynamically reconfigurable fpgas. *IEEE Transactions on Computer-Aided Design of Integrated Circuits and Systems*, 26 (3), 508–526.
- Shavelson, R. J., Hubner, J. J., & Stanton, G. C. (1976). Self-concept: Validation of construct interpretations. *Review of educational research*, 46 (3), 407–441.
- Siérouff, E. (1998). Théories et paradigmes expérimentaux de l'attention. *Revue de neuropsychologie*, 8 (1), 3-23.
- Silic, M., & Back, A. (2016). The Influence of Risk Factors in Decision-Making Process for Open Source Software Adoption. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 15 (01), 151–185. doi: 101,142/s0219622015500364
- Simon, H. A. (1959). Theories of decision-making in economics and behavioral science. *The American economic review*, 49 (3), 253–283.
- Sluga, H. (1987). Frege against the Booleans. *Notre Dame Journal of Formal Logic*, 28 (1), 80-98.
- Smessaert, H., & Demey, L. (2014). La géométrie logique du dodécaèdre rhombique des oppositions. *Le Carré et ses Extensions : Approches Théoriques, Pratiques et Historiques*, 127-157.
- Smith, R. E., Smoll, F. L., & Hunt, E. (1977). A System for the Behavioral Assessment of Athletic Coaches. *Research Quarterly. American Alliance for Health, Physical Education and Recreation*, 48 (2),

- 401–407. doi: 101,080/10671315.1977.10615438
- Smits-Bandstra, S. (2010). Methodological considerations in the measurement of reaction time in persons who stutter. *Journal of Fluency Disorders, 35* (1), 19–32. doi:dx.doi.org/ 101,016/j.jfludis.2009.12.002
- Smits-Bandstra, S. (2010). Methodological considerations in the measurement of reaction time in persons who stutter. *Journal of Fluency Disorders, 35* (1), 19–32. doi: doi:10.1016/j.jfludis.2009.12.002
- Sonstroem, R. J. (1978). Physical estimation and attraction scales: rationale and research. *Medicine and Science in Sports, 10* (2), 97–102.
- Sonstroem, R. J. (1997). The physical self-system: A mediator of exercise and self-esteem.
- Sonstroem, R. J., Harlow, L. L., & Josephs, L. (1994). Exercise and self-esteem: Validity of model expansion and exercise associations. *Journal of Sport and Exercise psychology, 16* (1), 29–42.
- Spence, R., Gerlach, G., Lawrence, C., & Smith, C. (2008). The behaviour and ecology of the zebrafish, *Danio rerio*. *Biol Rev Camb Philos Soc, 83* (1), 13–34. doi: 101,111/j.1469-185X.2007.00030.x
- Spencer, H. (1870). *Les premiers principes* : Librairie Germer Baillière et Cie.
- Sperling, G. (1960). The information available in brief visual presentations. *Psychological monographs : General and applied, 74* (11), 1.
- Sperling, G. (1963). A model for visual memory tasks. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, 5* (1), 19–31.
- Sperling, G., & Melchner, M. J. (1978). The attention operating characteristic: examples from visual search. *Science, 202* (4365), 315–318.
- Sperling, G., & Reeves, A. (1980). Measuring the reaction time of a shift of visual attention. *Attention and performance VIII, 347–360*.
- Stanislaw, H., & Todorov, N. (1999). Calculation of signal detection theory measures. [journal article]. *Behav Res Methods Instrum Comput, 31* (1), 137–149. doi: 103,758/bf03207704
- Sternberg, S. (1969). Memory-scanning – Mental processes revealed by reaction-time experiments. *American scientist, 57*, 421–457.
- Susini, P., Misdariis, N., Winsberg, S., & McAdams, S. (1998). Caractérisation perceptive de bruits. *Acoustique et Techniques, 13* (4), 11-15.
- Svilainis, L. (2008). LED PWM dimming linearity investigation. *Displays, 29* (3), 243–249.
- Svilainis, L., & Dumbrava, V. (2006). LED goniometry system *Elektronika ir elektrotechnika 72* (8), 69–74.

- T -

- Tardif, J., Désilets, M., Paradis, F., & Lachiver, G. (1992). Le développement des compétences : cadres conceptuels pour l'enseignement professionnel. *Pédagogie collégiale, 6* (2), 14-19.
- Tatsiopoulos, C., & Ktena, A. (2009, 2009). *A smart ZigBee based wireless sensor meter system*. Paper presented at the Systems, Signals and Image Processing, IWSSIP. 16th International Conference on.
- Tavakol, M., & Dennick, R. (2011). Making sense of Cronbach's alpha.

- International journal of medical education*, 2, 53.
- Taylor, B., & Thompson, A. (2008). The international system of units (SI). *NIST Special Publication 330* (NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY), 96.
- Taylor, D. H. (1966). Latency components in two-choice responding. *Journal of Experimental Psychology*, 72 (4), 481–487. doi: 101,037/h0023750
- Teichner, W. H. (1954). Recent studies of simple reaction time. *Psychological Bulletin*, 51 (2), 128.
- Teikari, P., Najjar, R. P., Malkki, H., Knoblauch, K., Dumortier, D., Gronfier, C., & Cooper, H. M. (2012). An inexpensive Arduino-based LED stimulator system for vision research. *J Neurosci Methods*, 211 (2), 227–236. doi: 101,016/j.jneumeth.2012.09.012
- Theeuwes, J. (1992). Perceptual selectivity for color and form. *Perception & Psychophysics*, 51 (6), 599–606.
- Thorndike, E. L. (1908). The effect of practice in the case of a purely intellectual function. *The American Journal of Psychology*, 374–384.
- Thorndike, E. L. (1914). The measurement of ability in reading: Preliminary scales and tests: Introduction. *The Teachers College Record*, 15 (4), 1–2.
- Thorndike, E. L. (1931). *Human learning*: The Century Co.
- Thorndike, E. L., Bregman, E. O., Cobb, M. V., & Woodyard, E. (1926). The measurement of intelligence.
- Thorpe, S., Fize, D., & Marlot, C. (1996). Speed of processing in the human visual system. *nature*, 381 (6582), 520–522.
- Thurstone, L. (1947). Multiple-factor analysis; a development and expansion of The Vectors of Mind.
- Ticca, A. C., & Traverso, V. (2017). Parole, voix et corps. *L'Autre*, 18 (3), 304–314.
- Tsui, C., Yan, Y., & Chan, H. (2011). Calibration of Stopwatches by Utilizing High Speed Video Recordings and a Synchronous Counter. *NCSLI Measure*, 6 (3), 64–71.
- Tulppo, M. P., Jurvelin, H., Roivainen, E., Nissilä, J., Hautala, A. J., Kiviniemi, A. M.,... Takala, T. (2014). Effects of Bright Light Treatment on Psychomotor Speed in Athletes. [Original Research]. *Frontiers in Physiology*, 5. doi: 103,389/fphys.2014,400,184
- Tun, P. A., & Lachman, M. E. (2008). Age differences in reaction time and attention in a national telephone sample of adults: education, sex, and task complexity matter. *Dev Psychol*, 44 (5), 1421–1429. doi: 101,037/a0012845
- Turocy, P. S. (2015). The Impact of Instructor Expertise and Competency on Student Learning and Strategies for Improvement. *Athletic Training Education Journal*, 10 (4), 328–331. doi: doi:10.4085/1004328

- V -

- Vallerand, R. J., & Losier, G. F. (1999). An integrative analysis of intrinsic and extrinsic motivation in sport. *Journal of applied sport psychology*, 11 (1), 142–169.
- Vanoye, F. (1977). De quelques pratiques métalinguistiques en situation scolaire et de leurs effets. *Littérature*, 85-91.

- VanRullen, R., & Thorpe, S. J. (2004). Perception, decision, attention visuelles : ce que les potentiels évoqués nous apprennent sur le fonctionnement du système visuel, chapitre 5. *Lavoisier, Paris, France, hermes edition*, 95-121.
- Verbruggen, F., & Logan, G. D. (2008). Automatic and controlled response inhibition: associative learning in the go/no-go and stop-signal paradigms. *J Exp Psychol Gen*, 137 (4), 649–672. doi: 10.1037/a0013170
- Vernier, P., & Vincent, D. (1996). Le rôle majeur des émotions. *hors série Sciences et vie* (195).
- Viète, F. (1868). *Introduction à l'art analytique* : Imprimerie des sciences mathématiques et physiques.
- Vieten, M., Scholz, M., Kilani, H., & Kohloeffel, M. (2007). *Reaction time in taekwondo*. Paper presented at the ISBS-Conference Proceedings Archive.
- Villegas, W., Ali, B., & Maheswaran, M. (2008). *An access control scheme for protecting personal data*. Paper presented at the Privacy, Security and Trust, 2008. PST'08. Sixth Annual Conference on.
- Vinciarelli, A., Salamin, H., & Pantic, M. (2009). *Social signal processing: Understanding social interactions through nonverbal behavior analysis*. Paper presented at the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops.
- Von Neumann, J., & Morgenstern, O. (1947). *Theory of games and economic behavior*, 2nd rev.
- Voyer, J.-P. (1995). *Bibliothèque des Emeutes, bulletin n° 8*, 303.
- W -
- Wacquant, L. J. (1989). Corps et âme [Notes ethnographiques d'un apprenti-boxeur]. *Actes de la recherche en sciences sociales*, 80 (1), 33-67.
- Wallon, H. (1947). *Les origines de la pensée chez l'enfant*.
- Wallon, H. (1970). *De l'acte à la pensée : essai de psychologie comparée* (Vol. 43) : Flammarion.
- Watson, J. (2008). BeyondPavlov. *HUMAN LEARNING*.
- Weber, E. U., & Johnson, E. J. (2009). Mindful judgment and decision making. *Annual review of psychology*, 60, 53.
- Weiming, C., Songming, Z., Wang, N., Huinong, H., & Beihua, Y. (2015). Design of an experimental platform to investigate the effects of audible sounds on plant growth. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 8 (5), 162.
- Weinberg, D., Dodwell, D. G., & Fern, S. A. (1990). Anatomy of arteriovenous crossings in branch retinal vein occlusion. *American journal of ophthalmology*, 109 (3), 298–302.
- Weinberg, R. S., Yukelson, D., & Jackson, A. (1980). Effect of public and private efficacy expectations on competitive performance. *Journal of Sport Psychology*, 2 (4), 340–349.
- Weinberg, R., Gould, D., & Jackson, A. (1979). Expectations and performance: An empirical test of Bandura's self-efficacy theory. *Journal of sport psychology*, 1 (4), 320–331.
- Whitehead, A. N., & Russell, B. (1912). *Principia mathematica* (Vol. 2): University Press.

- Wiener, J. M., Lafon, M., & Berthoz, A. (2008). Path planning under spatial uncertainty. *Memory & Cognition*, 36 (3), 495–504. doi: 103,758/mc.36.3.495
- Womack, K. B., Paliotta, C., Strain, J. F., Ho, J. S., Skolnick, Y., Lytton, W. W., ... Bergold, P. J. (2017). Measurement of Peripheral Vision Reaction Time Identifies White Matter Disruption in Patients with Mild Traumatic Brain Injury. *J Neurotrauma*.doi:101,089/neu.2016.4670
- Wood, R., & Bandura, A. (1989). Impact of conceptions of ability on self-regulatory mechanisms and complex decision making. *J Pers Soc Psychol*, 56 (3), 407–415.
- Woodworth, R. S., & Thorndike, E. (1901). The influence of improvement in one mental function upon the efficiency of other functions. (I). *Psychological review*, 8 (3), 247.
- World Medical, A. (2001). World Medical Association Declaration of Helsinki. Ethical principles for medical research involving human subjects. *Bulletin of the World Health Organization*, 79 (4), 373–374.
- Wright, B. J., O'Halloran, P. D., & Stukas, A. A. (2016). Enhancing Self-Efficacy and Performance: An Experimental Comparison of Psychological Techniques. *Res Q Exerc Sport*, 87 (1), 36–46. doi: 101,080/02701367.2015.1093072
- Wu, F., Rudiger, C., & Yuce, M. R. (2017). Real-Time Performance of a Self-Powered Environmental IoT Sensor Network System. *Sensors (Basel)*, 17(2). doi: 10.3390/s17020282
- Wundt, W. M. (1874). *Grundzüge de physiologischen Psychologie* (Vol. 1): W. Engelman.
- X -**
- Xinhuan, W., Hongwei, Z., Qinghua, G., & Wei, Z. (2010). *The construction of single-chip microcomputer virtual experiment platform based on Proteus*. Paper presented at the Computer Science and Education ICCSE), 2010 5th International Conference on.
- Z -**
- Zanariri, C. (2000). *Couleurs et lumière*. In Poupart, S. (2009). *Perception des couleurs et formes orales solides.thèse de Doctorat, Univ Lorraine UNIVERSITÉ Henri Poincaré - Nancy I*.
- Zesiger, P., & Jöhr, J. (2011). *Les représentations phonologiques des mots chez le jeune enfant*. *Enfance*, 3, 293-309.
- Zhenxing, C., Feng, D., Yan, W., & Shengbing, S. (2015). *Rapid calibration technology on linear response workspace of CCD imaging system*. Paper presented at the *Electronic Measurement & Instruments (ICEMI), 2015 12th IEEE International Conference on*.
- Zhu, D., Melhem, R., & Mossé, D. (2004). *The effects of energy management on reliability in real-time embedded systems*. Paper presented at the *Proceedings of the 2004 IEEE/ACM International conference on Computer-aided design*.

Index des mots-clés

A

Acteur, 22, 24, 29, 33, 70, 78, 87, 88, 91, 93, 96, 103, 108, 146, 152, 244, 249, 277, 294
Action, 275, 287
Algorithme moteur, 19, 33, 34, 77, 139, 140, 144, 145, 146, 147, 161, 166, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 187, 192, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 205, 208, 213, 214, 219, 224, 225, 229, 230, 245, 260
Apprentissage, 1, 2, 5, 15, 16, 17, 34, 36, 37, 39, 41, 47, 49, 60, 62, 79, 81, 82, 92, 139, 240, 255, 261, 271, 273, 275, 278, 279, 287, 290, 292, 294
Auditif, 59, 60, 61, 102, 103, 104, 119, 142, 154, 165, 167, 168, 169, 170, 174, 175, 177, 182, 185, 189, 190, 238, 244, 260
Auto-efficacité, 221, 226, 227, 250, 251, 271

B

Basse sémiotricité, 150, 241, 247, 264
B-percept[®], 8, 9, 10, 11, 12, 74, 75, 86, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 148, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 171, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 191, 192, 193, 194, 197, 199, 202, 204, 213, 215, 216, 217, 218, 220, 221, 222, 226, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 249, 251, 255, 256, 259, 260, 261, 262, 264

C

Co-acteur, 33, 90, 93, 108, 146
Code, 21, 27, 29, 33, 40, 68, 70, 92, 95, 152, 153, 238
Cognitif, 1, 46, 47, 51, 79
Communication, 7, 8, 10, 19, 22, 24, 25, 27, 31, 33, 34, 41, 48, 49, 57, 68, 80, 83, 88, 90, 92, 93, 94, 103, 106, 111, 112, 113, 115, 116, 117, 119, 120, 121, 147, 151, 238, 239, 243, 244, 260, 270, 272, 275, 279, 281, 282, 283, 285, 286, 287, 290, 292, 295

Complexes, 1, 6, 8, 9, 10, 23, 31, 34, 36, 44, 45, 46, 49, 51, 52, 53, 54, 60, 68, 77, 78, 93, 97, 105, 140, 142, 143, 144, 145, 150, 151, 153, 154, 155, 159, 160, 161, 164, 165, 166, 168, 169, 170, 171, 173, 174, 175, 178, 180, 183, 184, 185, 187, 188, 189, 190, 191, 194, 196, 200, 211, 215, 217, 218, 219, 220, 221, 223, 224, 225, 226, 227, 234, 236, 237, 238, 239, 241, 242, 243, 244, 246, 247, 249, 250, 251, 252, 254, 256, 258, 259, 260, 261, 263, 287
Comportement, 1, 2, 3, 7, 15, 19, 20, 24, 25, 29, 30, 32, 34, 35, 39, 40, 41, 44, 51, 61, 66, 69, 78, 79, 80, 83, 89, 92, 94, 95, 103, 139, 145, 147, 153, 155, 187, 197, 247, 248, 250, 273
Comportement moteur, 32, 145
Concours, 33, 45, 68, 175, 176, 177, 178, 179, 185, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 231, 234, 247, 256, 259
Coopération, 10, 31, 33, 82, 93, 143, 146, 169, 170, 172, 173, 183, 185, 195, 224, 233, 242, 243, 244, 251, 259, 260

D

Décision motrice, 5, 8, 14, 29, 33, 37, 41, 44, 45, 47, 51, 60, 62, 65, 68, 76, 81, 139, 144, 146, 236, 243, 250, 259, 263, 264
Didactique, 2, 3, 17, 20, 82, 92, 94, 96, 138, 273, 275, 276, 282, 287, 292
Domaine d'action, 4, 6, 9, 10, 11, 19, 28, 32, 33, 34, 78, 81, 139, 140, 144, 145, 146, 147, 148, 150, 156, 158, 159, 163, 164, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 176, 180, 181, 182, 183, 184, 187, 192, 193, 194, 195, 196, 217, 219, 222, 223, 228, 229, 232, 238, 241, 244, 250, 251, 254, 256, 258, 261

E

Éducation, 11, 12, 20, 34, 37,
Émetteur, 113
Équation, 81, 86, 87, 124, 151, 152, 261, 262, 264
Espace, 20, 22, 26, 29, 30, 32, 33, 34, 40, 50, 51, 53, 57, 60, 68, 69, 70, 71, 72, 78, 86, 87, 88, 101, 104, 105, 145, 147, 150, 152, 154, 168, 183,

241, 243, 244, 245, 246, 256, 260, 261, 277,
281, 288, 291, 292
Estime de soi, 10, 11, 62, 63, 64, 65, 68, 140, 141,
144, 145, 150, 156, 159, 216, 222, 224, 225,
228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 236, 251,
252, 254, 261, 281, 290

G

Geste, 5, 22, 49, 94, 247, 248, 275
Gestèmes, 8, 79, 101
Graphé, 6, 26, 28, 29, 73, 81, 87, 89, 90, 291

H

Habitus moteur, 6, 140, 145, 157, 161, 175, 176,
177, 178, 179, 180, 187, 195, 198, 200, 202,
203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211,
212, 213, 214, 215, 217, 221, 226, 227, 230,
231, 232, 233, 242, 244, 247, 249, 251, 255,
259, 260
Huit coins, 7, 8, 75, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 94, 95,
97, 108, 122, 126, 127, 128, 129, 130, 131,
132, 133, 134, 135, 237, 238, 239, 240, 246

I

Institutionnel, 4, 6, 18, 21, 22, 23, 26, 31, 69, 73,
106
Intelligence, 19, 26, 38, 39, 47, 48, 258, 273, 277,
279, 282, 290, 292, 297
Interaction, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 15, 24, 25, 26, 27, 28,
32, 33, 34, 40, 44, 46, 48, 51, 54, 60, 61, 68,
69, 70, 78, 79, 80, 82, 87, 88, 90, 92, 93, 94,
96, 97, 103, 121, 126, 128, 129, 130, 131, 132,
134, 135, 145, 147, 152, 168, 195, 239, 243,
246, 255, 260, 261, 263, 273, 274, 276, 282,
286, 293

J

Jeu, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 17, 18, 19, 20,
21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 33,
34, 39, 40, 41, 43, 46, 48, 50, 52, 53, 60, 68,
69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 78, 79, 80, 81,
82, 83, 84, 85, 86, 87, 89, 90, 91, 92, 94, 95,
96, 97, 100, 106, 108, 109, 110, 122, 126, 127,
128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 138,
139, 142, 145, 146, 147, 150, 152, 161, 165,
176, 237, 238, 239, 240, 244, 246, 247, 248,
254, 258, 260, 262, 263, 272, 273, 279, 281,
287, 289, 291, 292
Joueur, 2, 4, 6, 7, 8, 9, 17, 27, 32, 40, 44, 69, 70, 71,
81, 82, 84, 86, 87, 89, 90, 91, 93, 96, 97, 132,
152, 176, 202, 221, 227, 235, 237, 244, 247,
248, 254

M

Mathématique, 20, 28, 29, 38, 73, 76, 77, 81, 91,
94, 107, 261, 262, 270, 283, 286, 291, 292,
294
Modèle, 7, 9, 10, 11, 21, 29, 31, 32, 34, 38, 42, 45,
60, 63, 64, 74, 75, 76, 77, 78, 81, 86, 89, 90,
91, 94, 95, 96, 97, 107, 112, 122, 126, 127,
128, 129, 130, 132, 139, 140, 142, 150, 152,
181, 237, 261, 263, 264, 274, 287
Modélisation, 8, 10, 11, 20, 21, 29, 36, 45, 73, 76,
77, 78, 79, 81, 82, 86, 90, 91, 94, 96, 100, 107,
139, 140, 142, 150, 237, 239, 262, 263, 264,
270, 286, 287, 291, 292, 295

N

Non-sportif, 141, 149, 150, 161, 162, 163, 164, 165,
166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174,
175, 176, 177, 178, 179, 181, 182, 183, 184,
185, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194,
195, 196, 197, 200, 202, 203, 204, 205, 206,
207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215,
218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 234,
240, 255, 256, 258
Non-verbal, 283, 285

O

Observation, 2, 5, 7, 9, 25, 26, 50, 76, 95, 96, 103,
104, 126, 133, 152, 238, 246, 260, 270, 275,
276, 277, 278, 286
Opposition, 10, 24, 31, 33, 34, 39, 68, 82, 84, 88,
104, 143, 146, 147, 167, 168, 169, 170, 172,
173, 183, 185, 193, 195, 224, 231, 232, 233,
234, 242, 243, 244, 247, 248, 251, 259, 260,
289

P

Praxèmes, 2, 10, 17, 20, 138
Praxèmes, 8, 79
Praxéologie, 3, 8, 12, 17, 20, 21, 35, 44, 73, 75,
226, 241, 258, 263, 292
Prédiction, 10, 77, 140, 143, 145, 150, 154, 155,
157, 159, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193,
194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202,
203, 204, 206, 207, 208, 209, 210, 212, 213,
214, 215, 217, 219, 220, 234, 236, 250, 251,
256, 258, 259, 260
Psychomoteur, 22, 33, 142, 143, 167, 168, 170,
183, 238, 246, 254, 258, 259, 292
Psychomotrice, V, X, 32, 40, 45, 143, 145, 146, 279

Q

Quatre coins, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 27, 29, 41, 73, 74,
75, 76, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 94,
96, 97, 108, 139, 142, 150, 237, 258, 262

R

Récepteur, 111, 113, 115

S

Sémiotricité, 8, 22, 79, 142, 143, 150, 236, 237, 241, 247, 249, 256, 264

Simple, 5, 8, 9, 10, 17, 19, 20, 21, 28, 29, 30, 34, 41, 44, 45, 47, 51, 52, 53, 57, 68, 78, 102, 103, 111, 114, 117, 119, 127, 140, 142, 143, 144, 145, 146, 148, 150, 151, 154, 155, 159, 160, 161, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 171, 172, 173, 175, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 187, 188, 189, 191, 193, 205, 215, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 226, 227, 234, 236, 237, 239, 240, 241, 242, 244, 245, 246, 247, 248, 253, 254, 255, 258, 259, 261, 263, 264, 275, 280, 286, 288, 293, 297

Sociomoteur, 22, 24, 26, 27, 32, 39, 40, 81, 85, 88, 94, 142, 143, 147, 167, 168, 169, 172, 173, 180, 183, 244, 246, 247, 248, 254, 256, 258, 259, 260

Sociomotrices, 33, 34, 40, 60, 68, 69, 142, 143, 146, 147, 168, 185, 193, 195, 224, 241, 242, 243, 254, 260, 279

Sportif, 2, 5, 6, 8, 9, 11, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 48, 50, 53, 60, 68, 69, 71, 73, 78, 81, 106, 138, 139, 141, 142, 143, 145, 149, 150, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 228, 229, 230, 234, 238, 239, 240, 241, 242, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 254, 255, 256, 258, 259, 260, 261, 263, 265, 276, 279, 287, 291, 292

T

Temps, 2, 7, 8, 9, 10, 11, 16, 20, 22, 26, 30, 41, 46, 48, 51, 53, 54, 58, 61, 68, 70, 71, 72, 73, 77, 91, 100, 101, 104, 106, 108, 110, 113, 119, 122, 123, 124, 125, 126, 135, 139, 140, 142, 144, 145, 150, 151, 153, 154, 155, 157, 160, 161, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 187, 188, 189, 190, 193,

194, 196, 205, 210, 211, 217, 221, 222, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 250, 251, 252, 253, 255, 256, 258, 260, 262, 264, 277, 287, 292, 294

Temps de Réaction, 2, 8, 9, 11, 122, 124, 126, 142, 145, 150, 151, 154, 155, 157, 160, 161, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 187, 188, 189, 190, 193, 194, 196, 205, 211, 217, 221, 222, 236, 237, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 250, 251, 252, 253, 255, 256, 258, 260, 262

Temps de Réponse, 10, 16, 100, 110, 139, 140, 144, 145, 178

Traditionnel, 21, 22, 23, 27, 30, 69, 83, 138, 262

Transfert, 5, 15, 23, 36, 37, 44, 117, 170, 240, 247, 249, 255, 260, 261, 264, 274, 278, 279, 280, 289, 292

Tranposition, 83, 91, 135

TRAS, 150, 154, 161, 162, 163, 164, 165, 167, 168, 170, 171, 172, 173, 177, 178, 179, 181, 182, 185, 188, 189, 191, 193, 194, 198, 199, 200, 205, 206, 207, 208, 215, 218, 220, 234, 241, 245, 251, 255, 260

TRMX, 143, 150, 154, 161, 163, 164, 165, 169, 170, 171, 174, 175, 179, 180, 183, 184, 185, 189, 190, 191, 196, 197, 201, 202, 211, 212, 213, 214, 215, 220, 234, 237, 238, 239, 241, 244, 246, 252, 256, 260

TRVC, 143, 150, 154, 161, 162, 163, 164, 165, 168, 169, 170, 171, 173, 174, 178, 182, 183, 185, 189, 190, 191, 194, 195, 200, 201, 208, 209, 210, 211, 215, 220, 221, 234, 237, 238, 239, 241, 242, 244, 246, 252, 260

TRVS, 150, 154, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 170, 171, 172, 176, 179, 180, 181, 185, 188, 191, 192, 193, 197, 198, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 215, 218, 219, 220, 221, 234, 241, 245, 255

V

Verbal, 37, 80, 92, 94, 95, 280, 285, 286

Vision, 56, 159, 273, 274, 275, 276, 284, 298, 299

X

XBee, 110, 111, 112, 113, 114, 280

Z

ZigBee™, 151, 273, 28

Annexes

Annexe 1. Chapitre 4 : Approche & dispositifs de la recherche

Annexe 2. Chapitre 5 : Résultats des tests B-percept[®] : Temps de réactions simples et complexes

Annexe 3. Chapitre 6 : Résultats des tests B-percept[®] : Prédications des scores

Annexe 4. Entretien

Annexe 1

Chapitre 4 : Approche & dispositifs de la recherche

<i>Tests B-percept[®]</i>	<i>Algorithme moteur</i>	N	TRVS	TRAS	TRVC	TRMX	Total
<i>Athlétisme</i>	Courses en Couloirs	32	3200	3200	3200	3200	12800
	Sauts/Lancers	27	2700	2700	2700	2700	10800
<i>Sport de Combat</i>	Boxe française	12	1200	1200	1200	1200	4800
	Boxe anglaise	16	1600	1600	1600	1600	6400
	Taekwondo	18	1800	1800	1800	1800	7200
<i>Basket-ball</i>	Joueur	32	3200	3200	3200	3200	12800
<i>Handball</i>	Central	18	1800	1800	1800	1800	7200
	Arrière	9	900	900	900	900	3600
	Ailier	8	800	800	800	800	3200
	Pivot	3	300	300	300	300	1200
<i>Football</i>	Milieu offensif	10	1000	1000	1000	1000	4000
	Milieu défensif	12	1200	1200	1200	1200	4800
	Attaquant	8	800	800	800	800	3200
	Ailier droit	9	900	900	900	900	3600
	Ailier gauche	6	600	600	600	600	2400
Total							88000

Tableau. 14 : Répartition des tests B-percept[®] validés chez les différents groupes de sportifs

1. DOMAINE D'ACTION : $\bar{I}PA$ ou PA (sociomoteur)

- En première étape : l'effet de la pratique dans ce domaine d'action sur les marqueurs étudiés.
- En deuxième étape : les différences intra-groupes (s'il y en a) en fonction d'une répartition en fonction de l'espace d'action

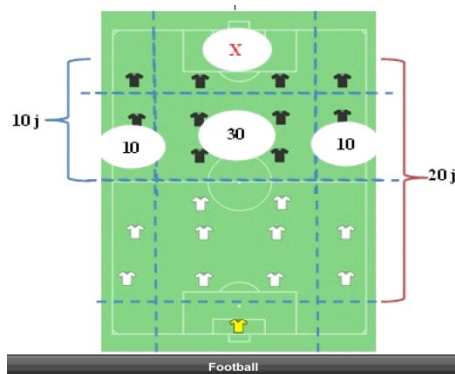
1.1. Football

Notre analyse prendra en considération :

- La dimension moyenne de l'espace ($105 \times 67,5 = 7087,5 \text{ m}^2$) ;
- La dimension de l'espace individuel : $7087,5 / (22 + 1) = 308,15 \text{ m}^2$ si 3 juges alors $7087,5 / (22 \text{ joueurs} + 3 \text{ juges}) = 283,5 \text{ m}^2$.
- a) La variable étudiée : les différences inter-sujets au niveau des marqueurs de notre étude ;
- b) Les variables explicatives : poste de jeu/ou espace d'action (d'interaction)
 - poste de jeu ;
 - espace d'action (d'interaction) ;
 - position de la cible objet d'attention (ballon).

- Nombre de sujets pour l'étude

Nous travaillons auprès de 50 sujets répartis en deux catégories : 30 joueurs de milieu de terrain et 20 joueurs de périphérie (joueurs de couloirs).



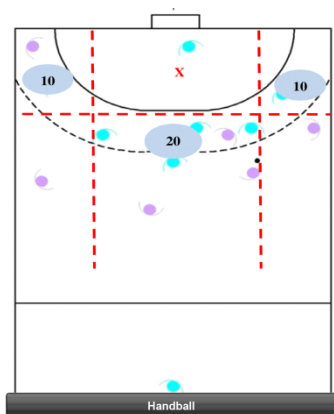
1.2. Handball

Notre analyse prendra en considération :

- La dimension moyenne de l'espace ($40 \times 20 = 800 \text{ m}^2$) avec deux zones interdites de $2 \times 24 \text{ m}^2$;
- La dimension de l'espace individuel : $(800 - 48) / (12j + 2ar) = 53,71 \text{ m}^2$;
- b) La variable étudiée : les différences inter-sujets au niveau des marqueurs de notre étude ;
- c) Les variables explicatives : poste de jeu/ou espace d'action (d'interaction).
 - Rôle stratégique ;
 - Espace d'action (d'interaction) ;
 - Distance de charge ;
 - Position de la cible objet d'attention (ballon).

Nombre de sujets pour l'étude

Nous avons travaillé auprès de 60 sujets répartis en deux catégories : 40 joueurs de milieu de terrain et 20 joueurs de périphérie (ailiers).



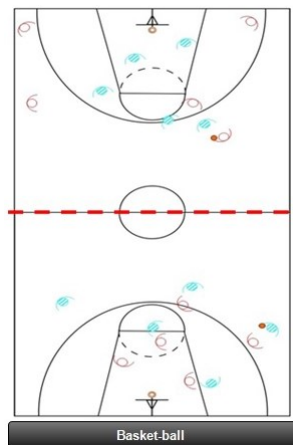
1.3. *Basket-ball*

Notre analyse prendra en considération :

- La dimension moyenne de l'espace ($26 \times 14 = 364 \text{ m}^2$) ;
- La dimension de l'espace individuel : $364 / (10j + 2ar) = 30,33 \text{ m}^2$;
- a)** La variable étudiée (dépendante) : les différences inter-sujets au niveau des marqueurs de notre étude ;
- b)** Les variables explicatives (indépendantes) :
 - a. Rôle stratégique ;
 - b. Espace d'action (d'interaction) ;
 - c. Distance de charge ;
 - d. Position de la cible objet d'attention (ballon).

Nombre de sujets pour l'étude

Nous avons travaillé auprès de 60 sujets répartis en deux catégories : 20 joueurs de milieu de terrain et 40 joueurs de périphérie (ailiers).

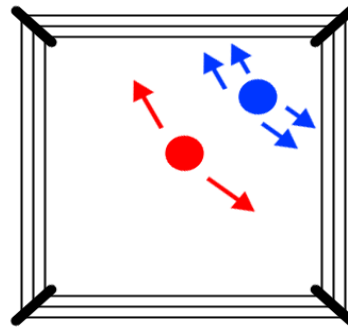
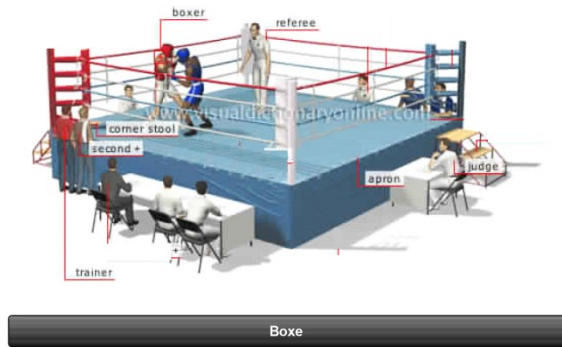


2. DOMAINE D'ACTION : $\bar{I}PA$ (sport d'opposition)

2.1. La Boxe anglaise et française

Notre analyse prendra en considération :

- La dimension moyenne de l'espace ($5,5 \times 5,5 = 30,25 \text{ m}^2$) ;
- La dimension de l'espace individuel : $30,25 / (1 \text{ arbitre de surface}) = 10,08 \text{ m}^2$.
- a)** La variable étudiée : les différences inter-sujets au niveau des marqueurs de notre étude ;
- b)** Les variables explicatives :
 - Nombre d'acteurs ;
 - Espace d'action (d'interaction) ;

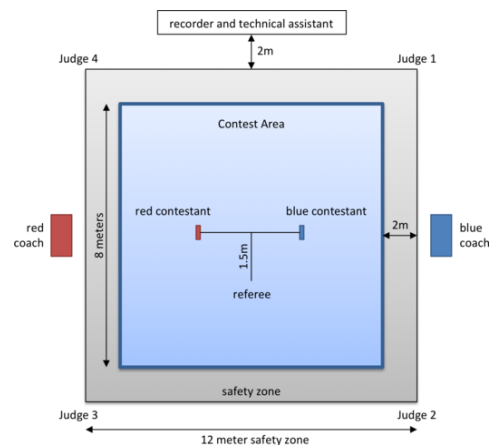


Nombre de sujets pour l'étude

Nous avons travaillé auprès d'un échantillon : $n \geq 40$ sujets

2.2. Taekwondo

- Nombre d'acteurs ;
- Espace d'action (d'interaction) ;
- Distance de charge.



3. DOMAINE D'ACTION : $\overline{IP\bar{A}}$ (action psychomotrice en co-motricité simultanée)

3.1. Courses en couloir (Athlétisme)

Notre analyse prendra en considération :

- a) La dimension de l'espace individuel ($100 \times 1,17 = 117 \text{ m}^2$) ;
- b) La variable étudiée : les différences inter-sujets au niveau des marqueurs de notre étude ;
- c) Les variables explicatives :
 - Nombre d'acteurs ;
 - Espace d'action (d'interaction) ;
 - Distance de charge ;

Nombre de sujets pour l'étude

Nous avons travaillé auprès d'un échantillon : $n \geq 40$ sujets

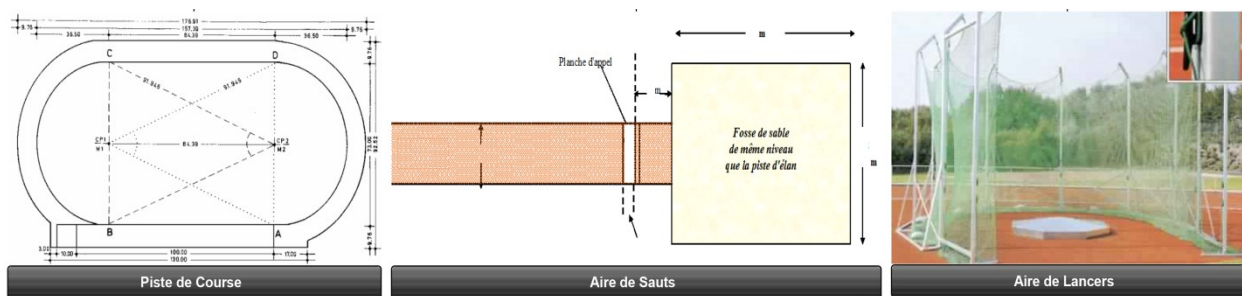
3.2. Courses en couloir (Athlétisme) $\overline{IP\overline{A}}$ (psychomotricité avec comotricité alternée)

Notre analyse prendra en considération :

- a) La dimension de l'espace individuel (moyenne des espaces individuels de chaque type d'action motrice choisie) ;
- b) La variable étudiée : les réponses (décisions motrices) des sujets au niveau des marqueurs de notre étude ;
- c) Les variables explicatives :
 - La nature de l'action motrice (l'automatisme, par exemple) ;
 - L'interaction avec l'espace et ou l'engin.

Nombre de sujets pour l'étude

Nous avons travaillé avec un échantillon : $n \geq 40$ sujets



4. LE GROUPE DE CONTROLE

L'expérimentation a été menée auprès d'étudiants ingénieurs n'ayant aucune activité physique régulière.

Nous avons travaillé auprès d'un échantillon : $n \geq 40$ sujets.

5. Auto-efficacité liée à la résolution de problèmes (Bandura, 2006, p. 324)

Indiquez le niveau de votre confiance en vos possibilités pour résoudre un problème académique complexe.

Marquez le niveau de votre confiance en mettant une croix (X) dans la case adéquate de 0 à 100 sur l'échelle suivante :

0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Je ne peux pas du tout faire					Je peux moyennement faire					Je suis sûr que je peux faire

			Confiance (0 – 100)
Je peux résoudre	10 %	des problèmes	-----
//	20 %	//	-----
//	30 %	//	-----
//	40 %	//	-----
//	50 %	//	-----
//	60 %	//	-----
//	70 %	//	-----
//	80 %	//	-----
//	90 %	//	-----
//	100 %	//	-----

Annexe 2

Chapitre 5 : Résultats des tests B-percept[®] : Temps de réactions simples et complexes

1. Mesure : Temps de réaction visuel simple

Tableau 5.1 : Comparaison des moyennes des résultats des groupes en fonction du domaine d'action durant 100 mesures au test de TRVS

Comparaisons multiples

Post hoc : Bonferroni

(I) Groupes étudiés	(J) Groupes étudiés	Différence des moyennes (I-J)	ESM	Sig.	Intervalle de confiance à 95 %	
					Borne inf.	Borne sup.
Athlétisme	Sports de combat	,00377762	,003343699	1,000	-,00613201	,01368726
	Football	-,00096556	,003364510	1,000	-,01093688	,00900575
	Handball	,00585690	,003535945	1,000	-,00462249	,01633629
	Basket-ball	-,01276639	,003732133	,011	-,02382722	-,00170556
	Non-sportifs	-,03115712	,003595191	,000	-,04181210	-,02050214
Sports de combat	Athlétisme	-,00377762	,003343699	1,000	-,01368726	,00613201
	Football	-,00474319	,003564289	1,000	-,01530658	,00582021
	Handball	,00207928	,003726545	1,000	-,00896499	,01312354
	Basket-ball	-,01654401	,003913189	,000	-,02814143	-,00494659
	Non-sportifs	-,03493474	,003782807	,000	-,04614575	-,02372373
Football	Athlétisme	,00096556	,003364510	1,000	-,00900575	,01093688
	Sports de combat	,00474319	,003564289	1,000	-,00582021	,01530658
	Handball	,00682246	,003745229	1,000	-,00427718	,01792210
	Basket-ball	-,01180083	,003930986	,044	-,02345099	-,00015066
	Non-sportifs	-,03019156	,003801215	,000	-,04145712	-,01892599
Handball	Athlétisme	-,00585690	,003535945	1,000	-,01633629	,00462249
	Sports de combat	-,00207928	,003726545	1,000	-,01312354	,00896499
	Football	-,00682246	,003745229	1,000	-,01792210	,00427718
	Basket-ball	-,01862329	,004078680	,000	-,03071117	-,00653541
	Non-sportifs	-,03701402	,003953759	,000	-,04873168	-,02529636
Basket-ball	Athlétisme	,01276639	,003732133	,011	,00170556	,02382722
	Sports de combat	,01654401	,003913189	,000	,00494659	,02814143
	Football	,01180083	,003930986	,044	,00015066	,02345099
	Handball	,01862329	,004078680	,000	,00653541	,03071117
	Non-sportifs	-,01839073	,004130148	,000	-,03063115	-,00615032
Non-sportifs	Athlétisme	,03115712	,003595191	,000	,02050214	,04181210
	Sports de combat	,03493474	,003782807	,000	,02372373	,04614575
	Football	,03019156	,003801215	,000	,01892599	,04145712
	Handball	,03701402	,003953759	,000	,02529636	,04873168
	Basket-ball	,01839073	,004130148	,000	,00615032	,03063115

2. Mesure : Temps de réaction auditif simple

Tableau 5. 2 : Comparaison des moyennes des résultats des groupes en fonction du domaine d'action durant 100 mesures au test de TRAS

Comparaisons multiples

Post hoc : Bonferroni

(I) Groupes étudiés	(J) Groupes étudiés	Différence des moyennes (I-J)	ESM	Sig.	Intervalle de confiance à 95 %	
					Borne inf.	Borne sup.
Athlétisme	Sports de combat	-, 00137128	, 003016985	1,000	-, 01031264	, 00757008
	Football	-, 01279905	, 003035763	, 001	-, 02179607	-, 00380204
	Handball	-, 01152638	, 003190446	, 005	-, 02098183	-, 00207093
	Basket-ball	-, 01218812	, 003367465	, 005	-, 02216819	-, 00220805
	Non-sportifs	-, 03059465	, 003243904	, 000	-, 04020852	-, 02098077
Sports de combat	Athlétisme	, 00137128	, 003016985	1,000	-, 00757008	, 01031264
	Football	-, 01142777	, 003216021	, 007	-, 02095901	-, 00189653
	Handball	-, 01015510	, 003362423	, 042	-, 02012022	-, 00018997
	Basket-ball	-, 01081684	, 003530830	, 036	-, 02128107	-, 00035261
	Non-sportifs	-, 02922337	, 003413188	, 000	-, 03933894	-, 01910779
Football	Athlétisme	, 01279905	, 003035763	, 001	, 00380204	, 02179607
	Sports de combat	, 01142777	, 003216021	, 007	, 00189653	, 02095901
	Handball	, 00127267	, 003379282	1,000	-, 00874242	, 01128777
	Basket-ball	, 00061093	, 003546888	1,000	-, 00990089	, 01112276
	Non-sportifs	-, 01779560	, 003429797	, 000	-, 02796040	-, 00763079
Handball	Athlétisme	, 01152638	, 003190446	, 005	, 00207093	, 02098183
	Sports de combat	, 01015510	, 003362423	, 042	, 00018997	, 02012022
	Football	-, 00127267	, 003379282	1,000	-, 01128777	, 00874242
	Basket-ball	-, 00066174	, 003680151	1,000	-, 01156851	, 01024503
	Non-sportifs	-, 01906827	, 003567436	, 000	-, 02964099	-, 00849555
Basket-ball	Athlétisme	, 01218812	, 003367465	, 005	, 00220805	, 02216819
	Sports de combat	, 01081684	, 003530830	, 036	, 00035261	, 02128107
	Football	-, 00061093	, 003546888	1,000	-, 01112276	, 00990089
	Handball	, 00066174	, 003680151	1,000	-, 01024503	, 01156851
	Non-sportifs	-, 01840653	, 003726590	, 000	-, 02945093	-, 00736213
Non-sportifs	Athlétisme	, 03059465	, 003243904	, 000	, 02098077	, 04020852
	Sports de combat	, 02922337	, 003413188	, 000	, 01910779	, 03933894
	Football	, 01779560	, 003429797	, 000	, 00763079	, 02796040
	Handball	, 01906827	, 003567436	, 000	, 00849555	, 02964099
	Basket-ball	, 01840653	, 003726590	, 000	, 00736213	, 02945093

3. Mesure : Temps de réaction visuel complexe

Tableau 5.3 : Comparaison des moyennes des résultats des groupes en fonction du domaine d'action durant 100 mesures au test de TRVC

Comparaisons multiples

Post hoc : Bonferroni

(I) Groupes étudiés	(J) Groupes étudiés	Différence des moyennes (I-J)	ESM	Sig.	Intervalle de confiance à 95 %	
					Borne inf.	Borne sup.
Athlétisme	Sports de combat	,03822640	,004682367	,000	,02434938	,05210341
	Football	,01617059	,004711510	,011	,00220721	,03013398
	Handball	-,00421297	,004951580	1,000	-,01888784	,01046191
	Basket-ball	-,03529325	,005226313	,000	-,05078234	-,01980416
	G-Conrôle	-,08766868	,005034546	,000	-,10258944	-,07274792
Sports de combat	Athlétisme	-,03822640	,004682367	,000	-,05210341	-,02434938
	Football	-,02205580	,004991272	,000	-,03684831	-,00726330
	Handball	-,04243936	,005218488	,000	-,05790526	-,02697346
	Basket-ball	-,07351964	,005479856	,000	-,08976015	-,05727913
	Non-sportifs	-,12589508	,005297275	,000	-,14159447	-,11019568
Football	Athlétisme	-,01617059	,004711510	,011	-,03013398	-,00220721
	Sports de combat	,02205580	,004991272	,000	,00726330	,03684831
	Handball	-,02038356	,005244653	,002	-,03592700	-,00484011
	Basket-ball	-,05146384	,005504778	,000	-,06777821	-,03514947
	Non-sportifs	-,10383927	,005323052	,000	-,11961507	-,08806348
Handball	Athlétisme	,00421297	,004951580	1,000	-,01046191	,01888784
	Sports de combat	,04243936	,005218488	,000	,02697346	,05790526
	Football	,02038356	,005244653	,002	,00484011	,03592700
	Basket-ball	-,03108028	,005711602	,000	-,04800761	-,01415295
	Non-sportifs	-,08345571	,005536669	,000	-,09986460	-,06704683
Basket-ball	Athlétisme	,03529325	,005226313	,000	,01980416	,05078234
	Sports de combat	,07351964	,005479856	,000	,05727913	,08976015
	Football	,05146384	,005504778	,000	,03514947	,06777821
	Handball	,03108028	,005711602	,000	,01415295	,04800761
	Non-sportifs	-,05237543	,005783676	,000	-,06951637	-,03523450
Non-sportifs	Athlétisme	,08766868	,005034546	,000	,07274792	,10258944
	Sports de combat	,12589508	,005297275	,000	,11019568	,14159447
	Football	,10383927	,005323052	,000	,08806348	,11961507
	Handball	,08345571	,005536669	,000	,06704683	,09986460
	Basket-ball	,05237543	,005783676	,000	,03523450	,06951637

4. Mesure : Temps de réaction mixte

Tableau 5.4 : Comparaison des moyennes des résultats des groupes en fonction du domaine d'action durant 100 mesures au test de TRMX

Comparaisons multiples

Post hoc : Bonferroni

(I) Groupes étudiés	(J) Groupes étudiés	Différence des moyennes (I-J)	ESM	Sig.	Intervalle de confiance à 95 %	
					Borne inf.	Borne sup.
Athlétisme	Sports de combat	,04576447	,005491215	,000	,02949029	,06203864
	Football	,02624330	,005525393	,000	,00986783	,04261877
	Handball	,03357588	,005806933	,000	,01636602	,05078574
	Basket-ball	,02955431	,006129125	,000	,01138958	,04771904
	Non-sportifs	,02456200	,005904230	,001	,00706378	,04206022
Sports de combat	Athlétisme	-,04576447	,005491215	,000	-,06203864	-,02949029
	Football	-,01952117	,005853482	,015	-,03686898	-,00217335
	Handball	-,01218858	,006119947	,713	-,03032612	,00594895
	Basket-ball	-,01621015	,006426465	,184	-,03525611	,00283580
	Non-sportifs	-,02120247	,006212344	,011	-,03961383	-,00279110
Football	Athlétisme	-,02624330	,005525393	,000	-,04261877	-,00986783
	Sports de combat	,01952117	,005853482	,015	,00217335	,03686898
	Handball	,00733258	,006150632	1,000	-,01089589	,02556106
	Basket-ball	,00331101	,006455693	1,000	-,01582156	,02244359
	Non-sportifs	-,00168130	,006242575	1,000	-,02018226	,01681966
Handball	Athlétisme	-,03357588	,005806933	,000	-,05078574	-,01636602
	Sports de combat	,01218858	,006119947	,713	-,00594895	,03032612
	Football	-,00733258	,006150632	1,000	-,02556106	,01089589
	Basket-ball	-,00402157	,006698244	1,000	-,02387299	,01582985
	Non-sportifs	-,00901388	,006493092	1,000	-,02825730	,01022953
Basket-ball	Athlétisme	-,02955431	,006129125	,000	-,04771904	-,01138958
	Sports de combat	,01621015	,006426465	,184	-,00283580	,03525611
	Football	-,00331101	,006455693	1,000	-,02244359	,01582156
	Handball	,00402157	,006698244	1,000	-,01582985	,02387299
	Non-sportifs	-,00499231	,006782768	1,000	-,02509423	,01510961
Non-sportifs	Athlétisme	-,02456200	,005904230	,001	-,04206022	-,00706378
	Sports de combat	,02120247	,006212344	,011	,00279110	,03961383
	Football	,00168130	,006242575	1,000	-,01681966	,02018226
	Handball	,00901388	,006493092	1,000	-,01022953	,02825730
	Basket-ball	,00499231	,006782768	1,000	-,01510961	,02509423

Annexe 3

Chapitre 6 : Résultats des tests B-percept[®] : Prédictions des scores

1. Comparaisons multiples des prédictions au test TRVS par algorithme

Post hoc Bonferroni

Variable dépendante	(I) Sujet	(J) Sujet	Diff. (I-J)	ESM	Sign	Intervalle de confiance à 95 %	
						Borne inf.	Borne sup.
Av_TRVS	Athlétisme	Spts de combat	-2,7892	3,0926	1,000	-11,561	5,982
		Football	2,2997	3,1319	1,000	-6,583	11,183
		Handball	-2,0791	3,2448	1,000	-11,282	7,124
		Basket-ball	2,7542	3,4519	1,000	-7,036	12,545
	Spts de combat	Athlétisme	2,7892	3,0926	1,000	-5,982	11,561
		Football	5,0889	3,3155	1,000	-4,315	14,493
		Handball	,7101	3,4225	1,000	-8,997	10,417
		Basket-ball	5,5435	3,6194	1,000	-4,722	15,809
	Football	Athlétisme	-2,2997	3,1319	1,000	-11,183	6,583
		Spts de combat	-5,0889	3,3155	1,000	-14,493	4,315
		Handball	-4,3788	3,4580	1,000	-14,187	5,429
		Basket-ball	,4545	3,6530	1,000	-9,906	10,815
	Handball	Athlétisme	2,0791	3,2448	1,000	-7,124	11,282
		Spts de combat	-, 7101	3,4225	1,000	-10,417	8,997
		Football	4,3788	3,4580	1,000	-5,429	14,187
		Basket-ball	4,8333	3,7503	1,000	-5,804	15,470
	Basket-ball	Athlétisme	-2,7542	3,4519	1,000	-12,545	7,036
		Spts de combat	-5,5435	3,6194	1,000	-15,809	4,722
		Football	-, 4545	3,6530	1,000	-10,815	9,906
		Handball	-4,8333	3,7503	1,000	-15,470	5,804
Apr_TRVS	Athlétisme	Spts de combat	-, 5018	2,3950	1,000	-7,295	6,291
		Football	-, 1263	2,4254	1,000	-7,005	6,753
		Handball	-, 0960	2,5128	1,000	-7,223	7,031
		Basket-ball	7,2685	2,6732	,071	-,313	14,850
	Spts de combat	Athlétisme	, 5018	2,3950	1,000	-6,291	7,295
		Football	,3755	2,5676	1,000	-6,907	7,658
		Handball	,4058	2,6504	1,000	-7,111	7,923
		Basket-ball	7,7704	2,8029	,061	-,179	15,720

	Football	Athlétisme	, 1263	2,4254	1,000	-6,753	7,005
		Spts de combat	-, 3755	2,5676	1,000	-7,658	6,907
		Handball	,0303	2,6779	1,000	-7,565	7,626
		Basket-ball	7,3949	2,8289	,096	-,629	15,418
	Handball	Athlétisme	, 0960	2,5128	1,000	-7,031	7,223
		Spts de combat	-, 4058	2,6504	1,000	-7,923	7,111
		Football	-, 0303	2,6779	1,000	-7,626	7,565
		Basket-ball	7,3646	2,9042	,119	-,873	15,602
	Basket-ball	Athlétisme	-7,2685	2,6732	, 071	-14,850	, 313
		Spts de combat	-7,7704	2,8029	, 061	-15,720	, 179
		Football	-7,3949	2,8289	, 096	-15,418	, 629
		Handball	-7,3646	2,9042	, 119	-15,602	, 873
RR_TRVS	Athlétisme	Spts de combat	-, 1710	1,8076	1,000	-5,298	4,956
		Football	-2,6660	1,8305	1,000	-7,858	2,526
		Handball	-2,8053	1,8966	1,000	-8,185	2,574
		Basket-ball	3,0016	2,0176	1,000	-2,721	8,724
	Spts de combat	Athlétisme	, 1710	1,8076	1,000	-4,956	5,298
		Football	-2,4951	1,9379	1,000	-7,992	3,001
		Handball	-2,6343	2,0004	1,000	-8,308	3,039
		Basket-ball	3,1726	2,1155	1,000	-2,828	9,173
	Football	Athlétisme	2,6660	1,8305	1,000	-2,526	7,858
		Spts de combat	2,4951	1,9379	1,000	-3,001	7,992
		Handball	-,1393	2,0211	1,000	-5,872	5,593
		Basket-ball	5,6676	2,1351	,085	-,388	11,723
	Handball	Athlétisme	2,8053	1,8966	1,000	-2,574	8,185
		Spts de combat	2,6343	2,0004	1,000	-3,039	8,308
		Football	,1393	2,0211	1,000	-5,593	5,872
		Basket-ball	5,8069	2,1920	,087	-,410	12,024
Basket-ball	Athlétisme	-3,0016	2,0176	1,000	-8,724	2,721	
	Spts de combat	-3,1726	2,1155	1,000	-9,173	2,828	
	Football	-5,6676	2,1351	, 085	-11,723	, 388	
	Handball	-5,8069	2,1920	, 087	-12,024	, 410	

2. Comparaisons multiples des prédictions au test TRAS par algorithme moteur

Post hoc Bonferroni

Variable dépendante	(I) Sujet	(J) Sujet	Diff. (I-J)	ESM	Sign	Intervalle de confiance à 95 %	
						Borne inf.	Borne sup.
Av_TRVS	Athlétisme	Spts de combat	-1,3338	3,3464	1,000	-10,825	8,158
		Football	1,2057	3,3889	1,000	-8,406	10,818
		Handball	2,4120	3,5111	1,000	-7,547	12,371
		Basket-ball	10,6091	3,7352	,049	,015	21,203
	Spts de combat	Athlétisme	1,3338	3,3464	1,000	-8,158	10,825
		Football	2,5395	3,5876	1,000	-7,636	12,715
		Handball	3,7458	3,7033	1,000	-6,758	14,250
		Basket-ball	11,9429	3,9164	,026	,835	23,051
	Football	Athlétisme	-1,2057	3,3889	1,000	-10,818	8,406
		Spts de combat	-2,5395	3,5876	1,000	-12,715	7,636
		Handball	1,2063	3,7417	1,000	-9,406	11,819
		Basket-ball	9,4034	3,9527	,182	-1,808	20,615
	Handball	Athlétisme	-2,4120	3,5111	1,000	-12,371	7,547
		Spts de combat	-3,7458	3,7033	1,000	-14,250	6,758
		Football	-1,2063	3,7417	1,000	-11,819	9,406
		Basket-ball	8,1971	4,0580	,446	-3,313	19,707
	Basket-ball	Athlétisme	-10,6091	3,7352	,049	-21,203	-,015
		Spts de combat	-11,9429	3,9164	,026	-23,051	-,835
		Football	-9,4034	3,9527	,182	-20,615	1,808
		Handball	-8,1971	4,0580	,446	-19,707	3,313
Apr_TRVS	Athlétisme	Spts de combat	3,9068	2,6032	1,000	-3,477	11,290
		Football	-,2978	2,6362	1,000	-7,775	7,179
		Handball	,3555	2,7313	1,000	-7,391	8,102
		Basket-ball	10,0318	2,9056	,007	1,791	18,273
	Spts de combat	Athlétisme	-3,9068	2,6032	1,000	-11,290	3,477
		Football	-4,2045	2,7908	1,000	-12,120	3,711
		Handball	-3,5513	2,8808	1,000	-11,722	4,619
		Basket-ball	6,1250	3,0465	,456	-2,516	14,766

	Football	Athlétisme	, 2978	2,6362	1,000	-7,179	7,775
		Spts de combat	4,2045	2,7908	1,000	-3,711	12,120
		Handball	, 6533	2,9107	1,000	-7,602	8,909
		Basket-ball	10,3295	3,0748	, 009	1,609	19,051
	Handball	Athlétisme	-, 3555	2,7313	1,000	-8,102	7,391
		Spts de combat	3,5513	2,8808	1,000	-4,619	11,722
		Football	-, 6533	2,9107	1,000	-8,909	7,602
		Basket-ball	9,6763	3,1567	, 025	, 723	18,630
	Basket-ball	Athlétisme	-10,0318	2,9056	, 007	-18,273	-1,791
		Spts de combat	-6,1250	3,0465	, 456	-14,766	2,516
		Football	-10,3295	3,0748	, 009	-19,051	-1,609
		Handball	-9,6763	3,1567	, 025	-18,630	-, 723
RR_TRVS	Athlétisme	Spts de combat	6,0497	1,6383	, 003	1,403	10,696
		Football	-1,2477	1,6591	1,000	-5,953	3,458
		Handball	-1,2017	1,7190	1,000	-6,077	3,674
		Basket-ball	13,4370	1,8286	, 000	8,250	18,624
	Spts de combat	Athlétisme	-6,0497	1,6383	, 003	-10,696	-1,403
		Football	-7,2974	1,7564	, 000	-12,279	-2,316
		Handball	-7,2514	1,8130	, 001	-12,394	-2,109
		Basket-ball	7,3872	1,9174	, 002	1,949	12,825
	Football	Athlétisme	1,2477	1,6591	1,000	-3,458	5,953
		Spts de combat	7,2974	1,7564	, 000	2,316	12,279
		Handball	, 0460	1,8318	1,000	-5,150	5,242
		Basket-ball	14,6847	1,9351	, 000	9,196	20,173
	Handball	Athlétisme	1,2017	1,7190	1,000	-3,674	6,077
		Spts de combat	7,2514	1,8130	, 001	2,109	12,394
		Football	-, 0460	1,8318	1,000	-5,242	5,150
		Basket-ball	14,6386	1,9867	, 000	9,004	20,273
Basket-ball	Athlétisme	-13,4370	1,8286	, 000	-18,624	-8,250	
	Spts de combat	-7,3872	1,9174	, 002	-12,825	-1,949	
	Football	-14,6847	1,9351	, 000	-20,173	-9,196	
	Handball	-14,6386	1,9867	, 000	-20,273	-9,004	

3. Comparaisons multiples des prédictions au test TRVC par algorithme moteur

Post hoc Bonferroni

Variable dépendante	(I) Sujet	(J) Sujet	Diff. (I-J)	ESM	Sign	Intervalle de confiance à 95 %	
						Borne inf.	Borne sup.
Av_TRVS	Athlétisme	Spts de combat	, 1676	2,2240	1,000	-6,140	6,476
		Football	, 3159	2,2522	1,000	-6,072	6,704
		Handball	-, 4650	2,3335	1,000	-7,083	6,153
		Basket-ball	14,0943	2,4824	,000	7,054	21,135
	Spts de combat	Athlétisme	-, 1676	2,2240	1,000	-6,476	6,140
		Football	,1482	2,3843	1,000	-6,614	6,911
		Handball	-,6327	2,4612	1,000	-7,613	6,348
		Basket-ball	13,9266	2,6028	,000	6,544	21,309
	Football	Athlétisme	-, 3159	2,2522	1,000	-6,704	6,072
		Spts de combat	-, 1482	2,3843	1,000	-6,911	6,614
		Handball	-,7809	2,4867	1,000	-7,834	6,272
		Basket-ball	13,7784	2,6270	,000	6,328	21,229
	Handball	Athlétisme	, 4650	2,3335	1,000	-6,153	7,083
		Spts de combat	, 6327	2,4612	1,000	-6,348	7,613
		Football	,7809	2,4867	1,000	-6,272	7,834
		Basket-ball	14,5593	2,6969	,000	6,910	22,209
	Basket-ball	Athlétisme	-14,0943	2,4824	, 000	-21,135	-7,054
		Spts de combat	-13,9266	2,6028	, 000	-21,309	-6,544
		Football	-13,7784	2,6270	, 000	-21,229	-6,328
		Handball	-14,5593	2,6969	, 000	-22,209	-6,910
Apr_TRVS	Athlétisme	Spts de combat	, 8077	1,6336	1,000	-3,826	5,441
		Football	, 9183	1,6544	1,000	-3,774	5,611
		Handball	,7062	1,7140	1,000	-4,155	5,568
		Basket-ball	12,8729	1,8234	,000	7,701	18,045
	Spts de combat	Athlétisme	-, 8077	1,6336	1,000	-5,441	3,826
		Football	,1107	1,7514	1,000	-4,857	5,078
		Handball	-,1014	1,8078	1,000	-5,229	5,026
		Basket-ball	12,0652	1,9119	,000	6,643	17,488
	Football	Athlétisme	-, 9183	1,6544	1,000	-5,611	3,774
		Spts de combat	-, 1107	1,7514	1,000	-5,078	4,857
		Handball	-,2121	1,8266	1,000	-5,393	4,969
		Basket-ball	11,9545	1,9296	,000	6,482	17,427

	Handball	Athlétisme	-, 7062	1,7140	1,000	-5,568	4,155
		Spts de combat	, 1014	1,8078	1,000	-5,026	5,229
		Football	,2121	1,8266	1,000	-4,969	5,393
		Basket-ball	12,1667	1,9810	,000	6,548	17,785
	Basket-ball	Athlétisme	-12,8729	1,8234	, 000	-18,045	-7,701
		Spts de combat	-12,0652	1,9119	, 000	-17,488	-6,643
		Football	-11,9545	1,9296	, 000	-17,427	-6,482
		Handball	-12,1667	1,9810	, 000	-17,785	-6,548
RR_TRVS	Athlétisme	Spts de combat	, 2262	1,4476	1,000	-3,879	4,332
		Football	1,6837	1,4659	1,000	-2,474	5,842
		Handball	1,9174	1,5188	1,000	-2,390	6,225
		Basket-ball	13,0985	1,6157	,000	8,516	17,681
	Spts de combat	Athlétisme	-, 2262	1,4476	1,000	-4,332	3,879
		Football	1,4575	1,5519	1,000	-2,944	5,859
		Handball	1,6912	1,6019	1,000	-2,852	6,235
		Basket-ball	12,8723	1,6941	,000	8,067	17,677
	Football	Athlétisme	-1,6837	1,4659	1,000	-5,842	2,474
		Spts de combat	-1,4575	1,5519	1,000	-5,859	2,944
		Handball	,2337	1,6186	1,000	-4,357	4,824
		Basket-ball	11,4148	1,7098	,000	6,565	16,264
	Handball	Athlétisme	-1,9174	1,5188	1,000	-6,225	2,390
		Spts de combat	-1,6912	1,6019	1,000	-6,235	2,852
		Football	-,2337	1,6186	1,000	-4,824	4,357
		Basket-ball	11,1811	1,7554	,000	6,202	16,160
	Basket-ball	Athlétisme	-13,0985	1,6157	, 000	-17,681	-8,516
		Spts de combat	-12,8723	1,6941	, 000	-17,677	-8,067
		Football	-11,4148	1,7098	, 000	-16,264	-6,565
		Handball	-11,1811	1,7554	, 000	-16,160	-6,202

4. Comparaisons multiples des prédictions au test TRMX par algorithme moteur

Post hoc Bonferroni

Variable dépendante	(I) Sujet	(J) Sujet	Diff. (I-J)	ESM	Sign	Intervalle de confiance à 95 %	
						Borne inf.	Borne sup.
Av_TRVS	Athlétisme	Spts de combat	-, 0129	1,8544	1,000	-5,273	5,247
		Football	-, 5663	1,8780	1,000	-5,893	4,760
		Handball	-, 3390	1,9457	1,000	-5,858	5,180
		Basket-ball	5,9110	2,0699	,047	,040	11,782
	Spts de combat	Athlétisme	, 0129	1,8544	1,000	-5,247	5,273
		Football	-, 5534	1,9881	1,000	-6,192	5,085
		Handball	-, 3261	2,0522	1,000	-6,147	5,495
		Basket-ball	5,9239	2,1703	,069	-,232	12,079
	Football	Athlétisme	, 5663	1,8780	1,000	-4,760	5,893
		Spts de combat	, 5534	1,9881	1,000	-5,085	6,192
		Handball	,2273	2,0735	1,000	-5,654	6,108
		Basket-ball	6,4773	2,1904	,035	,265	12,690
	Handball	Athlétisme	, 3390	1,9457	1,000	-5,180	5,858
		Spts de combat	, 3261	2,0522	1,000	-5,495	6,147
		Football	-,2273	2,0735	1,000	-6,108	5,654
		Basket-ball	6,2500	2,2488	,059	-,128	12,628
	Basket-ball	Athlétisme	-5,9110	2,0699	, 047	-11,782	-, 040
		Spts de combat	-5,9239	2,1703	, 069	-12,079	, 232
		Football	-6,4773	2,1904	, 035	-12,690	-, 265
		Handball	-6,2500	2,2488	, 059	-12,628	, 128
Apr_TRVS	Athlétisme	Spts de combat	-, 0262	1,5258	1,000	-4,354	4,301
		Football	-, 0123	1,5451	1,000	-4,395	4,370
		Handball	-,3433	1,6009	1,000	-4,884	4,197
		Basket-ball	7,8257	1,7030	,000	2,995	12,656
	Spts de combat	Athlétisme	, 0262	1,5258	1,000	-4,301	4,354
		Football	,0138	1,6357	1,000	-4,626	4,653
		Handball	-,3172	1,6885	1,000	-5,106	4,472
		Basket-ball	7,8519	1,7856	,000	2,787	12,916
	Football	Athlétisme	, 0123	1,5451	1,000	-4,370	4,395
		Spts de combat	-, 0138	1,6357	1,000	-4,653	4,626
		Handball	-,3310	1,7060	1,000	-5,170	4,508
		Basket-ball	7,8381	1,8022	,000	2,726	12,950

	Handball	Athlétisme	, 3433	1,6009	1,000	-4,197	4,884
		Spts de combat	, 3172	1,6885	1,000	-4,472	5,106
		Football	,3310	1,7060	1,000	-4,508	5,170
		Basket-ball	8,1691	1,8502	,000	2,921	13,417
	Basket-ball	Athlétisme	-7,8257	1,7030	, 000	-12,656	-2,995
		Spts de combat	-7,8519	1,7856	, 000	-12,916	-2,787
		Football	-7,8381	1,8022	, 000	-12,950	-2,726
		Handball	-8,1691	1,8502	, 000	-13,417	-2,921
RR_TRVS	Athlétisme	Spts de combat	, 8257	1,2888	1,000	-2,830	4,481
		Football	1,0520	1,3051	1,000	-2,650	4,754
		Handball	1,3090	1,3522	1,000	-2,526	5,144
		Basket-ball	11,7537	1,4385	,000	7,674	15,834
	Spts de combat	Athlétisme	-, 8257	1,2888	1,000	-4,481	2,830
		Football	,2263	1,3817	1,000	-3,693	4,145
		Handball	,4833	1,4262	1,000	-3,562	4,528
		Basket-ball	10,9280	1,5083	,000	6,650	15,206
	Football	Athlétisme	-1,0520	1,3051	1,000	-4,754	2,650
		Spts de combat	-, 2263	1,3817	1,000	-4,145	3,693
		Handball	,2570	1,4410	1,000	-3,830	4,344
		Basket-ball	10,7017	1,5223	,000	6,384	15,019
	Handball	Athlétisme	-1,3090	1,3522	1,000	-5,144	2,526
		Spts de combat	-, 4833	1,4262	1,000	-4,528	3,562
		Football	-,2570	1,4410	1,000	-4,344	3,830
		Basket-ball	10,4447	1,5628	,000	6,012	14,877
	Basket-ball	Athlétisme	-11,7537	1,4385	, 000	-15,834	-7,674
		Spts de combat	-10,9280	1,5083	, 000	-15,206	-6,650
		Football	-10,7017	1,5223	, 000	-15,019	-6,384
		Handball	-10,4447	1,5628	, 000	-14,877	-6,012

Annexe 4

Entretien

Sujet	Domaine	H1 : Complexité vs Simplicité de la tâche		H2 : Activité pratiquée vs B-percept®		
		Difficultés de la tâche	Classement des tâches selon le degré de la difficulté perçue	Représentations de l'effort dans son domaine de pratique	Représentation de la nature de l'effort dans son domaine	Représentations des effets de l'activité pratiquée sur les compétences perceptives
		Lequel des tests que vous avez subis était le plus facile pour vous : a) détecter le signal visuel parmi les huit directions ? b) détecter le signal auditif parmi les huit directions ? c) détecter le signal mixte auditif visuel parmi les huit directions ?	1 (très facile)..... 2 (difficile)..... 3 (très difficile).....	Pensez-vous que le sport que vous pratiquez est complexe et qu'il demande de l'effort ? oui non..... (relance)	Quel type d'effort est le plus sollicité par votre activité sportive a) mental :..... b) Physique :... c) Le deux :...	Pensez-vous que (votre spécialité) vous aide à détecter les signaux : a) Visuels simples : (tel que les feux de la circulation par exemple) b) Visuels complexes : (détecter des sources de lumière brèves dans l'espace) c) Auditifs complexes :.. (décerner un son parmi d'autres). d) Mixtes : (arriver à faire tout...)

Anis	S1	∅	Ils ne sont pas tous très difficiles [silence], mais je crois celui qui demandait le moins d'effort c'est le mixte (quand vous dite moins d'effort pour parler de physique ou de mental).. [Réflexion.. Regarde à droite] je dirais mental, car au niveau physique ce n'est qu'à le fin qu'on sent un peu de fatigue aux jambes à force de tourner sur place. Je parle de fatigue mentale de concentration.	je dirais le mixte est le plus facile, car même si je ne vois pas la lumière le son m'indique la direction. Après l'auditif ensuite le visuel	non pas complexe, mais très technique. Mon sport demande beaucoup de répétitions de gestes simples, mais que je dois faire à grande vitesse (donc il demande de la concentration) oui	mon sport demande de l'effort physique et mental (aussi bien à l'entraînement qu'à la compétition ?) pas vraiment non à la compétition on se concentre au début ensuite on sent rien tout se passe vite et on n'a pas le temps de réfléchir.	dans nos entraînements on apprend à détecter des signaux auditifs et à réagir vite c'est pour cela que les signaux auditifs m'aident beaucoup (alors vous aurait pu être plus à l'aise en auditif que tous les autres) oui, mais dans le mixte le signal visuel m'a aidé aussi, car j'ai utilisé mes deux sens pour réagir.
Omar	S2	∅	Pour moi le test visuel était le plus facile (cela veut dire que vous êtes plus à solliciter le vision plus que l'audition) oui je n'ai pas pu me concentrer sur le signal auditif et quand il s'agit de signal mixte le sont m'a souvent perturbé.	le visuel, ouii, le mixte enfin l'auditif (et pourtant dans votre spécialité vous utiliser plutôt l'auditif) c'est vrai, mais c'est différent, car on doit attendre un seul signal et réagir en fonction. Mais quand il s'agit de plusieurs signaux cela devient difficile	non il n'est pas complexe. (demande-t-il un effort plus important que le test B-percept®) oui physiquement l'effort est beaucoup plus important, mais mentalement non, car il demande de la concentration pour un moment ensuite tout devient automatique	physique, mais souvent on doit être bien concentré pour bien réagir aux différents signaux qu'on reçoit à l'entraînement.	mon domaine se base sur l'audition et le temps de réaction (pourquoi dites-vous alors que le signal auditif vous a perturbé au test B-percept®) parce que dans nos entraînements on est habitué à une durée qu'on arrive à prévoir et à une direction qu'on arrive à apprendre, mais là je n'arrive plus à savoir dû le son me vient.
Mourad	S3	∅	Le test de signal mixte était relativement plus facile que les autres (vous dites relativement cela pourrait supposer qu'aucun n'était absolument facile pour vous) pas vraiment ça, mais je ne suis pas habitué à chercher des signaux et j'ai mis du temps à m'y habituer au cours du test.	je peux classer le test mixte comme plus facile ensuite le test auditif après le test visuel (ainsi vous considérer que vous faites plus confiance à l'audition comme source d'information) pas vraiment, mais en étant yeux fermés j'ai réussi à me concentrer sur le signal alors qu'en vision chaque objet autour de moi attirait mon attention et je n'arrivais pas à me concentrer continuellement	non mon sport n'est pas complexe c'est une activité simple qui devient par répétition maîtrisable. L'effort est essentiellement physique e compétition, mais en entraînement on doit apprendre beaucoup et ça demande de la concentration	mon domaine demande essentiellement du travail physique il peut aussi solliciter le mental en compétition.	dans ma spécialité je ne fais pas attention aux signaux toutes fois je suis très réactif. Beaucoup d'exercices dans ma spécialité sollicitent l'explosivité et le temps de réaction.