



**HAL**  
open science

**Prise de décisions de cadres confrontés à un environnement dynamique, coopératif et compétitif. Une approche en ergonomie cognitive : application à l'entraînement professionnel de handball de match**

Thierry Debanne

► **To cite this version:**

Thierry Debanne. Prise de décisions de cadres confrontés à un environnement dynamique, coopératif et compétitif. Une approche en ergonomie cognitive : application à l'entraînement professionnel de handball de match. Education. Université Paris Sud - Paris XI, 2013. Français. NNT : 2013PA113007 . tel-01016692

**HAL Id: tel-01016692**

**<https://theses.hal.science/tel-01016692>**

Submitted on 1 Jul 2014

**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.

UNIVERSITE PARIS-SUD

ÉCOLE DOCTORALE : 456  
Laboratoire C.I.A.M.S.

*DISCIPLINE S.T.A.P.S.*

THÈSE DE DOCTORAT SUR TRAVAUX

soutenue le 12/12/2013

par

**Thierry DEBANNE**

Prise de décisions de cadres confrontés à un environnement dynamique, coopératif et compétitif. Une approche en ergonomie cognitive : Application à l'entraîneur professionnel de handball en situation de match.

**Directeur de thèse :**  
**Composition du jury :**

Paul FONTAYNE

Professeur (Université Paris-Ouest, Nanterre)

*Présidente du jury :*  
*Rapporteurs :*

Christine LE-SCANFF  
Carole SEVE  
Jean-Philippe HEUZÉ  
Christine CHAUVIN  
Françoise ANCEAUX

Professeur (Université Paris-Sud)  
Professeur (Université de Nantes)  
MCF-HDR (Université Grenoble 1)  
Professeur (Université Bretagne-Sud, Lorient)  
MCF (Université Valenciennes)

*Examineurs :*

### **Titre**

Prise de décisions de cadres confrontés à un environnement dynamique, coopératif et compétitif.  
Une approche en ergonomie cognitive : Application à l'entraîneur professionnel de handball en cours du match.

### **Résumé**

Ce travail, adossé au paradigme de la prise de décision en situation (Klein, Orasanu, Calderwood, & Zsombok, 1993) porte sur le processus de prise de décisions d'entraîneurs de handball au cours du match. La situation de match, caractérisée par ses aspects dynamiques, coopératifs et compétitifs, donne une conception chaotique de ce processus (Bowes & Jones, 2006). C'est pourquoi, son étude nécessite de mobiliser plusieurs approches et modèles théoriques (e.g., cognition collective, théorie du focus régulateur [Higgins, 1997], théorie du contrôle [Carver & Scheier, 1982], modèles de persuasion [Chaiken, 1980 ; Petty & Cacioppo, 1986], communication dialogique [Goffman, 1961], modèle de l'activité coopérative [Hoc, 2001]). Les données, issues de situations réelles de matchs (protocoles verbaux, choix de système défensif) ou d'entretiens (e.g., auto-confrontations avec technique de rappel stimulé) font l'objet d'analyses quantitatives ou qualitatives. Les résultats révèlent les connaissances procédurales des entraîneurs concernant : la gestion de l'équipe, les informations permettant aux joueurs d'acquérir ou de mettre à jour des structures de connaissances adaptées à la situation, et les tentatives d'influence des arbitres. Ces connaissances procédurales sont fonction des conditions du match (notamment le rapport d'opposition entre les deux équipes) et influencées par des connaissances sur le jeu et les caractéristiques des joueurs. Différents modes de contrôle cognitif et styles de coaching sont aussi mis en évidence. Ainsi, le processus de prise de décisions d'entraîneurs experts possède des régularités et suit des règles génériques, des heuristiques ou patterns.

**Mots-clés** : prise de décisions en situation, connaissances procédurales, contrôle cognitif, coaching

**Title**

Managers' decision-making in dynamic, cooperative and competitive environment. A cognitive ergonomic approach: Application to professional handball coach during game.

**Abstract**

This work, based on naturalistic decision-making paradigm (Klein, Orasanu, Calderwood, & Zsombok, 1993) is focused on team sport (handball) coaches decision-making during match. The coaching activity is dynamic and chaotic (Bowes & Jones, 2006) and generated by on-going events, especially during match. Therefore, coaches decision-making studies require to use many theoretical approaches and models (e.g., team cognition, regulatory focus theory [Higgins, 1997], control theory [Carver & Scheier, 1982], persuasive models [Chaiken, 1980 ; Petty & Cacioppo, 1986], dialogic communication [Goffman, 1961], cooperative activity model [Hoc, 2001]). Data have been collected from official games (verbal protocols, defense system choices) or interviews (self-confrontation with stimulated technique recall) and analysed with quantitative and qualitative approach. Results highlight procedural knowledge concerning team management, information allowing players to acquire or update knowledge structures, and influence referee. This procedural knowledge varied depending on the game conditions and is influenced by the coach's deep knowledge of the game and player profiles. Results highlight also different cognitive control modes, and different coaching styles. There exist contextual factors effects on procedural knowledge and cognitive control modes. Among these factors, ratio of strength between the two teams appears especially salient. Therefore, our empirical studies show that expert coaches' decision-making process have some regularity and follow generic rules, heuristics or patterns.

**Key-words** : naturalistic decision-making, procedural knowledge, cognitive control, coaching

Unité de Recherche

Complexité Innovation et Activités Motrices et Sportives (EA 4532)

Adresse : Rue Pierre de Coubertin, Bât.335, 91405 ORSAY CEDEX.

## Remerciements

Ces quelques pages me permettent d'effectuer une brève rétrospective sur ces quelques années et témoigner ainsi ma reconnaissance aux différentes personnes qui ont participé de près ou de loin à ce travail.

Tout d'abord, j'ai particulièrement été heureux d'avoir pu associer à ce travail scientifique les enrichissements occasionnés par les différentes rencontres humaines avec les co-auteurs des articles présentés ici. Je remercie donc particulièrement le Professeur Paul Fontayne qui malgré des contraintes professionnelles lourdes a su assurer jusqu'à son terme la direction de ce travail. C'est à ses côtés que j'ai acquis la rigueur méthodologique qu'exige tout travail scientifique et plus particulièrement celle de l'analyse des données qu'elles soient quantitatives ou qualitatives. C'est également grâce à sa participation, antérieure à mon inscription à l'école doctorale, que le premier article a pu être mené à bien. Je tiens également à remercier d'une manière particulièrement appuyée, madame le Professeur Christine Chauvin, pour avoir accueilli favorablement ma proposition de collaboration scientifique, et y avoir pleinement participé. Christine m'a en outre permis de clarifier l'orientation théorique de ce travail. J'ai été, de plus, admiratif de la facilité avec laquelle elle était capable de passer des problématiques de la conduite de navires (anti-collision en mer) à celles de la conduite d'équipe de handball. Enfin, des remerciements chaleureux à mon collègue et ami Guillaume Laffaye, dont les compétences à modéliser l'activité sportive nous ont permis, au cours de ces trois années, de co-écrire pas moins de quatre articles dont un s'inscrit dans le cadre de cette thèse. J'ai été heureux d'amener ce spécialiste des facteurs biomécaniques de la performance sportive, plus particulièrement de la raideur musculaire et de la modélisation de la performance, à s'ouvrir aux théories de la motivation dans le handball.

D'autre part, il est bon de se rappeler que mon choix d'entreprendre ce travail doctoral au sein de l'UFR dans laquelle j'étais et reste enseignant titulaire, a été lié au changement de directeur de l'UFR et de l'école doctorale, changement qui était une condition *sine qua non* à

mon inscription en école doctorale. Je remercie par conséquent le Professeur Christine Le-Scanff, directrice de l'UFR STAPS et de l'école doctorale (ED 456) pour m'avoir encouragé, facilité administrativement la tâche, et parfois conseillé à l'occasion de quelques échanges.

Enfin, je voudrais remercier l'ensemble des personnes qui m'ont facilité ce travail en me permettant de rentrer en contact avec les entraîneurs professionnels, participants aux différentes études, à savoir le Directeur Technique National de la Fédération Française de Handball, Philippe Bana, l'entraîneur national Paul Landuré, les présidents de clubs et les entraîneurs eux-mêmes, ainsi que Nicolas Morvan du service audio-visuel de l'UFR grâce à qui j'ai pu effectuer les montages pour les entretiens d'auto-confrontation.

*A Marine et Noémie*

*dont le présent travail m'a trop souvent empêché d'être autant à leurs côtés que désiré.*



<b>INTRODUCTION :</b>	<b>Objectifs, contexte et présentation des différentes études de la thèse</b>	p. 13
<b>PARTIE 1</b>	<b>CADRE THEORIQUE</b>	p.20
<b>Chapitre 1</b>	<b>La Prise de Décisions en Situation (l'approche Naturalistic Decision Making)</b>	
Introduction		p.20
1. Distinction Risque / Incertitude		p.21
1.1. Origines de la Distinction Risque / Incertitude		p.21
1.2. Les Sources de l'Incertitude		p.23
1.2.1. Approche objective de l'incertitude.		p.23
1.2.2. Approche subjective de l'incertitude.		p.24
1.3. Fonctionnements de l'Individu en Situation de Risque et d'Incertitude		p.25
2. Histoire des Théories de Prise de Décisions		p.26
2.1. Théorie de l'Utilité Espérée		p.27
2.1.1. Théorie de l'utilité espérée dans le risque.		p.27
2.1.1.1. <i>Problème originel.</i>		p.28
2.1.1.2. <i>Le paradoxe de St-Petersbourg.</i>		p.29
2.1.1.3. <i>Formalisation axiomatique de la théorie de l'utilité espérée. (Théorie des Jeux)</i>		p.29
2.1.1.4. <i>Principes de la théorie de l'utilité espérée.</i>		p.30
2.1.2. Théorie de l'utilité espérée dans l'incertain.		p.32
2.1.3. Invalidation des principes de la théorie de l'utilité espérée.		p.34
2.1.4. Non respect des propriétés des probabilités.		p.35
2.2. Théorie des Perspectives		p.36
2.2.1. Les apports de Ward Edwards.		p.37
2.2.2. Caractéristiques psychologiques de la théorie des perspectives.		p.38
2.2.2.1. <i>Le renversement des préférences.</i>		p.38
2.2.2.2. <i>Existence d'un point de référence.</i>		p.41
2.2.3. Présentation simplifiée de la théorie des perspectives.		p.42
2.2.4. Limites de la théorie des perspectives.		p.44
3. L'Approche NDM		p.46
3.1. Critique des Paradigmes Antérieurs Relatifs à la Prise de Décisions		p.46
3.2. Objectifs de l'Approche NDM		p.48
3.3. Les Influences de Simon et Gibson		p.51
3.3.1. L'influence de Simon, la notion de stratégie satisfaisante.		p.51
3.3.2. L'influence de Gibson, le concept d'affordance.		p.52
3.4. Les Modèles Utilisés dans l'Approche NDM		p.53
3.4.1. Le modèle « Recognition Primed Decision » (Klein, 1993)		p.53
3.4.2. Le modèle « Situation Awareness » (Endsley, 1995)		p.55
Conclusion		p.59

## Chapitre 2 Le Couplage Acteur – Situation

Introduction	p.61
1. Le Contexte Professionnel	p.61
2. L’Entraîneur comme Cadre – Dirigeant	p.62
3. Caractéristiques du match	p.64
3.1. Une Situation Dynamique	p.64
3.1.1. Définition et origine	p.64
3.1.2. Dimensions cognitives d’une situation dynamique	p.65
3.1.3. Étendue du champ de supervision et de contrôle.	p.65
3.1.4. Proximité du contrôle.	p.67
3.1.5. Accessibilité du contrôle.	p.67
3.1.6. Nature des transformations subies par les variables (continues/discontinues).	p.68
3.1.7. Vitesse du processus.	p.69
3.1.8. Autres dimensions.	p.70
3.2. Une situation Coopérative	p.71
3.2.1. Spécificités d’une situation coopérative et définitions de notions	p.71
3.2.1.1. <i>Spécificités d’une situation coopérative.</i>	p.72
3.2.1.2. <i>Définitions de notions essentielles.</i>	p.72
3.2.1.2.1. <i>La coopération.</i>	p.72
3.2.1.2.2. <i>La coordination.</i>	p.73
3.2.1.2.3. <i>La communication.</i>	p.74
3.2.2. L’Approche de la cognition collective (team cognition)	p.75
3.2.2.1. <i>Limites des travaux antérieurs.</i>	p.75
3.2.2.2. <i>Modèles mentaux partagés et performance collective.</i>	p.76
3.2.2.3. <i>Définition et fonction principale du modèle mental.</i>	p.77
3.3. Une Situation Compétitive	p.78
Conclusion : Présentation Systémique et Dynamique de la Situation de Match	p.79

## Chapitre 3 L’Approche de la « Dynamic Decision Making »

1. Le Concept de Contrôle Cognitif	p.82
1.1. Définitions	p.82
1.2. Le Processus de Contrôle Endogène, la Métacognition	p.83
1.3. Le Processus de Contrôle Direct de la Situation	p.85
1.3.1. Processus réactif versus processus anticipatif.	p.85
1.3.1.1. <i>Présentation des processus réactif et anticipatif.</i>	p.85
1.3.1.2. <i>Effet de la charge cognitive sur le mode de contrôle.</i>	p.86
1.3.1.3. <i>Influences de la motivation sur le contrôle cognitif.</i>	p.87
1.3.2. Processus automatique versus processus contrôlé.	p.87
1.3.2.1. <i>Définitions.</i>	p.87
1.3.2.2. <i>Effets de la situation sur l’utilisation d’un processus de                         contrôle automatique.</i>	p.88
1.3.2.2.1. <i>L’expertise.</i>	p.88

1.3.2.2.2.	<i>Les contraintes temporelles.</i>	p.89
1.4.	Typologie des Modes de Contrôle Cognitif.	p.90
2.	Les Modèles de Gestion de Situation Dynamique	p.91
2.1.	Modèle Skills, Rules, Knowledge de Rasmussen (1986)	p.91
2.1.1.	Présentation.	p.91
2.1.2.	Limites du modèle de Rasmussen.	p.93
2.2.	Modèle de Rasmussen Révisé (Hoc & Amalberti, 1995).	p.93
2.2.1.	Présentation.	p.94
2.2.2.	Congruence avec l'approche NDM via les notions de suffisance et compromis.	p.95
2.3.	Extension du Modèle de Hoc et Amalberti (1995) à l'Activité Coopérative : Le modèle de Hoc (2001).	p.97
2.3.1.	Référentiel commun et interférences.	p.97
2.3.2.	Référentiel commun et niveaux d'abstraction.	p.98
2.3.3.	Modèle de l'activité coopérative.	p.98
	Conclusion	p.101
	<b>Problématique Générale</b>	p.103
	<b>PARTIE 2 ETUDES EMPIRIQUES</b>	p.105
	<b>Chapitre 4 Connaissances Procédurales des Entraîneurs en Match</b>	p.105
1.	Debanne, T., & Fontayne, P. (2009). A study of a successful experienced elite handball coach's cognitive processes in competition situation. <i>International Journal of Sports Science and Coaching</i> , 4, 1-15.	p.107
2.	Debanne, T., & Fontayne, P. (2012). Étude des discours d'entraîneurs professionnels durant une rencontre de Handball selon la perspective du « Coaching Model ». <i>Science &amp; Motricité</i> , 76, 11-23.	p.132
3.	Debanne, T., & Fontayne, P. (soumis). Team cognition: Information provided by professional handball coaches to their players during official matches. <i>Research Quaterly for Sport and Exercise</i> .	p.156
4.	Debanne, T. (2014). Techniques used by coaches to influence referees in professional team handball. <i>International Journal of Sports Science and Coaching</i> , 9.	p.180
	<b>Chapitre 5 Contrôle Cognitif de l'Entraîneur en Match</b>	p.200
1.	Debanne, T., & Chauvin, C. (soumis). Cognitive control in the activity of the professional handball coach. <i>Journal of Cognitive Engineering and Decision-Making</i> .	p.200

2. Debanne, T., Angel, V., & Fontayne, P. (2013). Decision-Making during Games by Professional Handball Coaches Using Regulatory Focus Theory. <i>Journal of Applied Sport Psychology</i> . DOI:10.1080/10413200.2013.801370	p.224
3. Debanne, T., & Laffaye, G. (soumis). Motivational factors predict the defensive system in team handball: a model based on regulatory focus theory. <i>Psychology of Sport and Exercise</i> .	p.244
<b>CONCLUSION</b>	p.261
1. Principaux Résultats.	p.262
1.1. Hiérarchisation des Tâches et des Buts.	p.263
1.2. Connaissances Procédurales de l'Entraîneur.	p.263
1.2.1. Routines de fonctionnement.	p.264
1.2.2. Tentatives pour influencer les arbitres.	p.264
1.2.3. Améliorer la coordination des joueurs et leur capacité à anticiper.	p.265
1.3. Contrôle Cognitif de l'Entraîneur.	p.265
1.3.1. Modes de contrôle cognitif utilisés.	p.265
1.3.2. Contrôle cognitif et facteurs motivationnels.	p.266
2. Conséquences de ces Travaux ?	p.266
2.1. Au Niveau de la Formation des Entraîneurs.	p.266
2.2. Au Niveau Théorique et Méthodologique.	p.268
2.3. Au Niveau des Perspectives de Recherches.	p.269
Références	p.270

## Table des figures

Figure n°1:	Fonction de valeur hypothétique (d'après Kahneman & Tversky, 2000, p.3)	p.41
Figure n°2:	Les modes d'évaluation du modèle Recognition Primed Decision (d'après Klein, 1993, p.141).	p.55
Figure n°3:	Le modèle de conscience de la situation (« <i>situation awareness</i> ») (d'après Endsley, 1995b, p.35 )	p.56
Figure n°4:	Schéma descriptif des composantes de la situation en sport collectif du point de vue de l'entraîneur en situation compétitive (d'après Plat & Rogalski, 2000)	p.80
Figure n°5:	Modalités de contrôle cognitif (d'après Hoc & Amalberti, 2007, p.40).	p.91
Figure n°6 :	Illustration simplifiée de 3 niveaux de performance de l'opérateur expérimenté (d'après Rasmussen 1983, p.258)	p.93
Figure n°7:	Modèle de gestion des situations dynamiques (d'après Hoc & Amalberti, 1995)	p.95
Figure n°8:	Modèles des activités coopératives (d'après Hoc, 2001 p.529)	p.102
Figure n°9:	Adjustment routines during interactive offensive and defensive phases.	p.125
Figure n°10:	Hierarchical organization of the coach's tasks.	p.127
Figure n°11:	Organisation générale du « Coaching Model ».	p.135
Figure n°12:	Modèle hypothétique de l'activité (gestion des tâches) de l'entraîneur lors de la phase interactive de compétition dans un contexte où le niveau équipes entre les est homogène.	p.154
Figure n°13a:	Mean of first order theme occurrences.	p.170
Figure n°13b:	Mean of information occurrences per game periods.	p.170
Figure n°14:	Mean per match of second order themes.	p.195
Figure n°15:	Distribution of bases of social power in coach-referee interactions.	p.198
Figure n°16:	Dynamic situation management model (Hoc & Amalberti, 1995)	p.202
Figure n°17:	Modes of cognitive control (from, Amalberti & Hoc, 2007, p.43)	p.205
Figure n°18:	Breakdown of units into predicates categories during the two main phases of matches	p.213
Figure n°19:	MCA on the main variables	p.216
Figure n°20:	Defensive strategy to recapture the ball or defend the goal.	p.229
Figure n°21:	Prevention and promotion level of various defensive strategies.	p.232
Figure n°22:	Interaction effect (Reward Structure) x (Game Periods) on defensive strategy	p.238
Figure n° 23:	Interaction effect (Reward Structure) x (Coach's Level) on defensive strategy	p.239

## Table des tableaux

Tableau n°1: Content Analysis of Transcripts.	p.117
Tableau n°2: Présentation des Contextes d'Opposition des Différents Matches.	p.141
Tableau n°3: Analyse de Contenu des Retranscriptions.	p.145
Tableau n°4: Fréquence Moyenne d'Apparition des Unités Sémantiques Énoncées par Match en Fonction du Contexte d'Opposition.	p.148
Tableau n°5: Content Analysis of Transcripts	p.165
Tableau n°6: Number of Game Periods per Types of Ratio of Strength	p.168
Tableau n°7: Means and Standard Deviations of Type of Information Expressed by Coaches per Game Period	p.171
Tableau n°8: Information Expressed by Coaches per Game Periods	p.172
Tableau n°9: Means and Standard Deviations of Use of Type of Information Expressed by Coaches Depending on Ratio of Strength	p.173
Tableau n°10: Information Expressed by Coaches per Match and per Ratio of Strength	p.174
Tableau n°11: Breakdown of Semantic Units by Contextual Factor	p.190
Tableau n°12: Content Analysis of Verbal and Gestural Transcripts	p.191
Tableau n°13: Breakdown of Second-Order Themes (A22)	p.196
Tableau n°14: Extracts of Verbal Protocols	p.208
Tableau n°15: Breakdown of Dependent Variables Among the Two Dimensions of Cognitive Control	p.210
Tableau n°16: Distribution of Game Situations Between Reward Structure and Contextual Factors	p.233
Tableau n°17: Level of Regulatory Fit	p.235
Tableau n°18: Reliability of Coding Sample	p.236
Tableau n°19: Breakdown of Defense Systems by Contextual Factor	p.251
Tableau n°20: Reliability of Coding Sample	p.253
Tableau n°21: Spearman's Coefficient Correlation	p.254
Tableau n°22: Multiple Logistic Regression for Staged Defense	p.257

## **Introduction : Contexte, objectifs et présentation des différentes études de la thèse.**

Ce travail doctoral a été effectué au sein du Laboratoire Complexité, Innovation, Activités Motrices et Sportives (CIAMS) dans le cadre des recherches de l'équipe Risque, Intervention, Motricité et Equilibre (RIME). Il s'inscrit plus particulièrement dans l'axe, préalablement défini par cette équipe, des recherches « Intervention, Risque, Adaptation ». Ce laboratoire fait partie de l'Unité de Formation et de Recherche (UFR) en Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives (STAPS) dans laquelle je suis moi-même enseignant titulaire (agrégé d'Education Physique et Sportive) depuis 1995. L'origine et les préoccupations de cette thèse se veulent être en liens étroits avec mon activité d'enseignement au sein de l'établissement dans la mesure où l'un des axes de formation de cette UFR s'articule autour des pratiques d'intervention liées à l'entraînement ou à l'enseignement dans les activités physiques et sportives.

En effet, l'objectif général de ce travail est de décrire et comprendre comment et à partir de quelles informations les professionnels, entraîneurs de handball prennent des décisions au cours du match. Il s'agit de mettre en évidence les connaissances procédurales d'entraîneurs experts et les effets de différents facteurs liés à la situation sur leurs prises de décisions, afin d'améliorer leur formation initiale et continue. Pour la formation initiale, il semble en effet indispensable, lorsqu'on forme des intervenants en dehors du lieu d'exercice de leur métier, que les savoirs et les compétences auxquels on veut les former soient énonçables (Schwartz, 1988). Même si on ne peut pas concevoir la formation comme une simple diffusion des savoirs experts aux novices, il est nécessaire que formateurs et formés puissent se représenter les buts à atteindre (Rogalski, 2005). Pour la formation continue, il semble nécessaire de penser, dans le métier de formateur, à une réciprocité de formation, ce qui correspond en fait à une idée de bon sens : on ne peut valablement proposer une formation visant à améliorer une activité professionnelle, sans s'interroger d'abord sur ce que les acteurs savent déjà à partir de ce qu'ils réalisent dans la

pratique de leur profession. Ainsi, on ne peut envisager de formation continue sans une « contre-formation » où les formateurs ont à apprendre de ce que les formés font et pourquoi ils le font.

Il semble, à l'heure actuelle, exister un large consensus sur le fait que la pratique des entraîneurs experts est principalement une activité cognitive (e.g., Côté, 1998 ; Vergeer & Lyle, 2007) dont le processus de prise de décisions est considéré comme l'élément fondamental de l'expertise (e.g., Abraham, Collins, & Martindale, 2006 ; Nash & Collins, 2006). Cependant, en dépit de cette large reconnaissance de l'importance des processus cognitifs et de prise de décisions des entraîneurs experts, les recherches dans ces domaines restent très limitées (Gilbert & Trudel, 2004 ; Lyle, 2010 ; Lyle & Vergeer, 2013). Ce manque de recherches empiriques est exacerbé par la nature tacite, intuitive des connaissances des entraîneurs (Lyle, 2002). Ces connaissances de type procédural (savoir comment faire les choses) sont, en accord avec plusieurs auteurs, les connaissances les plus importantes pour l'entraîneur (Lyle & Vergeer, 2013 ; Schempp & McCullick, 2010) et sur lesquelles très peu d'études ont porté bien que leur précision et leur rapidité soit étroitement liée à l'expertise de l'opérateur (Abernethy, Thomas, & Thomas 1993; Starkes, 1987; Thomas, Clark, & Gioia, 1993). Ceci n'est pas sans conséquence sur la formation des futurs entraîneurs, car selon Nash et Collins (2006), la plupart des programmes de formation des entraîneurs, permettent l'acquisition de connaissances déclaratives alors que beaucoup plus d'heures d'enseignement devraient être consacrées à l'acquisition de connaissances procédurales.

D'un point de vue scientifique, ce travail cherche à étudier les prises de décisions d'entraîneur en situation de match. Il porte donc sur les prises de décisions d'acteurs, considérés comme chefs d'équipe ou cadre-dirigeants, confrontés à des situations professionnelles dans des environnements particuliers, qualifiés de dynamiques, coopératifs et compétitifs. En cela, il rejoint des problématiques questionnées dans d'autres laboratoires (par exemple celui de Psychologie et d'Ergonomie du Sport de l'Institut National du Sport, de l'Expertise et de la



Performance - INSEP) et notamment celle d'un récent colloque dans cet Institut en 2007<sup>1</sup> dans lequel les participants cherchaient à « interroger l'activité – c'est-à-dire le réel du travail dans son dynamisme, ses contextes, ses dimensions interactives afin de comprendre le travail de l'entraîneur tel qu'il se fait » (Fleurance, & Pérez, 2008).

Dans cette perspective, l'approche retenue, est celle de l'ergonomie cognitive en situation professionnelle réelle. Elle associe les paradigmes de la prise de décisions de deux courants scientifiques complémentaires, celui de la « Naturalistic Decision-Making<sup>2</sup> » (NDM), et celui de la « Dynamic Decision-Making<sup>3</sup> » (DDM).

Concernant la présentation, la forme privilégiée est celle d'une thèse sur travaux. En effet, quatre articles ont été publiés dans des revues scientifiques à comité de lecture (peer review) en tant que premier auteur (Debanne, 2013<sup>4</sup> ; Debanne, Angel, & Fontayne, 2013<sup>5</sup> ; Debanne & Fontayne, 2009<sup>6</sup> ; Debanne & Fontayne, 2012<sup>7</sup>), dont un est antérieur à l'inscription à l'école doctorale (Debanne & Fontayne, 2009). Deux autres articles (a) Debanne & Laffaye, et (b) Debanne, Fontayne, ont été respectivement soumis à deux autres journaux. Enfin, le septième article, dont une partie des résultats a déjà fait l'objet d'une publication<sup>8</sup>, est soumis au *Journal of Cognitive Engineering and Decision-Making*. En complément de ces articles, quatre autres, publiés dans des revues scientifiques à comité de lecture au cours de ces trois années d'école doctorale (Debanne & Laffaye, 2011<sup>9</sup> ; Debanne & Laffaye, 2013<sup>10</sup> ; Debanne, Verzeni, &

<sup>1</sup> Interrogations sur le métier d'entraîneur : Interroger les entraîneurs au travail ? Revisiter les conceptions qui organisent l'entraînement pour le métier d'entraîneur. INSEP, 11-12 octobre 2007.

<sup>2</sup> En accord avec Lebraty (2004), cette expression sera traduite par « prise de décisions en situation ».

<sup>3</sup> Prise de décisions en situation dynamique.

<sup>4</sup> International Journal of Sports Science and Coaching .

<sup>5</sup> Journal of Applied Sport Psychology .

<sup>6</sup> International Journal of Sports Science and Coaching .

<sup>7</sup> Science & Motricité

<sup>8</sup> Debanne, T. & Chauvin, C. (2013). Cognitive control in the activity of handball coach. In H. Chaudet, & L. Pellegrin, & N. Bonnardel (Eds.), *Proceedings of The Eleventh Conference of Naturalistic Decision-Making*, (pp.157-162). Marseille : France.

<sup>9</sup> Debanne T. & Laffaye G. (2011). Predicting the throwing velocity of the ball with anthropometric factors and isotonic tests in handball players. *Journal of Sports Sciences* 29, 705-13.

<sup>10</sup> Debanne, T. & Laffaye, G. (2013). Coaches' beliefs and knowledge : Training programs used by french professional coaches to increase ball-throwing velocity of elite handball players. *International Journal of Sports Science & Coaching*.

Hazard, 2013<sup>11</sup> ; Laffaye, Debanne, & Choukou, 2012<sup>12</sup>), sont centrés sur l'activité handball et reliés aux problématiques de l'intervention. Ils constituent une extension de ce travail doctoral.

La thèse est composée de deux parties réparties en cinq chapitres.

**La première partie** présente le cadre théorique général en trois chapitres.

Le premier chapitre, après avoir retracé l'évolution des différents paradigmes de l'étude de la prise de décisions et mis en évidence leurs apports et leurs limites, s'attache à présenter le courant de la prise de décisions en situation (NDM), et ses avancées par rapport aux paradigmes antérieurs. Il met notamment en évidence une conception majeure de cette approche NDM : l'interaction, le couplage indissociable de la situation avec l'acteur. Deux principaux modèles des processus décisionnels des professionnels, celui de la Recognition-Primed Decision (RPD) de Klein (1993) et celui de la Situation Awareness (SA) d'Endsley (1995b), y sont également développés.

Le deuxième chapitre caractérise le couplage, précédemment évoqué, entre l'acteur et la situation dans laquelle il prend ses décisions. Il s'agit, après avoir brièvement présenté le contexte du sport professionnel et plus particulièrement celui du handball masculin, d'identifier et donner les caractéristiques d'une situation (a) dynamique avec ses différentes dimensions, (b) coopérative, et (c) compétitive. Pour chacune de ces caractéristiques, les principaux résultats de la littérature sont présentés. Ce chapitre se conclue par un schéma du couplage entraîneur-match qui vise à identifier précisément l'objet sur lequel intervient l'entraîneur.

Le troisième chapitre, s'attache à présenter le courant de la DDM, et plus particulièrement mettre en évidence le double processus de contrôle (physique et personnel) auquel doit faire face l'acteur dans ce type de situation. A partir de l'architecture cognitive de Rasmussen (1986) un modèle descriptif compatible avec le courant NDM sera présenté.

---

<sup>11</sup>Debanne, T., Verzeni, E., & Hazard, H. (2013), Effets du mode d'entrée dans l'activité sur le bien-être des élèves en EPS : le cas du handball, *eJRIEPS*, 28, 4-24.

<sup>12</sup>Laffaye G, Debanne T., & Choukou M.A. (2012). Is the ball velocity dependent on expertise? A multi-dimensional study in handball. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 12, 629-642.

En conclusion de ces trois chapitres, la problématique générale de la thèse est présentée.

**La deuxième partie**, présente, en deux chapitres les sept publications effectuées ou soumises, dans les revues scientifiques à comité de lecture et précédemment évoquées.

Le quatrième chapitre, composé de quatre articles, possède deux objectifs. Il s'agit de mettre en évidence les connaissances procédurales mobilisées par les entraîneurs durant les matchs pour organiser l'équipe, transmettre des informations aux joueurs, et tenter d'influencer les arbitres, afin d'alimenter les contenus d'enseignement de la formation académique trop imprégnée de connaissances déclaratives (Lyle, 2010). Il s'agit également d'effectuer une analyse cognitive de la tâche des entraîneurs lorsqu'ils sont confrontés à la situation de match.

Le premier article, publié dans *International Journal of Sports Science and Coaching*, rapporte les résultats d'une étude de cas auprès d'un entraîneur de top niveau mondial (double champion du monde et médaillé olympique) réalisée à partir d'entretiens (semi-directif et auto-confrontation). Cet article s'intéresse aux connaissances procédurales utilisées par l'entraîneur au cours du match pour organiser son équipe dans les différentes phases de jeu. Il analyse aussi la tâche de l'entraîneur en match au regard de la conscience de la situation à partir de « *Goal-Directed Task Analysis* », technique d'analyse de la tâche (Endsley, 1993 ; Endsley & Hoffman, 2002 ; Endsley & Rodgers, 1994).

Le deuxième article, publié dans la revue *Science & Motricité*, est réalisé à partir de communications issues de rencontres réelles et auprès de plusieurs entraîneurs professionnels. Ses résultats complètent en partie ceux de la première étude, dans la mesure où il valide et détaille, les résultats déjà obtenus dans l'étude de cas. De plus, ils mettent en évidence l'effet d'un facteur contextuel, la différence de niveau entre les équipes, sur le mode de contrôle de l'entraîneur. Ces deux premiers articles s'appuient sur un cadre conceptuel général, le Coaching Model (Côté, Salmela, Trudel, Baria, & Russel, 1995).

Le troisième article, soumis à *Research Quarterly for Exercise and Sport*, est adossé au courant de la team cognition. Il s'intéresse aux connaissances procédurales des entraîneurs leur

permettant de transmettre des informations à leurs joueurs afin qu'elles leur permettent de construire des structures de connaissances pour, *in fine*, améliorer leur performance. De plus, les effets des différentes variables de la situation de jeu sur la transmission de ces informations sont mesurés.

Le quatrième article, accepté dans *International Journal of Sports Science and Coaching*, est adossé au modèle de la persuasion (Chaiken, 1980 ; Petty & Cacioppo, 1986). Il identifie les connaissances procédurales utilisées par les entraîneurs pour tenter d'influencer les arbitres en fonction des différentes variables de la situation de jeu.

Le cinquième chapitre, composé de trois articles, est relatif au contrôle cognitif des entraîneurs.

Le premier article, soumis à *Journal of Cognitive Engineering and Decision-Making*, associe trois modèles, un modèle relatif la prise de décisions en environnement dynamique (Hoc & Amalberti, 1995), l'extension de ce modèle à l'activité coopérative (Hoc, 2001) et un dernier modèle sur les modalités de contrôle cognitif (Hoc & Amalberti, 2007). Dans cet article, nous mettons en évidence un effet du rapport d'opposition entre les équipes sur les modalités de contrôle cognitif utilisés par les entraîneurs (réactif vs. proactif ; subsymbolique vs. symbolique).

Le deuxième article, publié dans le *Journal of Applied Sport Psychology*, est basé sur la théorie du focus régulateur (Higgins, 1997, 1998). Il consiste en une étude quasi expérimentale qui met en évidence les effets de la motivation (structure de récompense de la situation de jeu) sur le choix de l'organisation collective défensive effectué par l'entraîneur. Cette structure de récompense est composée de l'interaction de différents facteurs contextuels (différence numérique entre les équipes, différence au score, et période de jeu).

Le troisième article, soumis dans *Psychology of Sport and Exercise*, permet, à partir d'une régression logistique, la construction d'un modèle prédictif sur l'étagement ou l'alignement de l'organisation collective défensive choisie par l'entraîneur en fonction des différents facteurs motivationnels dont les effets ont été mis en évidence dans l'article précédent.

Enfin, la conclusion de ce travail permettra, en accord avec plusieurs auteurs (Lyle, 2010 ; Lyle & Veerger, 2013), de mettre en avant l'intérêt de l'approche NDM pour l'étude des processus de décisions des entraîneurs et envisagera les conséquences de nos travaux du point de vue de la formation des entraîneurs.

# CADRE THÉORIQUE

## Chapitre 1. Un Paradigme pour l'Étude de la Prise de Décision

### Introduction

La prise de décisions du sujet dans les environnements où il existe une part de risque ou d'incertitude est un processus qui intéresse l'être humain depuis fort longtemps. L'histoire de l'étude de ce processus révèle l'existence de plusieurs paradigmes. L'objectif principal de ce chapitre est de montrer, en quoi l'approche de la prise de décision en situation, plus connue sous son appellation anglophone « *Naturalistic Decision-Making* » (NDM) constitue un paradigme particulièrement adapté pour l'étude des prises de décisions de l'entraîneur. Pour cela, après avoir préalablement distingué les notions de risque et d'incertitude qui génèrent deux modalités de prises de décisions différentes, ce chapitre s'attachera à révéler les apports et limites de chacun des principaux paradigmes pour conclure sur une présentation plus détaillée de l'approche NDM. Cette approche bien qu'en extension dans le domaine des Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives reste encore méconnue alors qu'elle apparaît comme particulièrement adaptée à l'étude des prises de décisions des acteurs dans le domaine sportif.

## 1. Distinction Risque / Incertitude

### 1.1. Origines de la Distinction Risque / Incertitude

Dès le XVI<sup>e</sup> siècle, Cardano (1563) associe le risque à la probabilité d'apparition d'un évènement. Cette probabilité d'apparition est considérée comme le rapport du nombre d'évènements favorables sur le nombre d'évènements possibles. Le risque se définit donc comme l'ensemble des évènements possibles qui peuvent en résulter, ainsi qu'à la probabilité associée (et connue) à chacun de ces évènements.

Au début du XX<sup>e</sup> siècle, deux économistes (Keynes, 1923, 1936 ; Knight, 1921) ont distingué les notions de risque et d'incertitude (appelée aussi ambigüité). Ils ont discuté la possibilité de rendre compte scientifiquement de l'incertitude, c'est-à-dire la possibilité de se donner une représentation de l'incertitude dans la vie économique. Pour Knight (1921, p. 233), à partir des travaux issus de sa thèse (« *A theory of Business Profit* »),

*« la différence pratique entre les deux catégories, le risque et l'incertitude, est que, s'agissant de la première, la distribution du résultat parmi un ensemble de cas est connue (soit par le calcul a priori, soit par des statistiques fondées sur les fréquences observées), tandis que ceci n'est pas vrai de l'incertitude en raison de l'impossibilité de regrouper les cas, parce que la situation à traiter présente un degré élevé de singularité ».*

Keynes (1936, p.178) considère également que l'incertitude ne peut pas être réduite à une affaire de probabilité :

*« Ce que nous voulons simplement rappeler, c'est que les décisions humaines engageant l'avenir sur le plan personnel, politique ou économique, ne peuvent être*

*inspirées par une stricte prévision mathématique, puisque la base d'une telle prévision n'existe pas; c'est que notre besoin inné d'activité constitue le véritable moteur des affaires, notre intelligence choisissant de son mieux entre les solutions possibles, calculant chaque fois qu'elle le peut, mais se trouvant souvent désarmée devant le caprice, le sentiment ou la chance ».*

Ainsi, suite à ces travaux, une situation sera définie comme risquée quand la prévision pourra se faire à partir de probabilités mathématiques<sup>13</sup> ou de probabilités fréquentistes<sup>14</sup> qui toutes deux reposent sur des probabilités objectives et respectent par conséquent les trois axiomes de Kolmogorov (1933). Une situation sera définie comme incertaine lorsqu'elle sera considérée comme unique, non réductible à un groupe de cas similaires, et donc non probabilisable. En effet, les situations singulières ne permettent pas l'usage des probabilités. Il s'agit de situations inclassables. Il y a donc une difficulté à modéliser les comportements en incertitude. La singularité ne fait pas obstacle à la prévision, cependant elle exclut que l'on s'appuie sur des modèles probabilisables et les connaissances des acteurs sont souvent largement insuffisantes pour déterminer les probabilités des différents événements possibles (Knight, 1921).

Lorsque cette quantification objective des probabilités est impossible, les acteurs sont alors dans l'incertitude. Par conséquent, le risque se mesure quantitativement, ce qui n'est pas le cas de l'incertitude<sup>15</sup>. L'exemple classique correspond au jeu consistant à offrir un prix au joueur qui tire une boule blanche dans une urne composée de boules blanches et noires, sans dire a priori la proportion de boules blanches et noires contenues dans celle-ci. L'incertitude peut

<sup>13</sup> Les probabilités mathématiques (nombre de cas favorables / nombre de cas total) sont calculées a priori, comme dans les jeux de hasard où les chances sont égales.

<sup>14</sup> Les probabilités fréquentistes sont calculées à partir d'un grand nombre d'observations d'un événement qui se répète avec une certaine fréquence.

<sup>15</sup> « *The essential fact is that 'risk' means in some cases a quantity susceptible of measurement...We shall accordingly restrict the term 'uncertainty' to cases of the non-quantitative type* » (Knight, 1921 : 19).



même être qualifiée de radicale lorsqu'on est incapable d'établir la liste des événements possibles liés à un aléa.

Les notions de risque et d'incertitude sont très fortement associées aux modalités de prise de décisions. La possibilité d'associer ou non des probabilités à une situation risquée ou incertaine, a des conséquences importantes. En effet, utiliser les probabilités permet d'étendre à l'univers incertain le calcul d'optimisation (exemple de la maximisation du profit). C'est pourquoi l'opposition entre risque et incertitude, ne se justifie que par la mise en perspective de la question de la réduction d'incertitude, c'est-à-dire du processus de transformation de l'incertitude en termes de risques mesurables<sup>16</sup> (Bouvier-Patron, 1996). C'est cette problématique qui va en grande partie être à l'origine de l'évolution des différentes théories de la prise de décisions.

## 1.2. Les Différentes Approches de l'Incertitude

### 1.2.1. Approche objective de l'incertitude.

Objectiver l'incertitude consiste à la modéliser à partir d'une distribution de probabilité de second ordre (« *Second Order Probability Distribution* », SOPD). Cela signifie que l'événement qui intéresse le décideur n'est pas caractérisé par une probabilité précise (comme dans le cas du risque) mais est elle-même aléatoire (i.e., elle suit une loi de probabilité). Une probabilité est attribuée à chacune des valeurs possibles de la probabilité de l'événement, c'est pourquoi on parle de distribution de probabilités de second ordre. Ainsi, les situations d'incertitude peuvent être distinguées à l'aide de deux critères :

1. Le nombre de distributions de second-ordre proposées pour caractériser la probabilité de l'événement est la première façon d'envisager quantitativement (ou objectivement) le degré

---

<sup>16</sup> « *The fundamental fact of organized activity is the tendency to transform the uncertainties of human opinion and action into measurable probabilities* » (Knight, 1921, p. 311).

d'incertitude d'une situation. La distribution de second-ordre est la distribution de probabilités proposée pour spécifier la forme que peut revêtir la probabilité de l'événement. Dans ce cas, la probabilité de l'événement n'est plus une valeur précise mais est définie par un intervalle de valeurs. Une précision intéressante pour le décideur peut être de connaître la fonction de répartition de la probabilité sur l'intervalle proposé. L'incertitude est donc exprimée par le nombre de distribution de second ordre (associées à la probabilité de l'événement) qu'on juge possibles. Selon ce critère, plus le nombre de SOPD possibles envisagées par le décideur est grand, plus la situation est incertaine.

2. La taille de l'intervalle de valeurs que peut prendre la probabilité de l'événement est le second critère pour mesurer le degré d'incertitude objectif d'une situation (Curley, Yates & Abrams, 1986 ; Yates & Zukoski, 1976). D'après ce critère, une situation est plus incertaine qu'une autre si l'intervalle de valeur de la probabilité est plus grand dans la première situation que dans la deuxième.

### **1.2.2. Approche subjective de l'incertitude.**

Selon une approche subjective de l'incertitude, l'incertitude d'une situation est propre à l'acteur qui lui est confronté, et dépend de la perception qu'a celui-ci de la situation. La compétence (le savoir, les connaissances...) du décideur apparaît ainsi comme une variable déterminante dans sa perception de l'incertitude d'une situation (e.g., Fox & Tversky, 1995 ; Fox & Weber 2002 ; Health & Tversky, 1991). Ainsi, les sujets préfèrent parier sur des événements pour lesquels ils se sentent compétents. L'aversion à l'incertitude peut disparaître lorsque les sujets pensent qu'ils sont assez compétents pour prendre une décision, même si la situation est imprécise / incertaine. Par exemple un entraîneur de handball préfère certainement parier sur le résultat d'un match de handball plutôt que sur l'issue d'une course de chevaux, et cela même si les deux paris sont objectivement aussi incertains (la probabilité de gagner appartient au même

intervalle de valeur par exemple). De la même façon, il n'est guère surprenant de constater une diminution des jeux de loterie pure au profit des paris sportifs qui font appel à la connaissance du sport par les parieurs eux-mêmes (Autorité de régulation des jeux en ligne, 2013). Dans cette perspective subjective, il n'est pas possible de proposer une échelle de l'accroissement de l'ambiguïté puisque chaque décideur juge à sa manière, selon son expérience, le degré d'incertitude d'une situation.

### **1.3. Fonctionnements de l'Individu en Situation de Risque et d'Incertain**

Les recherches menées à l'aide de l'imagerie fonctionnelle du cerveau (e.g., Hsu, Bhatt, Adolphs, Tranel, & Camerer, 2005) révèlent que le risque et l'incertitude sollicitent des modalités différentes. En effet, en situation d'incertitude, le cerveau est alerté par le fait que des informations sont manquantes, que les choix basés sur l'information disponible comportent donc davantage de conséquences inconnues (et potentiellement dangereuses), et que des ressources cognitives et comportementales doivent être mobilisées afin d'aller chercher des informations supplémentaires dans l'environnement.

Ces études menées à l'aide de l'imagerie fonctionnelle cérébrale rejoignent de ce fait plusieurs résultats récents obtenus par la modélisation mathématique de l'ambiguïté (Ghirardato & Marinacci, 2002 ; Ghirardato, Maccheroni, & Marinacci, 2004) et contribuent à expliquer les différences entre l'aversion au risque et l'aversion à l'ambiguïté.

## 2. Histoire des Théories de Prise de Décisions

Le paragraphe précédent a mis en évidence la forte association entre les notions de risque et d'incertitude et les modalités de prise de décisions, dans la mesure où la possibilité d'associer ou non des probabilités à une situation risquée ou incertaine, a des conséquences importantes sur le processus de prise de décisions de l'acteur. Dans ce deuxième paragraphe, nous allons aborder l'évolution des différents paradigmes mobilisés dans les recherches relatives à la prise de décision, afin de mettre en évidence leurs limites pour l'étude des prises de décisions de l'entraîneur en situation de match.

Les premières théories relatives à l'étude de la prise de décisions, dites théories classiques (« *Classical Decision-Making* ») ont pour objet d'évaluer la conformité des réponses d'un sujet aux prescriptions d'un modèle mathématique fondé sur les probabilités et les statistiques. Cette approche théorique formelle et normative, étudie l'acteur confronté à un environnement dont il connaît quantitativement les probabilités (environnements risqués). Puis, dans un deuxième temps, cette théorie sera élargie, via la notion de probabilité subjective (Savage, 1954), et permettra l'étude du comportement de l'acteur en environnement incertain. Cet élargissement théorique sera à l'origine de l'avènement d'une nouvelle approche. En effet, à partir de la deuxième moitié du XX<sup>e</sup> siècle et l'avènement des sciences cognitives, les chercheurs ont mis en avant des théories plus prescriptives (« *Judgments and Decision-Making* ») sur la manière dont les décisions devraient être prises par les sujets. Cependant, malgré des avancées certaines, des décalages importants subsistent entre le fonctionnement cognitif de l'opérateur observé en situation réelle et le modèle théorique. C'est pourquoi, à la fin du XX<sup>e</sup> siècle, une troisième approche, la « *Naturalistic Decision-Making* » (NDM), s'intéresse à la manière dont les personnes expérimentées prennent leur décision dans des environnements réels. Ce chapitre présente succinctement et sans recherche d'exhaustivité les deux premières approches,

(l'approche NDM sera, quant à elle, l'objet du paragraphe suivant) avec pour objectif de comprendre ce qui a amené les chercheurs en psychologie du travail, les ergonomes, à la nécessité d'élaborer une nouvelle approche permettant d'étudier l'opérateur en situation réelle.

## **2.1. La Théorie de l'Utilité Espérée (TUE) (Bernoulli, 1738, Allais, 1953, Savage, 1954)**

La Théorie de l'Utilité Espérée (« *Expected Utility Theory* ») conçoit l'être humain comme un homo oeconomicus dont la rationalité totale est centrée sur une motivation de maximisation de l'utilité espérée. La TUE se compose de deux modèles principaux. La première, l'utilité espérée en situation de risque, concerne l'évaluation des perspectives à risque, représentée comme loteries sur un ensemble arbitraire de résultats, ou de prix. La seconde, l'utilité espérée dans l'incertitude, est préoccupée par l'évaluation des variables aléatoires, ou des actes, représentant divers plans d'action, dont les distributions ne sont pas incluses dans les données (Karni, 2013).

L'approche traditionnelle pour comprendre la prise de décision d'un individu est basée sur la théorie classique de la prise de décision (« *Classical Decision-Making Theory* ») appelée aussi modèle économique rationnel<sup>17</sup> (Huczynski & Buchanan, 2001). Cette théorie classique conçoit le sujet comme un être rationnel et omniscient (Lee, Kannan, Kim, Sokolsky, & Viswanathan, 1999) ce qui suppose qu'il possède toutes les informations et envisage toutes les alternatives possibles et leurs conséquences avant la sélection de la solution optimale (Huczynski & Buchanan, 2001). Elle constitue une théorie normative permettant de comparer la réponse du sujet à la réponse optimale. Les paragraphes suivants tentent de retracer l'évolution.

### **2.1.1. La théorie de l'utilité espérée dans le risque.**

La théorie de l'utilité espérée a longtemps dominé l'analyse de la prise de décision face au risque (Kahneman & Tversky, 1979). Elle est généralement reconnue comme un modèle

---

<sup>17</sup>Comme nous l'avons déjà précisé cette théorie classique est particulièrement utilisée en sciences économiques.

normatif du choix rationnel (e.g., Keeney & Raifa, 1976 ; Kahneman & Tversky, 1979), et généralement appliquée comme modèle descriptif du comportement économique, (e.g., Arrow, 1971 ; Friedman & Savage, 1948 ; Kahneman & Tversky, 1979).

### *2.1.1.1. Problème originel.*

C'est au XVII<sup>e</sup> siècle, suite au problème posé par le Chevalier de Méré, que l'on doit l'appareillage conceptuel utilisé encore de nos jours dans l'analyse des situations probabilistes et identifiée sous l'appellation de théorie classique de la prise de décision (Classical Decision-Making). En effet, le Chevalier de Méré, joueur de dés passionné et réputé bon mathématicien, n'arrivait pas à comprendre pourquoi deux paris apparemment équivalents ne donnaient pas, en pratique, des résultats identiques<sup>18</sup> et lui faisait perdre beaucoup d'argent. Blaise Pascal et Pierre de Fermat, auxquels le problème fut soumis, se rejoignirent sur la nécessité de prendre en compte toutes les éventualités et de réaliser par conséquent un travail de prospective afin de permettre une démarche valablement rationnelle. En ce sens, la décision la plus rationnelle consiste à choisir dans une gamme de  $n$  actions disponibles  $\{A_1, \dots, A_n\}$ , celle qui est susceptible de rapporter au joueur la valeur potentiellement la plus élevée. Le sujet recherche alors à maximiser son gain. Ce gain potentiel se définit par la probabilité ( $p$ ) que l'évènement considéré se produise et par les conséquences  $C$  attachées à sa réalisation (le montant des gains). Ces deux grandeurs numériques sont combinées sous la forme d'une multiplication appelée espérance mathématique de gain ou EMG ( $EMG = p * C$ ).

---

<sup>18</sup>Dans le premier jeu, les joueurs pariaient sur le fait d'obtenir au moins la face 1 lançant quatre fois un dé à six faces. Dans un deuxième jeu, ils pariaient sur l'apparition d'au moins une paire de 1 en lançant vingt-quatre fois une paire de dés. Leurs raisonnements étaient (a) en lançant un dé, on a 1 chance sur 6 d'obtenir un as. Ainsi, en lançant quatre dés, nous avons quatre fois une chance d'obtenir un 1.  $4 \times 1/6 = 4/6 = 2/3$  des chances d'avoir un as pendant le jeu, (b) en lançant une paire de dés, on a une chance sur trente-six (36) d'obtenir un double. Donc, en lançant 24 fois les dés, nous avons  $24 \times 1/36 = 24/36$ , ou  $2/3$  des chances d'obtenir un double pendant le jeu. Cependant, suite aux travaux menés par Pascal et de Fermat, la réalité apparaît toute autre. Pour une résolution du problème voir Annexe 1.

D'un point de vue épistémologique, on se situe ici dans un paradigme formel et empirique faisant référence à une démarche ascendante (« bottom up »), qui permet suite à l'observation de cas concrets en situation d'élaborer des cadres conceptuels susceptibles d'en rendre compte.

### *2.1.1.2. Le paradoxe de St-Petersbourg.*

Comme nous venons de l'envisager, dans le cas d'un individu parfaitement rationnel, au sens mathématique du terme, celui-ci cherchera à mettre en conformité ses choix avec l'espérance mathématique. Cependant, Bernoulli (1738) met en évidence au travers du paradoxe de Saint-Pétersbourg<sup>19</sup> que l'espérance mathématique est clairement mise en défaut dans les jeux de hasard, l'individu ayant tendance à se montrer moins gourmand que ce que prédit l'espérance mathématique. C'est pour tenir compte du comportement humain dans les situations de risque qu'il propose d'agir non pas en fonction de l'EMG mais en fonction de l'utilité espérée (« *expected utility* ») du gain.

On peut suggérer ce qu'est cette valeur d'utilité à partir de l'exemple classique de la valeur subjective attribuée à la même somme d'argent (1000 euros par exemple) par un nécessiteux et par un milliardaire. L'utilité de ces 1000 euros sera importante pour le premier, négligeable pour le second. Se référer à la valeur « sentimentale » des choses plutôt qu'à leur valeur monétaire intrinsèque revient aussi à utiliser une échelle subjective et donc à introduire des caractéristiques personnelles différenciatrices des sujets, au niveau des décisions.

### *2.1.1.3 Formalisation axiomatique de la théorie de l'utilité espérée. (La Théorie des Jeux).*

---

<sup>19</sup>Ce paradoxe doit son nom au fait qu'il fut mis à l'étude par l'Académie de cette ville est présenté ainsi : Combien consent-on à miser pour un jeu où l'on jette une pièce en l'air autant de fois que nécessaire ; sachant que si face apparaît au  $n$ -ième jet, vous gagnez  $2n-1$  ducats. Il y a paradoxe car bien que l'espérance de gain soit infinie, on comprend bien pourquoi Bernoulli n'a jamais trouvé personne qui consente à mettre plus de 20 ducats pour jouer.

Von Neumann et Morgenstern (1944), respectivement mathématicien et économiste, vont effectuer une modélisation axiomatique de l'hypothèse de l'utilité espérée (hypothèse selon laquelle les individus se comportent comme s'ils cherchaient à maximiser l'espérance mathématique de l'utilité de leurs gains) et permettre ainsi l'avènement de modèles prescriptifs indiquant l'action qui doit être tenue. Ils fondent ainsi « la théorie des jeux » qui servira d'auxiliaire technique aux sciences économiques (Mongin, 2011). Leurs travaux sont également à l'origine des premiers ordinateurs et de l'Intelligence Artificielle. Dans une telle axiomatisation, les décisions ont pour objectif la recherche d'un gain maximum, relèvent d'un *comportement rationnel*, et peuvent par conséquent se prêter au traitement mathématique. Pour mobiliser les outils mathématiques, il faut toutefois que le contexte dans lequel les décisions sont prises soit spécifié avec précision (éventuellement en recourant à des distributions de probabilité). D'où le recours à des hypothèses extrêmement fortes, notamment en ce qui concerne l'information dont dispose chacun, qui conduisent parfois à des conclusions fort peu intuitives. Ces conditions imposées par le traitement mathématique font que les analyses de la théorie des jeux se prêtent mal à une présentation peu formelle, « littéraire », s'appuyant sur l'intuition, qui souvent en donne une vision erronée.

#### *2.1.1.4. Principes de la Théorie de l'Utilité Espérée.*

La TUE est basée sur les quatre principes fondamentaux, de simplification (« *cancellation principle* »), de transitivité, de dominance, et d'invariance, ainsi que les principes de comparabilité et de continuité.

1. Le principe de simplification, formalisé comme *l'axiome de substitution* par Von Neumann et Morgenstern (1944), le *principe de la chose sûre* par Savage (1954), affirme que le choix entre deux options ne dépend que des états dans lesquels ces options donnent des résultats différents. Par exemple, si A est préféré à B, alors l'option de gagner A s'il pleut demain, et rien



sinon, doit être préférée à l'option de gagner B s'il pleut demain, et rien sinon, parce que l'essence de ce principe est de se défaire des composantes qui sont partagées par les options offertes, et dans ce cas les deux options donnent le même résultat, c'est-à-dire « *ne rien gagner si il ne pleut pas demain* ».

2. Le principe de transitivité affirme qu'un décideur, avec des préférences transitives, qui préfère une option A à B, et B à C doit également préférer A à C. la transitivité implique que la valeur attribuée à une option est indépendante des autres options disponibles.

3. Le principe de dominance est un principe élémentaire, la clé de voûte de tout modèle du choix rationnel (Maafi, 2013). Le principe de dominance exige que si une option A est meilleure qu'une option B à tous égards, alors l'option dominante devrait être choisie (c'est-à-dire A doit être préféré à B). Le rôle essentiel du principe de dominance dans les théories rationnelles découle de sa nécessité pour la construction d'une relation de préférence. Ainsi, si le principe de dominance n'est pas satisfait, les comportements observés ne peuvent être captés par aucun modèle de choix rationnel.

4. Le principe d'invariance garantit la cohérence des préférences. Le principe d'invariance affirme que les choix entre les options sont indépendants de leur représentation ou de leur description. En effet, deux versions d'un problème de décision qui sont mathématiquement équivalentes devraient traduire les mêmes préférences. En particulier, deux versions d'un problème de décision qui sont manifestement équivalentes lorsqu'elles sont présentées ensemble devraient aboutir au même ordre de préférence même quand elles sont présentées séparément. Contrairement aux principes de simplification, de transitivité, et de domination, l'invariance n'est pas explicitement considérée comme un axiome de choix, mais est implicitement supposée comme une exigence fondamentale de la rationalité.

### 2.1.2. La Théorie de l'Utilité Espérée dans l'Incertain (« *Subjective Expected Utility Theory* » ; Savage, 1954).

Notre propos n'est pas ici d'effectuer une présentation détaillée de la Théorie de l'Utilité Espérée dans l'Incertain (TUEI) (appelée aussi théorie de l'utilité subjective espérée [« *Subjectivity Expected Utility Theory* »]) de Savage (1954). Pour une présentation plus exhaustive, le lecteur pourra se référer à l'ouvrage de Savage lui-même, ou des présentations proposées par Fishburn (1988, 1989) et Sugden (1993). Il s'agit, plus modestement, de permettre une compréhension de ses idées et de l'avancée que cette théorie élargie constitue par rapport à la Théorie de l'Utilité Espérée dans le Risque (TUER).

Dans la lignée de la théorie de l'utilité espérée en environnement risquée, Savage a une conception de l'acteur hautement idéalisée<sup>20,21</sup>, capable d'effectuer des choix logiques et cohérents en toutes circonstances. Dans son ouvrage, l'auteur entreprend la construction d'une structure théorique reliant les probabilités des acteurs, conçues comme des degrés de croyance, à leurs comportements observables en milieu décisionnel. Il s'agit, autrement dit, de relier de façon immédiate la rationalité de l'acteur à l'application et aux respect des axiomes du calcul des probabilités, dans la mesure où il existe une adéquation stricte entre l'axiomatique et la rationalité de l'acteur. Ainsi, implicitement Savage postule que les croyances de l'acteur arrivent par degrés et possèdent une structure probabiliste qui permet d'en formaliser les modifications.

L'axiomatique de Savage représente une avancée majeure, probablement même l'aboutissement en théorie statistique de la décision (Picavet, 1996). Aussi est elle considérée comme la théorie bayésienne de la décision la plus achevée (Kreps, 1988).

<sup>20</sup>I am about to build up a highly idealized theory of the behaviour of a rational person with respect to decision (Savage, 1972, p.7).

<sup>21</sup>Probability measures the confidence that a particular individual has in the truth of a particular proposition, (...). These views postulate that the individual concerned is in some ways reasonable (Savage, 1972, p.3).

Savage va élargir la TUEER aux environnements dans l'incertain. Cet élargissement de la théorie de l'utilité espérée dans un contexte de risque à un contexte d'incertitude trouve son origine dans les travaux de Ramsey (1926/1990), qui propose une méthode permettant de déterminer conjointement l'utilité et les probabilités, et de DeFinetti (1937) sur les probabilités subjectives (ou personnelles) inspirées de la théorie de la croyance du philosophe anglais du XVIIIème David Hume (Hume, 2000). En s'inspirant de ces travaux et de ceux de von Neumann et Morgenstern (1944) sur le traitement de l'utilité, Savage (1954) va fournir une axiomatisation de la théorie de l'utilité espérée subjective. Pour ce faire Savage va balayer la distinction entre risque et incertitude. Dans son approche théorique Savage reconnaît certes une différence entre le risque (les probabilités des événements sont « objectives ») et l'incertitude /ambiguïté (les événements n'ont pas de probabilités objectives) mais postule que le processus de décision n'est pas affecté. Dans une situation incertaine, le décideur, au lieu d'utiliser des probabilités « objectives » (issues de données statistiques par exemple), se repose sur des probabilités subjectives (i.e., personnelles) permettant de mesurer la confiance (« *confidence* ») ou croyance qu'un individu a de la vérité d'une proposition particulière. A partir de son choix il est possible d'inférer les probabilités subjectives du décideur. Ainsi, le modèle de l'utilité espérée dans l'incertain de Savage (1954) gomme la distinction entre les situations de risque et des situations d'incertitude dans la mesure où il permet de ramener toute situation d'incertitude à une situation de risque, c'est-à-dire d'incertitude probabilisée, même si la probabilité mise en évidence est maintenant subjective et non plus objective (Cohen & Tallon, 2000).

Cette approche classique, dite bayésienne<sup>22</sup>, consiste par conséquent à réduire un problème de décision dans l'incertain à un problème de décision dans le risque. Elle repose

---

<sup>22</sup>Le raisonnement bayésien s'intéresse aux cas où une proposition pourrait être vraie ou fausse, non pas en raison de son rapport logique à des axiomes tenus pour assurément vrais, mais selon des observations où subsiste une incertitude. On attribue à toute proposition une valeur entre 0 (faux à coup sûr) et 1 (vrai à coup sûr), ou, s'il s'agit

essentiellement sur l'axiome de la chose sûre « *Sure Thing Principle* » qui, sans rentrer dans des considérations d'ordre mathématique, est un principe de cohérence des choix, posé par Savage (1954), et peut être illustré de la manière suivante :

On vous propose deux options distinctes X et Y :

- X = (2 billets pour un match de handball s'il ne pleut pas ; 20 euros s'il pleut)
- Y = (2 billets pour un match de basket s'il ne pleut pas ; 20 euros s'il pleut).

Que préférez-vous ? X ou Y ?

On vous propose deux autres options distinctes X' et Y' :

- X' = (2 billets pour un match de handball s'il ne pleut pas ; 0 euro s'il pleut)
- Y' = (2 billets pour un match de basket s'il ne pleut pas ; 0 euro s'il pleut).

Que préférez-vous ? X' ou Y' ?

Le **principe de la chose sûre** implique logiquement ici que si vous préférez X à Y, alors vous devez aussi préférer X' à Y'.

Autrement dit, votre préférence pour un match de handball (ou de basket) ne dépend pas du temps qu'il fait ni de la somme d'argent que vous percevrez s'il pleut.

### 2.1.3. Invalidation du respect des principes de la Théorie de l'Utilité Espérée.

De nombreux résultats empiriques ont remis en cause chacun des différents principes de la théorie de l'utilité subjective espérée. Nous les présentons ci-dessous :

---

d'un évènement pouvant avoir plus de deux issues possibles, la distribution de probabilité de ces issues. L'inférence bayésienne révisé la probabilité des propositions au fur et à mesure des observations, incluant, la première opinion a priori et a posteriori sur la probabilité des prémisses. Le raisonnement bayésien interprète la probabilité comme la traduction numérique d'un état de connaissance, du degré de confiance accordé à une hypothèse.

1. Les célèbres paradoxes d'Allais (1953) dans des situations risquées et d'Ellsberg (1961) dans des situations incertaines ont remis en cause le principe de simplification. De plus, la remise en cause de ce principe a été largement validée par de nombreux résultats expérimentaux (voir Starmer, 2000, pour revue) ;
2. De nombreuses expériences ont montré qu'un décideur agit souvent d'une manière qui n'est pas compatible avec le fait de posséder des préférences transitives (e.g., Loomes, Starmer, & Sugden, 1991 ; Tversky, 1969) remettant ainsi en cause le principe de transitivité, malgré son important attrait normatif ;
3. Le principe de dominance a été invalidé par Tversky et Kahneman (1981) ;
4. Bien que l'invariance soit normativement essentielle, sa violation est maintenant bien documentée (e.g., Kahneman & Tversky, 1979, 1984 ; Lichtenstein & Slovic, 1971 ; Tversky & Kahneman, 1981).

#### **2.1.4. Non respect des propriétés des probabilités.**

La transformation de croyances en probabilités (subjectives) pose le problème du respect des propriétés mathématiques des probabilités, propriétés plus connues sous le nom des trois axiomes de Kolmogorov (1933), à savoir:

1. la probabilité d'un évènement est représentée par un nombre réel compris entre 0 et 1 ;
2. la probabilité de l'évènement certain est égale à 1 ;
3. la probabilité d'un évènement qui est la réunion disjointe d'évènements est égale à la somme des probabilités de ces évènements (additivité dénombrable).

Néanmoins, la TUE s'est avérée indéfendable comme modèle descriptif du comportement des décideurs. En effet, les travaux expérimentaux qui ont suivi ces travaux théoriques ont montré que les gens violent systématiquement certains axiomes de la TUE.

L'incapacité de la théorie de l'espérance d'utilité à décrire les comportements observés, attestée dans de nombreux articles empiriques ou d'économie expérimentale, a donné lieu au développement d'alternatives « comportementales » comme les modèles d'utilité dépendant du rang (Quiggin, 1982), la théorie des perspectives (Kahneman & Tversky, 1979 ; Tversky & Kahneman, 1992) ou, plus récemment, la théorie des croyances optimales (Brunnermeier & Parker, 2005).

Mais, indiquent Lebraty et Pastorelli-Nègre (2004), cette analyse n'a pas résisté à la réalité des situations dans lesquelles les décisions se prennent. La vision normative et optimisatrice de la prise de décision a largement été remise en cause par l'introduction de la psychologie et des sciences cognitives (Kahneman & Tversky, 1974 ; Simon, 1979, 1983 ; Wason & Johnson-laird, 1972).

Nous nous attacherons dans le paragraphe suivant à présenter la théorie qui a rencontré le plus de succès, la Théorie des Perspectives.

## **2.2. La Théorie des Perspectives (« *Prospect Theory* »)**

Contrairement aux théories de l'utilité espérée qui donnent un modèle d'optimisation mathématique, la théorie des perspectives (Kahneman & Tversky, 1979 ; Tversky & Kahneman, 1992), se veut descriptive du comportement réel des gens (Kahneman & Tversky, 1979), de leur jugement. De manière opérationnelle, le jugement, dans la chaîne séquentielle « perception → identification → décision → action → évaluation » est un arbitrage (rapide) qui engage une décision d'action (Newell, 1968). La contribution majeure de cette théorie a été de démontrer que, bien que les choix impliquent la maximisation d'une valeur espérée, les utilités et les

probabilités subissent des transformations psychologiques avant d'être évaluées (Villejoubert & Le Floch, 2010). Elle fait suite aux travaux sur les biais cognitifs et heuristiques (Kahneman & Tversky, 1974) et s'appuie sur les découvertes réalisées en sciences cognitives et relatives à l'architecture du système cognitif de l'être humain qui lui donne la capacité de traiter l'information selon deux modes de fonctionnement très différents. Le premier fait intervenir des traitements automatiques de type heuristiques, rapides, peu conscients, fondés essentiellement sur la détection ou la mise en œuvre d'associations. Le second mode, dit symbolique, est plus lent et plus coûteux d'un point de vue cognitif car il mobilise l'attention pour inhiber et diriger les traitements automatiques. Mais lui seul permet le raisonnement formel, et les modèles mathématiques comme la théorie de l'utilité espérée en sont de purs produits. Mais en raison de leur coût cognitif très élevé, les raisonnements formels ont peu de chances d'être utilisés dans la vie quotidienne. Les comportements courants sont donc largement déterminés par des automatismes, c'est-à-dire par un mode de traitement qui s'écarte sensiblement des normes classiques de rationalité (Gollier, Hilton, & Raufaste, 2003). D'autre part, la théorie des perspectives s'inscrit dans la lignée des travaux de Ward Edwards dont les apports sont présentés ci-dessous, préalablement à la présentation de la théorie elle-même.

### **2.2.1. Les apports de Ward Edwards (1954, 1961, 1962).**

Edwards a enseigné à l'Université du Michigan où il fut le directeur de thèse de plusieurs d'étudiants qui furent par la suite d'éminents chercheurs (e.g., Amos Tversky dont il fut le mentor [Fox, 2009], Paul Slovic et Sarah Lichtenstein). Il est à l'origine d'une théorie comportementale de la décision (« *behavioral decision theory* »), un nouveau domaine de la psychologie qui a appliqué les théories économiques aux problèmes psychologiques (Heukelom, 2009). Sa revue, datée de 1954, a initié les psychologues à la littérature économique sur les problématiques du choix et de la décision, littérature particulièrement volumineuse et centrée sur des notions mathématiques complexes (Slovic, 1995). Les idées d'Edwards (1954, 1961, 1962) ont constitué un maillon important dans l'histoire de la genèse de la théorie des perspectives

dans la mesure où il a critiqué l'aspect prédictif de la théorie économique, eu égard à la définition faite de l'acteur et de sa rationalité, cet homo oeconomicus, être hyper rationnel, calculateur omniscient et motivé par la seule comparaison des gains et des pertes. C'est pourquoi Edwards a proposé de sortir la théorie de la prise de décisions du domaine économique car « *most of the decisions people make are not economic* » (Edwards, 1961, p.33).

### **2.2.2. Caractéristiques psychologiques de la théorie des perspectives.**

Suite à l'appropriation par les psychologues des processus de prise de décisions, de nombreux effets psychologiques ont été mis en évidence. Il s'agit notamment du renversement des préférences (« *preference reversal* »), et de l'existence d'un point de référence.

#### **2.2.2.1. Le renversement des préférences.**

Le phénomène de renversement des préférences a été mis en évidence par Lichtenstein et Slovic (1971), ainsi que par Lindman (1971) à partir d'une forme d'asymétrie dans l'aversion au risque. Il implique la violation du postulat d'invariance de la théorie de l'utilité espérée. Nous présentons ci-dessous une expérience classique pour illustrer ce phénomène :

On propose à des sujets de donner directement leurs préférences entre deux loteries monétaires H et L (par exemple : H fait gagner 4 \$ avec 99 chances sur 100 et fait perdre 1 \$ avec 1 chance sur 100; L fait gagner 16 \$ avec une chance sur trois, mais perdre 2 \$ avec 2 chances sur 3), la majorité préfère H à L. Mais quand on demande aux individus de donner des prix minimaux de vente, la majorité assigne à L un prix minimal de vente supérieur à celui de H !

Ainsi, face à un choix risqué conduisant à des gains, les sujets affichent une forte aversion au risque, préférant les solutions conduisant à une utilité espérée inférieure, mais plus sûre, alors que face à un choix risqué conduisant à des pertes, elles affichent une forte recherche



de risque, préférant les solutions conduisant à une utilité espérée inférieure pourvu qu'il y ait une chance de diminuer les pertes. Par conséquent, lorsque le sujet passe d'un contexte de gains à un contexte de pertes, il effectue un renversement de préférences. Kahneman et Tversky (1979) donne à ce phénomène l'appellation d'effet miroir (« *reflection effect* ») qui implique que l'aversion du risque en situation favorable est accompagnée d'une recherche de risque en situation défavorable. Cet exemple est ainsi en contradiction avec la théorie de l'utilité espérée qui ne considère que les choix où l'utilité espérée est maximum.

De plus, des caractéristiques superficielles du problème, non pertinentes d'un point de vue rationnel, ont également un impact qualitatif et quantitatif important sur le choix final (Slovic & Lichtenstein, 1968), au point de provoquer également des renversements de préférences (Lichtenstein & Slovic, 1971). L'exemple suivant permet d'illustrer ceci :

Une nouvelle maladie se répand dans votre ville. Deux vaccins sont disponibles. L'un est certain de sauver 200 vies, mais pas une de plus, tandis que l'autre a une chance sur trois de sauver 600 vies et deux chances sur trois de n'en sauver aucune. Vous êtes responsable du choix du vaccin qui sera appliqué. Lequel choisissez-vous ? Imaginez maintenant l'arrivée d'une nouvelle maladie. Deux autres vaccins sont disponibles. Avec le premier, il est certain que 400 personnes mourront. Avec le second, il y a une chance sur trois que personne ne meure et deux chances sur trois que 600 personnes meurent. Lequel choisissez-vous ? Les résultats expérimentaux (Tversky & Kahneman, 1981) montrent que les sujets placés devant le premier choix préfèrent majoritairement et significativement l'option la moins incertaine (certitude de sauver 200 vies). Ceux placés devant le second choix préfèrent l'option la plus incertaine (possibilité de sauver 600 vies). Or ces problèmes sont logiquement équivalents !

De nombreuses études ont confirmé la possibilité d'induire des renversements de préférences entre des options rationnellement équivalentes. En effet, les préférences ne

préexistent généralement pas dans l'esprit des individus mais se construisent au cours du processus décisionnel. Or, la présentation du problème influence ce processus de construction des préférences.

Selon la Théorie de l'Utilité Espérée, il existe nécessairement une relation linéaire entre l'espérance et les variations de probabilités, pour une même augmentation de la probabilité d'occurrence, l'impact sur la décision des sujets sera identique. Or ceci est clairement erroné. En effet, une augmentation de la probabilité de .39 à .40 a beaucoup moins d'impact sur les préférences des sujets qu'une augmentation de .00 à .01 ou de .99 à 1.00. Nous verrons plus loin que cette observation, faite par Edwards avant Tversky et Kahneman eux-mêmes, a été intégrée à la fonction de pondération de la décision de la théorie des perspectives (Kahneman & Tversky, 2000). C'est pourquoi, ces deux auteurs ont introduit une nouvelle fonction d'utilité appelée fonction de valeur (voir figure 1). Cette fonction montre que la réponse psychologique des investisseurs est une fonction à la fois concave (aversion au risque-gains) et convexe (recherche du risque-pertes) ; donc les investisseurs sont disposés à prendre beaucoup plus de risque pour éviter des pertes plutôt que pour réaliser des gains. La symétrie n'est cependant pas parfaite (un gain « x » n'aura pas un impact identique à une perte du même ordre) ce qui permet d'expliquer différents effets comme l'effet de dotation (« *dotation effect* ») selon lequel on demande plus de compensations pour ce dont on se sépare que pour ce que l'on souhaite acquérir (Kahneman, Knetsch, & Thaler, 1990 ; Thaler, 1980), ou encore l'effet de statu quo selon lequel on préfère ne rien faire plutôt que de prendre des risques (e.g., Anderson, 2003 ; Samuelson & Zeckhauser, 1988).

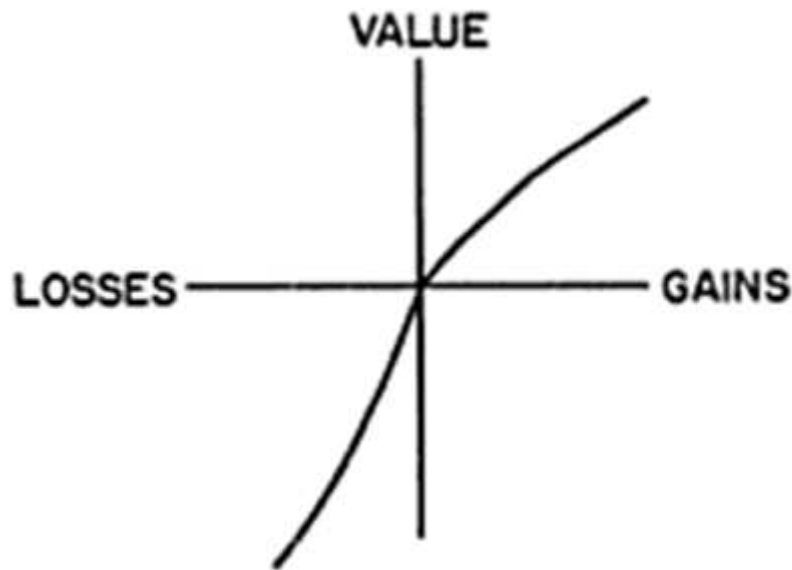


Figure 1: Fonction de valeur hypothétique (d'après Kahneman & Tversky, 2000, p.3)

#### 2.2.2.2. Existence d'un point de référence.

Comme nous venons de le voir, dans la théorie des perspectives le sujet est différemment sensible aux variations de gains ou de pertes. Cette asymétrie ne s'effectue pas en relation avec les valeurs absolues de ces gains ou ces pertes<sup>23</sup>, mais relativement à un point de référence. Cela implique, par conséquent, l'existence d'un point de référence. Ainsi, l'évaluation des décideurs ne porte pas sur les états finaux mais sur les changements en termes de richesse ou de bien-être par rapport à une position initiale conventionnellement définie (Schmidt, 2002). Le changement des points de référence induit des comportements différents : par exemple, les courtiers tendent à fuir le risque s'ils ont gagné la veille, mais prennent davantage de risques s'ils ont perdu la veille (Shapira, 1999). Dans cette perspective, un manager qui veut induire un comportement plus équilibré de la part des membres de son *trading desk* ferait donc bien de modifier leurs points de référence. Plus généralement, les prédictions de la Théorie de Perspectives sur l'asymétrie des comportements face au risque en fonction de la représentation des situations de choix en termes

<sup>23</sup> « The carriers of value are changes in wealth or welfare, rather than final states. » (Kahneman & Tversky, 1979, p. 277)

de gains ou de pertes ont été confirmées dans de nombreuses études empiriques (voir l'ouvrage de recueil d'articles de Kahneman et Tversky, 2000).

### 2.2.3. Présentation simplifiée de la Théorie des Perspectives.

Dans sa forme mathématique la plus simple, la théorie des perspectives peut être présentée de la manière suivante :

$$\text{Equation 1. } U = \sum_{i=1}^n w(p_i)v(x_i)$$

où  $U$  est l'espérance,  $x_i$  sont les gains ou les pertes,  $p_i$  les probabilités des occurrences respectives des  $x_i$ ,  $v$  la fonction de valeur qui représente la valeur subjective donnée par les acteurs à un gain (ou une perte), et  $w$  la fonction de pondération des probabilités. Une perspective est un contrat  $(x_i, p_i)$  où la somme des  $p_i = 1$ .

Au-delà de cette représentation mathématique, la théorie des perspectives, d'un point de vue psychologique, distingue deux phases dans le processus de prise de décisions, (a) une phase préalable d'édition (« *editing phase* »), phase d'analyse préliminaire des perspectives offertes, laquelle donne souvent une représentation simplifiée de ces perspectives, et (b) une phase d'évaluation des perspectives sélectionnées permettant de choisir la perspective possédant la valeur la plus élevée (Kahneman & Tversky, 1979).

La fonction de la phase d'édition est d'organiser et de reformuler les options de manière à simplifier l'évaluation et le choix. La révision consiste à appliquer plusieurs opérations cognitives qui transforment les résultats et probabilités associées aux perspectives offertes. Les principales opérations de cette phase de révision sont le codage (« *coding* »), la fusion (« *combination* »), la séparation (« *segregation* ») et l'annulation (« *cancellation* »).

1. Le codage consiste à coder les conséquences de ses actions en termes de gains ou de pertes. Il s'effectue à partir d'un point de référence (et non à une valeur absolue). Lorsque ce

point de référence correspond à l'état de richesse actuelle les gains ou les pertes coïncident avec les montants à recevoir ou à payer. Cependant la situation du point de référence, et le codage des résultats en termes de gains ou pertes, peuvent être affectés par la formulation des perspectives offertes et par les espérances du sujet (Kahneman & Tversky, 1979). Ces opérations d'édition permettent d'expliquer de nombreux écarts observés entre prescriptions normatives et comportements observés.

2. La fusion. L'opération de fusion permet de simplifier les perspectives, particulièrement lorsqu'il existe des résultats identiques, grâce à l'association de leur probabilité d'occurrence. Par exemple, la perspective  $(200, .25 ; 200, .25)$  sera simplifiée en  $(200, .50)$ .

3. La séparation. Il existe des perspectives dans lesquelles une composante ne comprend pas de risque. Cette composante peut être séparée de celle comprenant du risque dans la phase de révision. Par exemple, la perspective  $(300, .80 ; 100, .20)$  est facilement décomposée en un gain assuré de 200 et une perspective risquée  $(100, .80)$ .

4. L'annulation. Le mécanisme d'annulation explique que les composantes communes qu'elles soient de l'ordre des probabilités ou des rétributions, sont systématiquement éliminées. Ainsi, lorsque deux loteries donnent le même résultat conditionnement à un certain évènement, l'opération d'annulation permet d'éliminer les composantes communes de ces deux loteries. Par exemple, le choix entre  $(200, .20 ; 100, .50 ; - 50, .30)$  et  $(200, .20 ; 100, .50 ; - 100, .30)$  peut être réduit par annulation pour arriver à un choix entre  $(100, .50 ; - 50, .30)$  et  $(150, .50 ; - 100, .30)$ .

Deux opérations additionnelles sont les simplifications et la détection de dominance. La première fait référence à une simplification des perspectives par un arrondissement des probabilités et/ou des résultats. Par exemple, la perspective  $(101, .49)$  sera probablement recodée comme avoir une chance sur deux de gagner 100. Une autre forme particulièrement importante

de simplification implique l'abandon des résultats extrêmement improbables. La deuxième opération implique l'analyse méticuleuse des perspectives offertes pour détecter les alternatives dominées qui seront rejetées sans autre évaluation.

Dans la mesure où les opérations de la phase d'édition (« *editing operations* ») facilitent le processus de prise de décision, il est supposé qu'elles doivent être réalisées chaque fois que possible. Cependant, quelques opérations de révisions permettent ou empêchent l'application des autres. Par exemple, (500, .20 ; 101, .49) apparaîtra dominer (500, .15 ; 99, .51) si les seconds constituants des deux perspectives sont simplifiées en (100, .50).

La perspective finalement retenue pourrait par conséquent dépendre de la séquence des opérations de révision. A la suite de cette phase d'édition, le sujet est supposé évaluer chacune des perspectives révisées, et de choisir celle qui a la valeur la plus élevée. La valeur totale de la perspective révisée, noté  $U$  est exprimée à l'aide de deux fonctions  $w$  et  $v$ .

#### **2.2.4. Limites de la Théorie des Perspectives.**

La Théorie des Perspectives (Kahneman & Tversky, 1979 ; 1992) apparaît comme étant la plus célèbre des théories issues de l'économie comportementale (Bell, 1982 ; Loomes & Sugden, 1982 ; Machina, 1982). Toutes ont conservé la logique générale et la structure de la théorie classique de la prise de décisions. Elles y ont apporté, au fur et à mesure de leurs résultats expérimentaux, des modifications de certains composants et y ont associé différentes opérations. Mais, comme l'ont souligné Beach et Mitchell (1990), Beach, (1990), ces modifications s'inscrivent dans une tradition de l'histoire des sciences (modification de la théorie à la lumière de la preuve), et le risque subsiste de s'accrocher à un point de vue (dans ce cas, la logique et la structure de la théorie classique) qui peut ne pas être aussi prometteur qu'au moment de son apparition (Beach & Lipshitz, 1993).

La Théorie des Perspectives reste encore aujourd'hui la théorie descriptive des choix dans l'incertain la plus influente. Cependant les expérimentations effectuées dans son cadre ne concernent que des choix simples et demeurent somme toute très formelles. C'est pourquoi la Théorie des Perspectives peut être considérée comme généralement adaptée pour l'interprétation de données issues des études effectuées en laboratoire, comme les expérimentations à base de loteries. Elle a d'ailleurs été conçue pour cela. Cependant, des problèmes se posent, et les résultats sont d'ailleurs très mitigés, dans les tentatives d'appliquer cette théorie à l'extérieur du laboratoire. Par ailleurs, la théorie des perspectives conserve la métaphore de loterie de la théorie normative, métaphore de plus en plus considérée comme inappropriée par un grand nombre, sinon la plupart des auteurs, pour l'étude des décisions dans le monde réel, en particulier pour les décisions uniques (Beach & Conolly, 2005).

### 3. L'Approche de la Prise de Décisions en Situation (*Naturalistic Decision-Making [NDM]* ; Klein, Orasanu, Calderwood, & Zsombok, 1993)

#### 3.1. Critique des Paradigmes Antérieurs

Les résultats issus de l'approche du jugement et de la prise de décisions (JDM), bien qu'importants, ont fait l'objet de nombreuses critiques comme (a) l'absence de prise en compte du contexte (ces recherches étant conduites à l'intérieur des laboratoires) qui contraint les opérateurs à choisir entre quelques termes bien identifiés d'une alternative, alors qu'en situations réelles complexes, le choix s'effectue dans un continuum largement implicite, (b) une focalisation sur la réponse produite par le sujet et non sur le processus à l'origine de cette réponse, (c) une conception de l'acteur enfermé dans des attributions superficielles des limites humaines (Flach & Hoffman, 2003), et (d) une conception des biais comme une caractéristique inhérente et inévitable de la prise de décisions. C'est pourquoi il n'est pas surprenant de constater que les méthodes de formation et les systèmes d'aide à la décision développés à partir des théories classiques (voir à ce sujet Lipshitz, Klein, Orasanu, & Salas, 2001) n'ont pas suffisamment permis d'améliorer la qualité des décisions prises et n'ont pas été adoptés en contexte réel. Les gens ont trouvé ces outils et méthodes lourds et sans véritable lien avec le travail qu'ils devaient faire (Yates, Veinott, & Patalano, 2003). En ce sens, des chercheurs ont souligné la nécessité d'élaborer une approche méthodologique sur l'étude des processus de prise de décisions en se préoccupant davantage des applications pratiques (e.g., Connolly, 1982 ; Hammond, 1982 ; Meister, 1985).

Rasmussen (1997) a repéré une tendance dans l'évolution des paradigmes visant à modéliser le comportement humain. Grâce aux moyens permettant de mesurer l'écart entre le modèle rationnel classique (*Classical Decision Making* ; CDM) et le comportement observé, on est passé de modèles normatifs du comportement rationnel à une focalisation sur le comportement réellement et directement observé, pour aboutir à une modélisation des



mécanismes à l'origine de ces comportements. Cette tendance est confirmée par Lipshitz et ses collaborateurs (Lipshitz et al., 2001), pour qui l'histoire de la recherche sur les processus de prise de décisions a consisté au remplacement progressif des caractéristiques de l'approche classique, à savoir (a) la conceptualisation de la prise de décisions comme un choix parmi différentes options disponibles en même temps (e.g., Dawes, 1988; Hogarth, 1987), (b) la conceptualisation de la prise de décisions comme un processus délibéré et analytique nécessitant une recherche d'information complète (e.g., Beach & Mitchell 1978 ; Payne, Johnson, Bettman, & Coupey, 1990), (c) un formalisme générant un modèle abstrait et décontextualisé, prêté à une analyse quantitative (e.g., Coombs, Dawes, & Tversky, 1971), et (d) la focalisation sur le processus entrée-sortie mettant ainsi l'accent sur la prévision de l'alternative choisie (e.g., Funder, 1987). Le remplacement de ces caractéristiques est dû aux doutes quant à leur validité descriptive et a abouti, avec l'avènement de l'approche NDM, à leur remplacement à des fins autant descriptives que prescriptives.

C'est dans cette tendance historique et suite aux critiques relatives aux modèles antérieurs que s'est construit, à la fin des années 1980, le cadre d'analyse de l'approche NDM. Il a été formalisé lors de la première conférence NDM qui s'est déroulée à Dayton (Ohio) en 1989. Cette première conférence (Klein et al., 1993) a permis à des scientifiques et spécialistes du comportement de découvrir que leurs différents objets d'étude partageaient de nombreuses caractéristiques communes, comme (a) l'importance de la contrainte temporelle, de l'incertitude, des buts mal définis, des enjeux personnels élevés et autres éléments qui caractérisent la prise de décisions dans un contexte du monde réel, (b) l'importance d'étudier des sujets ayant une expertise avérée car les novices ne participent jamais à des tâches à fort enjeu (Pruitt, Canon-Bowers, & Salas, 1997), et (c) l'importance de la façon dont les acteurs évaluent la situation, comparativement à la façon dont ils choisissent leurs plans d'action.

La force de l'approche NDM réside dans l'accent mis sur l'expérience et la connaissance que possède le sujet (Pruitt et al., 1997).

Depuis, tous les deux ou trois ans une conférence internationale est organisée, la dernière s'est déroulée à Marseille, du 21 au 24 mai dernier. De plus, depuis 1995, « *The Human Factors and Ergonomics Society* » a constitué un groupe de travail appelé « *cognitive engineering and decision-making* » dont le journal du même nom assure la publication de travaux de recherches et de développement basés sur l'approche NDM.

### 3.2. Objectifs de l'Approche NDM

L'objectif essentiel de l'approche « *Naturalistic Decision-Making* », certains parmi ses plus fervents partisans parlent même de sa mission (Schraagen, Militello, Ormerod, & Lipshitz, 2008), est de comprendre comment les gens prennent des décisions dans des contextes significatifs et familiers du monde réel (Klein & Klinger, 1991) et comment les aider à être plus efficace dans leur travail. Les études menées dans le cadre de l'approche NDM portent sur la façon dont des opérateurs expérimentés, travaillant individuellement ou en groupes, dans des environnements dynamiques, incertains et évoluant souvent rapidement, identifient et évaluent la situation, prennent des décisions et réalisent des actions dont les conséquences sont significatives pour eux et pour l'organisation au sein de laquelle ils opèrent (Zsombok & Klein, 1997).

Selon Klein et Klinger (1991), les environnements dans lesquels vont s'effectuer ces recherches sont caractérisés par (a) des objectifs mal définis et tâches mal structurées (« *ill-defined goals and ill-structured tasks* »), (b) de l'incertitude, de l'ambiguïté et une information insuffisante (« *uncertainty, ambiguity, and missing data* »), (c) des objectifs concurrents et changeants (« *shifting and competing goals* »), (d) des conditions dynamiques et changeant continuellement (« *dynamic and continually changing conditions* »), (e) une action avec boucle de feedback (changement des conditions en temps réel) (« *action-feedback loops [real-time*

*reactions to changed conditions*] »), (f) une contrainte temporelle importante (« *time stress* »), (g) des enjeux élevés (« *highstakes* »), (h) plusieurs acteurs (« *multiple players* »), (i) des objectifs et normes d'un organisme (« *organizational goals and norms* »), et (j) des acteurs expérimentés (« *experienced decision-makers* »). Lipshitz et al. (2001) précisent que pour tenter d'atteindre son objectif essentiel, la recherche produite selon l'approche NDM est marquée par cinq caractéristiques essentielles: (a) une compétence avérée des acteurs étudiés, (b) des règles de décision correspondant à la situation d'action (« *situation-action matching decision rules* »), (c) la modélisation informelle liée au contexte (« *context-bound informal modelling* »), (d) un processus orienté (« *process orientation* »), et (e) une prescription basée sur des données empiriques (« *empirical-based prescription* »).<sup>24</sup>

Ainsi, dans l'approche NDM, c'est l'analyse des connaissances et compétences, différenciant les performances des novices et experts, qui fournit la base pour identifier les points d'appui permettant d'améliorer la performance et précise les exigences pour la formation et l'aide à la décision. Et, ces tentatives pour comprendre comment les gens prennent des décisions dans des contextes significatifs et familiers du monde réel, ne devraient pas se borner à isoler des opérations cognitives fondamentales mais devraient plutôt étendre leurs orientations sur les fonctionnalités macro-cognitives de la prise de décisions (Klein et al., 2003; Schraagen et al., 2008).

Cacciabue et Hollnagel (1995) ont opposé les recherches menées sur la cognition d'un point de vue macro à celles menées d'un point de vue micro<sup>25</sup>. Celles menées en macro-cognition cherchent à décrire le niveau des fonctions cognitives, le rôle de la cognition, dans les

---

<sup>24</sup> Nous pouvons dès à présent relever que l'ensemble de ces caractéristiques, tant du point de vue de l'environnement (objectifs mal définis et tâches mal structurées ; incertitude, ambiguïté et information insuffisante ; objectifs concurrents et changeants ; conditions dynamiques et changeant continuellement ; une action avec boucle de feedback ; une contrainte temporelle importante, des enjeux élevés, plusieurs acteurs ; des objectifs et normes d'un organisme ; des acteurs expérimentés) que de celui de l'approche théorique NDM (compétence avérée des acteurs étudiés ; règles de décision correspondant à la situation d'action ; modélisation informelle liée au contexte ; processus orienté ; prescription basée sur des données empiriques) s'applique particulièrement bien à la situation sportive de haut niveau.

<sup>25</sup> Pour une compréhension plus détaillée de la macro-cognition, le lecteur pourra se référer à Hoffman & McNeese (2009).

tâches réelles, c'est-à-dire dans lesquelles il existe une interaction avec l'environnement. Dans de telles études, les chercheurs sont davantage soucieux de la performance humaine dans des conditions réelles de travail que dans des conditions d'expériences contrôlées. Ainsi, la macrocognition est un cadre global pour étudier les fonctions cognitives utilisées en environnement complexes, qui comprennent la prise de décision, la conscience de la situation, la planification, la détection de problème, la création d'option, la simulation mentale, la gestion attentionnelle, la gestion d'incertitude, et l'expertise (Klein, Klein, & Klein, 2000).

A l'inverse, les études menées en micro-cognition cherchent à expliquer dans le détail la cognition humaine. L'accent est mis sur « les mécanismes de l'intelligence » en soi, plutôt que la manière dont fonctionne l'esprit humain. La micro-cognition est préoccupée par la construction de théories et à les relier à des données empiriques et expérimentales. Des exemples typiques d'études de micro-cognition sont sur la mémoire humaine, la résolution de problèmes dans des environnements confinés (par exemple, la Tour de Hanoi), l'apprentissage et l'oubli dans des tâches spécifiques, la compréhension du problème de langage, etc. Bon nombre des problèmes étudiés correspondent à des problèmes que l'on peut trouver dans des situations réelles, mais les études menées en micro-cognition mettent davantage l'accent sur le contrôle expérimental que sur la validité externe (Cacciabue & Hollnagel, 1995).

Mosier (2008) indique qu'évaluer une situation avec précision est particulièrement important dans les environnements en contexte réel, et qu'un des résultats les plus importants mis en évidence par les recherches réalisées selon l'approche NDM est que les décideurs expérimentés utilisent, lorsqu'ils sont en situation dans leur domaine d'expertise, des compétences particulièrement intuitives (Klein, 1993 ; Mosier, 1991 ; Orasanu & Fisher, 1997).

Les recherches menées selon l'approche NDM ont permis des avancées importantes dans le domaine du jugement et de la prise de décisions en identifiant et décrivant les processus décisionnels des experts. Ces processus relatifs à la prise de décisions incluent des fonctions macrocognitives telles que la détection d'un problème, la production de sens, la planification et

la régulation des plans, ainsi que la coordination entre les membres d'une équipe (Mosier, 2008). Par exemple, McLennan et Omedei (1996) ont examiné les processus pré-décisionnels qui apparaissent très importants pour la performance.

### **3.3. Les Influences de Simon (1955, 1956, 1957, 1969) et Gibson (1977, 1979)**

#### **3.3.1. L'influence de Simon (1955, 1956, 1957, 1969), la notion de stratégie satisfaisante.**

Herbert Simon a été l'un des chercheurs les plus importants dans le domaine des études comportementales sur la prise de décision. Cependant, l'impact de son travail dans la communauté travaillant sur la prise de décision est resté longtemps minoré (Campitelli & Gobet, 2010). Le modèle Recognition Primed Decision (RPD ; Klein, 1993), qui sera présenté ci-après, repose en grande partie sur la notion de stratégie satisfaisante que l'on doit à cet auteur (Klein, 1993).

Avec Edwards, Simon (1955, 1956, 1957, 1969) a vivement critiqué la conception d'un acteur à la rationalité parfaite. Il a soutenu une conception d'un acteur à la rationalité limitée (« *bounded rationality* »), et introduit la notion de stratégie satisfaisante afin d'affirmer que les organisations professionnelles (incluant l'acteur pris individuellement) qui gèrent un monde réel complexe, utilisent des procédures, des stratégies qui permettent de trouver « d'assez bonnes » réponses à leurs questions sans s'acharner à trouver la meilleure réponse possible, qui dans la plupart du temps ne peut pas être obtenue. Ainsi, Les gens se satisfont d'une recherche de la première option valable, plutôt que d'essayer de trouver la meilleure option possible. Cela signifie que les gens utilisent un critère d'adéquation qui leur permet de décider si une alternative est satisfaisante ou non. Ils choisissent la première option qui répond à ce critère. Par conséquent, les gens n'évaluent pas toutes les options disponibles et ne se focalisent pas sur une analyse coûts-avantages des options possibles. Ainsi, les décisions peuvent être prises avec des quantités raisonnables de calcul, et même lorsque les informations sont incomplètes. Par

conséquent, de relativement bonnes décisions peuvent être prises sans qu'il soit nécessaire d'analyser toutes les alternatives, ce qui est d'ailleurs dans la plupart des situations impossible à faire.

De plus, et contrairement à ce qui est supposé par la théorie économique dominante, les critères d'adéquation que les gens utilisent ne sont pas fixes, mais varient selon le niveau d'expertise du décideur, les caractéristiques de l'environnement, les attributs de la tâche à accomplir, et l'état actuel de la recherche, y compris l'information qui a été acquise jusqu'ici.

### **3.3.2. L'influence de Gibson (1977, 1979), le concept d'affordance.**

Gibson (1979) est à l'origine d'une nouvelle approche théorique de la perception visuelle, nommée théorie écologique de la perception. Cette théorie s'articule autour de la notion de champ de vision, défini comme l'ensemble des rayons lumineux convergeant au point d'observation où se situe le sujet, et la notion d'affordance (Gibson, 1977), définie comme la capacité d'un objet à suggérer sa propre utilisation ou d'une situation à inciter telle action particulière. Ainsi, Gibson conçoit l'environnement de manière global, comme une unité dans laquelle l'acteur fait partie. Il met en avant la notion d'affordance, pour exprimer le couplage indissociable entre perception et action. En effet, « *quand nous percevons une affordance de quelque chose [...], nous percevons une relation entre des caractéristiques et leur usage ou leur valeur pour nous-mêmes* » (Gibson, 2000, p.55). Ainsi, la relation entre la perception et l'action n'est plus seulement de l'ordre du feedback, mais relève de l'engagement de l'acteur dans la situation. L'action n'est pas la conséquence d'une perception, elles se développent dans le même mouvement. L'affordance permet une décision intuitive, non-délibérative, sous-symbolique. Ainsi, un décideur qui suit fidèlement les règles d'estimation des utilités espérées ne comprendra pas nécessairement les affordances d'une situation et sera moins bien préparé qu'un décideur qui

étudie les possibilités et les contraintes de la situation<sup>26</sup> (Klein, 2001). Norman (1999) ajoute à cette notion celle d'expérience; c'est-à-dire qu'un objet rappelle son utilisation possible par rapport à ses connaissances sur ce type d'objets.

### 3.4. Modèles de la Prise de Décisions Utilisés dans l'Approche NDM

Dans l'approche NDM, parmi les différents modèles relatifs à la prise de décisions, deux sont plus particulièrement utilisés. Il s'agit du modèle Recognition-Primed Decision (RPD) de Klein (1993, 1997), et du modèle de la Situation Awareness (SA) d'Endsley (1995b). Ces deux modèles sont présentés ci-dessous.

#### 3.4.1. Le modèle Recognition-Primed Decision (Klein, 1993).

Selon le modèle RPD l'opérateur évalue la situation selon (a) une reconnaissance simple, (b) un développement d'un cours d'action, ou (c) une stratégie complexe.

Lors de la reconnaissance simple, l'expert reconnaît la situation et enclenche le cours d'action adéquat pour répondre à la problématique identifiée. Aucune autre alternative n'est évaluée.

Lors du développement d'un cours d'action l'expert reconnaît la situation et effectue un diagnostic interne des différentes étapes du schéma associé habituellement à cette situation. Si la simulation interne donne un résultat jugé probant, le schéma est enclenché, sinon il peut être adapté.

Lorsque la situation n'est pas reconnue ou que le niveau 2 a échoué (les cours d'action connus n'ont pu être adaptés à la situation), deux cas de figure se présentent. Dans le premier

---

<sup>26</sup> "A decision maker who faithfully follows the rules for estimating expected utilities will not necessarily understand the affordances of a situation and will be less prepared than a decision maker who is studying the opportunities and constraints in the situation" (Klein, 2001, p.118).

cas, la situation est ré-évaluée (bloc « *Reassess Situation* ») et dans le deuxième cas, un autre cours d'action est sélectionné (cf. figure 2).

Ces trois modalités ont en commun la reconnaissance de « typicalité », effectuée à partir de quatre types de variables : les attentes de résultats ou résultats eux-mêmes (« *expectancies* »), les indices pertinents (« *relevant cue* »), les cours d'actions typiques (« *typical action* »), et les buts plausibles (« *plausible goals* »). De plus, elles sont sensiblement liées au niveau d'expertise de l'opérateur dans la mesure où (a) pour la reconnaissance simple, une expertise élevée permettra de reconnaître la « typicalité » de la situation afin d'y répondre rapidement, (b) pour le développement d'un cours d'action, une expertise élevée permettra de construire un modèle mental adapté, et (c) pour l'élaboration d'une stratégie complexe, une expertise élevée permettra la simulation mentale d'un cours d'action dans une situation et à anticiper ses conséquences.

Le modèle RPD s'appuie sur trois hypothèses fondamentales :

1. Les experts envisagent des options de façon séquentielle et non concurrente de sorte que la première option choisie est d'emblée une option plausible (Lipshitz et al., 2001).
2. Les experts utilisent la reconnaissance de configurations spatio-temporelles au cours de l'action pour répondre aux contraintes temporelles, à partir de leurs expériences et des affordances de la situation (Klein & Calderwood, 1991).
3. Les experts choisissent une option sans prendre en compte l'ensemble des solutions disponibles (notion de satisfaction [Simon, 1955] ou de suffisance cognitive [Amalberti, 2001]) et réalisent une simulation mentale de ses conséquences (Lipshitz et al. 2001, p. 336 « *mentally simulate a course of action and anticipate how it will play out* »).



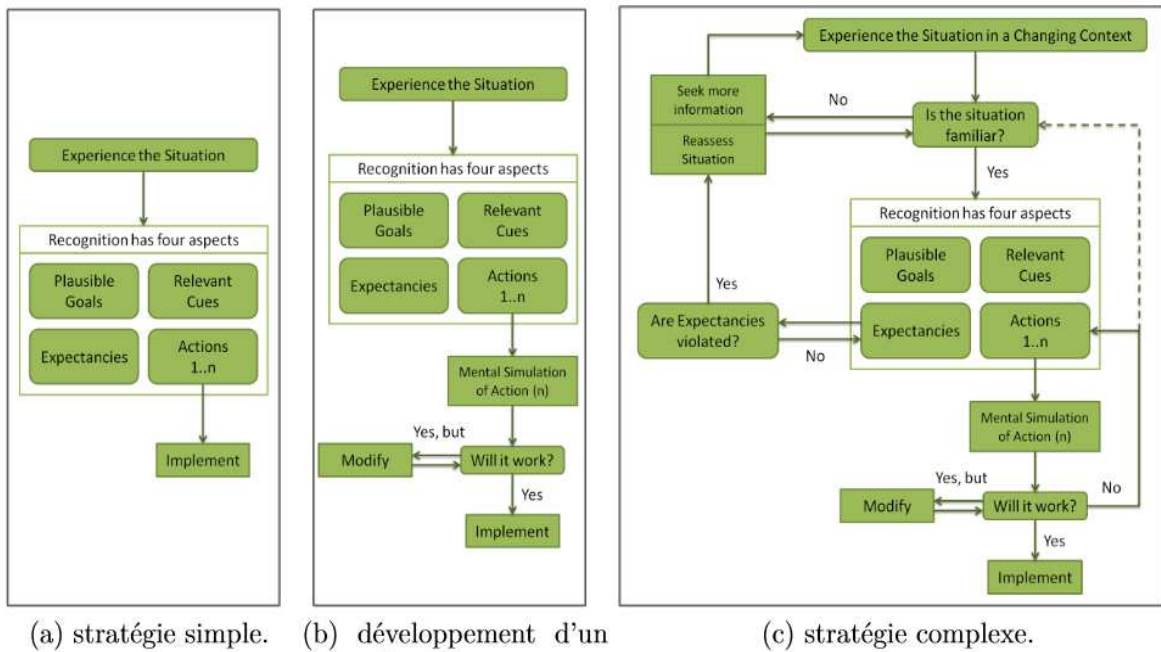


Figure 2. Les modes d'évaluation du modèle Recognition Primed Decision (tiré de Klein, 1993, p.141).

### 3.4.2. Le Modèle « Situation Awareness » (Endsley, 1995b)

Endsley (1995b) indique que, selon Press (1986), le concept de conscience de la situation (situation awareness) existe depuis le début du XX<sup>ème</sup> siècle, où, pendant la première guerre mondiale, il était considéré comme crucial pour les équipages de l'aviation militaire. A l'origine, ce terme était donc plus employé par les pilotes que par la communauté scientifique.

Plus récemment, il est devenu un thème incontournable dans les études de psychologie en aéronautique qui n'ont analysé la conscience de la situation que sous l'angle de l'intégration multi-sensorielle et de la désorientation spatiale vue la complexité croissante des environnements aéronautiques qui demandait aux pilotes, civiles et militaires, d'intégrer de plus en plus d'informations de divers formats.

La définition de la situation awareness la plus couramment citée est celle de Endsley (1995b, p. 36) qui la décrit comme « la perception des éléments de l'environnement dans un volume spatial et temporel, la compréhension de leurs significations, et la projection de leurs états dans le futur proche » (*The perception of the elements in the environment within a volume*

*of time and space, the comprehension of their meaning, and the projection of their status in the near future).*

Endsley (1995b, 2000) propose un modèle constitué de deux parties (voir figure 3 infra) :

1. Le Core SA model

Ce bloc (en gris sur la figure 3) décrit les 3 niveaux de la situation awareness (perception, compréhension, projection décrit ci-dessous) et le processus de prise de décision / action attaché à la SA;

2. Les différents facteurs impactant la situation awareness sont représentés autour du core model. Ces facteurs sont issus du système avec lequel interagit l'opérateur (capacités, nature des interfaces...), des tâches réalisées (complexité, niveau d'automatisation...) mais peuvent également être des facteurs individuels (expérience, entraînement...) ou liés à la mission (buts et objectifs, attentes suite au briefing par exemple).

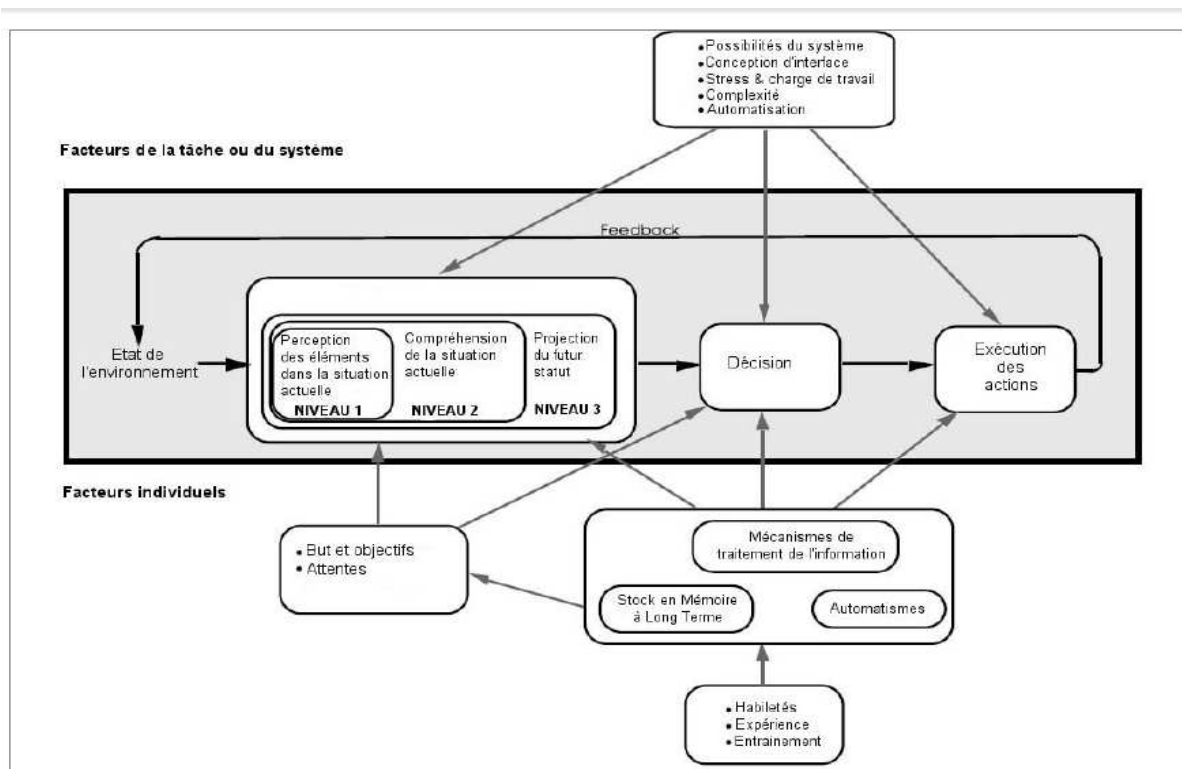


Figure 3. Le modèle de conscience de la situation (« *situation awareness* ») (tiré de Endsley, 1995b, p.35 )

Le niveau 1 du modèle d'Endsley, première étape de construction de la SA, correspond à la perception des éléments de la situation courante. Il fournit des « informations sur les états, les attributs et la dynamique des éléments pertinents de l'environnement » (Endsley, 1995b). Aucune analyse des informations n'est effectuée, ce niveau gère notamment le focus attentionnel de l'opérateur qui peut être dirigé vers la capture de certains éléments associés aux objectifs par exemple (aspect « top-down » ou « endogène ») ou attiré par les éléments saillants pertinents (aspect « bottom-up » ou « exogène »).

Ensuite, l'opérateur aborde le niveau 2, la compréhension de la situation courante, qui « synthétise les éléments disjoints du premier niveau » afin de fournir une image organisée de cette situation, à travers la compréhension de la signification des objets et événements perçus. Ce deuxième niveau constitue un modèle « situationnel » décrivant l'état actuel du modèle mental que se fait l'opérateur de la situation.

Enfin, le niveau 3, la projection des états futurs, propose un pronostic de l'état futur du système en s'appuyant sur les éléments perçus (niveau 1), injectés dans les modèles mentaux du niveau 2, afin d'obtenir des situations probables et permettre à l'opérateur d'anticiper sur cet état futur. Endsley (1995b) souligne l'importance des modèles mentaux aux 3 niveaux de son modèle: ils permettent de diriger l'attention de l'opérateur au niveau 1, d'intégrer les éléments afin de fournir une image compréhensible de la situation courante (niveau 2) et probable (niveau 3).

Ces trois niveaux sont dépendants. En effet, le niveau 1 est une sorte de socle fondé sur la perception des éléments pertinents de la situation. Au niveau 2, ces éléments seront intégrés entre eux afin de comprendre la situation. Enfin, c'est sur la base de cette compréhension que des projections (i.e., anticipation) pourront être effectuées sur l'avenir de la situation (niveau 3). Par ailleurs, le propre de la conscience de la situation est de précéder la prise de décision en situation dynamique (Endsley, 1995b).

Endsley (1995b) souligne les deux caractéristiques de ces situations afin de les distinguer des situations statiques. Premièrement, les décisions sont prises en un laps de temps restreint. Deuxièmement, elles dépendent d'une analyse de la situation continuellement mise à jour. Ce second point souligne l'aspect temporel de la conscience de la situation qui n'est pas acquise instantanément mais qui évolue, s'adapte au cours du temps. De plus, les prises de décisions et les actions des opérateurs sont directement déterminées par leur conscience de la situation. De ce fait, plusieurs facteurs peuvent influencer le processus d'élaboration de la conscience de la situation. Ces facteurs sont liés soit à l'opérateur soit à l'activité (figure 3). Les facteurs liés à l'activité correspondent aux caractéristiques de l'activité en cours.

## Conclusion

L'objectif de ce chapitre était de présenter les différents paradigmes d'étude du processus de prise de décisions et de montrer la pertinence particulière de celui relatif à l'approche NDM pour l'étude du processus de prises de décisions de l'entraîneur en situation de match. En effet, Lyle (2010) relève plusieurs points incompatibles avec les approches CDM et JDM :

1. La difficulté à évaluer, en soit, la réelle pertinence, la réelle justesse d'une prise de décision d'un entraîneur ;
2. L'activité de l'entraîneur ne consiste pas à effectuer un choix parmi différentes options possibles, mais à réduire les différentes options, et surtout à effectuer une série de décisions interdépendantes et de s'approcher de la série qui sera la plus appropriée, ceci sur la base d'évènements continus et dans des circonstances complexes ;
3. Comme la plus grande partie des interventions de l'entraîneur dans la gestion des phases d'entraînement comme de compétition sont semi-réfléchies (i.e., les contraintes temporelles sont trop fortes pour entreprendre une analyse exhaustive de la situation), son objectif ne consistera pas à rechercher de la plus haute performance possible mais à atteindre une performance acceptable, satisfaisante (au sens de Simon), permettant la réalisation des objectifs individuels et collectifs convenus. En cela, l'entraîneur gère l'incertitude et maintient le contrôle de ses athlètes ce qui doit l'amener à sélectionner les actions qui ne restreignent pas complètement sa marge de manœuvre ultérieure (Lipshitz & Bar-Ilan, 1996).

De plus, dans les approches CDM et JDM, l'association, le couplage entre le décideur (avec ses connaissances et expériences) et la situation, n'est pas pris en compte, à l'inverse du paradigme de la NDM dont les chercheurs, en contrepartie sont davantage focalisés sur les phénomènes macro-cognitifs.

Dans le chapitre suivant, nous allons nous intéresser sur ce couplage acteur-situation en nous attachant à caractériser les aspects dynamiques, coopératifs et compétitifs de la situation de match.

## Chapitre 2. Couplage Acteur – Situation

### Introduction

Dans le chapitre précédent nous avons présenté différents paradigmes relatifs aux études des processus de prise de décisions. Contrairement aux paradigmes antérieurs, l'approche NDM conçoit l'activité décisionnelle comme un couplage entre des contraintes contextuelles, celles de la situation, et des ressources perceptives et cognitives, celles de l'acteur (Ross, Schafer, & Klein, 2006). Afin d'identifier ce couplage avec précision, ce deuxième chapitre va s'attacher à caractériser : (a) le contexte du handball professionnel, (b) l'acteur, considéré comme un cadre-dirigeant, et (c) la situation, considérée ici comme dynamique, coopérative et compétitive.

### 1. Le Contexte Professionnel

La professionnalisation du handball masculin français, au début des années 1990<sup>27</sup>, et féminin dix ans plus tard, s'inscrit dans une dynamique générale de professionnalisation des sportifs et sportives de haut niveau qui concerne l'ensemble des principaux sports collectifs. Cette professionnalisation des athlètes, dont Christian Pociello avait prédit l'avènement (Pociello 1982, 1995), a considérablement multiplié les enjeux financiers liés à la réussite sportive des équipes. Les propos d'un des entraîneurs participants à l'étude illustrent bien cette évolution : *« Le handball n'est plus une passion qui permet au joueur de gagner de l'argent, c'est devenu un métier dont le salaire, qui le fait vivre ainsi que sa famille, est indexé à sa performance individuelle ».*

De plus, avec des budgets par équipe qui atteignent plusieurs millions d'euros<sup>28</sup>, la part des partenaires privés, soucieux de retombées publicitaires et économiques<sup>29</sup> de plus en plus

<sup>27</sup> Si effectivement c'est au début des années 1990 que les joueurs et entraîneurs ont pour la première fois ont fait du handball leur profession en étant salariés des clubs, La Ligue Nationale de Handball (organisme regroupant les clubs professionnels du championnat de France de 1<sup>ère</sup> Division n'a quant à elle été créée que le 21 mai 2004.

<sup>28</sup> En 2010, le club de Montpellier (MAHB), champion de France, affichait un budget de 6,1 million d'euros pour l'équipe professionnelle.

<sup>29</sup> Jusque là retransmis uniquement sur la chaîne câblée Eurosport, le groupe Canal+, depuis la saison 2011-2012, s'est engagé dans un partenariat avec la Ligue Nationale de Handball pour diffuser de manière hebdomadaire, via la

importantes<sup>30</sup> obligent, les dirigeants de clubs, chefs de ses nouvelles entreprises sportives, à accroître leurs exigences quant aux résultats, aux performances de leur équipe.

Ainsi, le handball professionnel comme les autres sports collectifs professionnels, soumis aux pressions exercées par le champ économique et médiatique pour conquérir le marché sportif en tant que pur espace de consommations marchandes (Fleuriet, 1997) se plie au culte de la performance (Ehrenberg, 1991).

## 2. L'Entraîneur comme Cadre-Dirigeant

L'entraîneur, rémunéré de manière conséquente<sup>31</sup>, est un acteur influent de la rencontre à laquelle il tente d'apporter une valeur ajoutée dans la mesure où il dirige les joueurs à la fois d'un point de vue technique et d'un point de vue des ressources humaines.

Mintzberg (1984), à l'origine des premiers travaux sur l'activité réelle des cadres (préalablement, les études sur le travail des cadres étaient surtout normatives), définit par cadre toute personne qui a la responsabilité d'une organisation formelle ou d'une de ses sous-unités. Cet auteur, à partir d'une observation structurée de l'activité réelle de cinq directeurs généraux, conclut que l'activité du cadre comprend dix rôles concrets, reliés entre eux (bien qu'ils soient décrits indépendamment les uns des autres, ces rôles forment un ensemble dont les parties sont indissociables les unes des autres), assumés par tous les cadres et regroupés dans trois catégories :

- Rôles caractérisés par la relation à autrui : rôle de symbole, rôle de relations, rôle de leader.
- Rôle caractérisés par la collecte, la maîtrise et la transmission de l'information : observateur, diffuseur, porte-parole.

---

chaîne Canal+ sport, les rencontres du championnat de France masculin de 1<sup>ère</sup> Division, avec comme objectif affiché de faire médiatiquement du handball le 3<sup>ème</sup> sport collectif derrière le football et le rugby.

<sup>30</sup> Depuis la saison 2010-2011, le MAHB possède un partenariat privé supérieur d'un point de vue économique à celui des subventions des collectivités territoriales.

<sup>31</sup> Le salaire de l'entraîneur principal du Montpellier Handball, s'élevait à 16 000 € mensuel. ()



- Rôle caractérisés par la prise de décision : entrepreneur, régulateur, répartiteur de ressources et négociateur.

Plus récemment, Mintzberg (1994) a regroupé ces trois ensembles de rôles en trois cercles concentriques : le cercle intérieur correspond au niveau des informations, le cercle intermédiaire à celui des personnes, et le cercle extérieur à celui de l'action. Ces rôles soulignent la responsabilité considérable des cadres dans leur organisation, responsabilité qui confère à leur travail des caractéristiques communes.

Fiol et Lebas (1999) évoquent également un double rôle du cadre dont la responsabilité d'une équipe l'oblige à faire face en permanence à des situations complexes dans lesquelles deux logiques s'opposent et se complètent. Une première logique lui impose d'être un générateur de performance individuelle pour son supérieur (le président du club par exemple), la seconde logique l'incite à être un créateur de situation de sens pour ses collaborateurs (les joueurs bien sûr, mais également l'ensemble des membres du staff technique [préparateur physique, préparateur mental, entraîneur adjoint, etc.], ou médical [kinésithérapeute, médecin, etc.]).

Malgré la diversité des situations professionnelles dans lesquelles évoluent les cadres, plusieurs auteurs (e.g., Rogalski, & Langa, 1997 ; Stewart, 1983) ont relevé les caractéristiques suivantes :

a) le cadre réalise une quantité élevée de travail marquée par un rythme soutenu, et par la brièveté, la variété et la « fragmentation des activités » (Stewart, 1983) ;

b) son travail est très relationnel, fortement orienté vers autrui et vers l'action ; les communications – plutôt verbales que formelles et écrites – tiennent une place centrale dans son activité ;

c) ses activités sont caractérisées par une grande autonomie d'organisation du temps de travail contrebalancée par un contrôle des résultats, et par les tensions, les conflits, les rôles antagonistes et les pressions des multiples parties prenantes.

### **3. Caractéristiques du match**

#### **3.1. Une Situation Dynamique**

##### **3.1.1. Définition et origine.**

L'une des premières utilisations du terme de situation dynamique est apparue dans l'ouvrage collectif de Hollnagel, Mancini, & Woods (1986) rassemblant des travaux d'une communauté pluridisciplinaire autour des problèmes posés par l'aide à la décision dans des situations complexes et à risques (Hoc & Cellier, 2001). Les recherches ont d'abord été réalisées sur des tâches de contrôle de processus industriels (Bainbridge, 1980 ; Edwards & Lees, 1974). On retrouve des études plus récentes de ces situations dynamiques en ergonomie francophone dans, par exemple, la lutte contre les incendies de forêt (Rogalski & Samurçay, 1993), la conduite de haut fourneau (Hoc, 1989a, 1989b, 1991), l'anticollision en mer (Chauvin, 2003 ; Chauvin, Clostermann, & Hoc, 2008), l'enseignement scolaire des mathématiques (Rogalski, 2003). Ainsi, la notion de situation dynamique s'est progressivement construite suite à la collaboration de plusieurs communautés scientifiques orientées vers la conception de systèmes cognitifs de travail, intégrant des humains et des machines [psychologie cognitive ergonomique, ergonomie cognitive, et génie cognitif (cognitive engineering)].

Une situation est qualifiée de dynamique lorsqu'elle possède sa dynamique propre, avec laquelle l'opérateur va interagir afin d'atteindre le but fixé (e.g., Hoc, 1996 ; Hoc, Amalberti, & Plée, 2000 ; Hoc & Moulin, 1994 ; Rogalski, 2003 ; Samurçay & Rogalski, 1992). Ainsi, et c'est une caractéristique essentielle de ce type de situation, le fait que la situation se transforme même

lorsque l'opérateur n'agit pas sur elle, implique que l'opérateur puisse mettre à jour en permanence une représentation de l'état et de l'évolution de cette situation.

### **3.1.2. Dimensions cognitives d'une situation dynamique.**

A partir de situations de systèmes homme-machine, Hoc (1996), sans toutefois prétendre à l'exhaustivité, détermine cinq dimensions cognitives importantes permettant de différencier différentes situations dynamiques (i.e., l'étendue du champ de supervision et de contrôle ; la proximité du contrôle ; l'accessibilité du processus ; la nature des transformations subies par les variables [discontinues-continues] ; la vitesse du processus) et ayant des conséquences sur la complexité de l'activité de supervision et de contrôle de l'opérateur.

Ces dimensions, principalement tirées de l'analyse des confrontations d'un opérateur avec un système technique, ne peuvent, par conséquent, à elles seules, rendre compte des situations coopératives et compétitives qui seront étudiées de manières spécifiques dans la suite de ce chapitre.

### **3.1.3. Étendue du champ de supervision et de contrôle.**

Le champ de supervision est défini par l'ensemble des variables sur lesquelles va se focaliser l'opérateur. Un champ de supervision limité réduit les informations disponibles et, de ce fait, la possibilité donnée à l'opérateur d'anticiper de manière fiable et précise. L'étendue de ce champ de supervision détermine l'arborescence des différentes causes liées à l'évolution du processus. D'autre part un aspect plus qualitatif rentre en jeu dans la mesure où, une insuffisante visibilité des données utilisées par les opérateurs augmente la complexité de la situation (Brehmer, 1992, parle d'opacité, « *opaqueness* »).

Le champ de supervision peut être examiné de trois points de vue le plus souvent liés : causal, temporel et spatial.

D'un point de vue causal, on peut caractériser les situations par le nombre de variables contrôlées qui ont des effets sur les variables cruciales du processus. Si on prend l'exemple du contrôle de trajectoire, l'étendue du champ de supervision dans la conduite automobile sera plus large que dans le pilotage d'un navire pour lequel la trajectoire est la combinaison des effets des courants, des vents et des actions sur la barre du navire. Ce point de vue causal, doit être associé aux constantes de temps du processus dont la prise en considération est très importante pour obtenir des effets utiles, comme c'est le cas des pilotes de combat évoluant à grande vitesse et basse altitude. La relative longueur du temps de prise de décision par rapport au court délai imposé d'obtention de l'effet réduit le champ de supervision (Amalberti & Deblon, 1992). L'étendue du champ de supervision peut également être considérée d'un point de vue spatial, c'est-à-dire du point de vue des relations topographiques entre différents éléments du processus, si cela a un effet important sur la conduite de l'opérateur. Cependant, ces relations spatiales peuvent être traduites de façons plus symboliques afin de gagner en pertinence (Spérandio, 1976).

En sciences du sport, les travaux menés sur le comportement de l'entraîneur en situation de match à partir d'entretiens post-match et/ou d'analyse du discours en situation naturelle, ou encore de questionnaires mettent en évidence l'étendue du champ de supervision (e.g., Debanne, & Fontayne, 2009, 2012 ; Duke & Corlett, 1992 ; Gilbert, Trudel, & Haughian, 1999 ; Mouchet, 2011). Ainsi, Mouchet (2011) relève que l'entraîneur de rugby évalue la partie au regard de ses prévisions en mobilisant les indicateurs suivants : (1) la combinaison d'indices observés en situation, de communications avec le manager dans les tribunes via la radio, et de données d'arrière-plan décisionnel à propos des caractéristiques des joueurs et du fonctionnement de l'équipe ; (2) l'absence de répétition d'erreurs, ce qui constitue pour lui un indicateur important au regard du fonctionnement de l'équipe ; (3) des éléments du contexte local comme la météo (vent favorable en deuxième mi-temps) et la stratégie de remplacement

des joueurs sur ce match (entrée de bons joueurs prévue en deuxième mi-temps) ; (4) de plus, il effectue une analyse systémique du rapport d'opposition à travers les points forts et points faibles des deux équipes, à travers la globalité et certains détails du jeu, et en observant les différentes phases de jeu.

Duke et Corlett (1992), après avoir recueilli les réponses de 35 entraîneurs canadiens de basket-ball universitaire féminin à un questionnaire (échelle de type Likert) portant sur les facteurs qui interviennent dans la décision de l'entraîneur lorsqu'il demande un arrêt de jeu, montrent que l'état physique ou émotionnel des joueuses, leur niveau d'attention, ou la nécessité d'une mise au point stratégique sont les principaux indicateurs. Il est également à noter que ces variables qui constituent l'étendue du champ de supervision peuvent être opaques (Hagemann, Strauss, & Büsch, 2008).

#### **3.1.4. Proximité du contrôle.**

Par la proximité du contrôle on examine les possibilités d'actions plus ou moins directes de l'opérateur sur les variables cruciales du processus. On se focalise ainsi sur la longueur des chaînes causales conduisant de l'intervention de l'opérateur à l'obtention des effets désirés. Il s'ensuit une distinction entre trois types de délais : (1) du point de vue du temps du processus, le délai de réponse sépare l'action de son effet ; (2) du point de vue de l'opérateur, un délai d'information (information retardée sur l'effet) peut s'ajouter au délai de réponse ; (3) le délai de rétroaction est la somme de ces deux délais.

Ainsi, Leplat, (1988) a montré que le moment des feedbacks qui varie en fonction des paramètres traités a une influence sur la complexité de la situation. Dans les processus industriels, une relation inverse entre proximité du contrôle et ampleur des effets a été montrée (Van Daele, 1993).

#### **3.1.5. Accessibilité du contrôle.**

L'information sur les variables du processus peut être plus ou moins directe. Quand l'information nécessaire à la prise de décision est assez directement accessible, on peut sélectionner les paramètres pertinents. Quand elle ne l'est pas, il est nécessaire d'effectuer des inférences à partir d'indicateurs. L'élaboration et le test d'hypothèse peuvent alors représenter une part importante de l'activité.

Cependant, lorsque le nombre de paramètres accessibles et potentiellement pertinents est tellement important que l'opérateur n'a pas le temps de les prendre tous en considération, il y a nécessité pour celui-ci d'effectuer des inférences à partir d'un nombre restreint de paramètres afin de se construire une représentation occurrente de l'état et de l'évolution du processus. Ainsi, plusieurs auteurs ont montré que le nombre de variables pertinentes ou une interaction des sous-systèmes dans le processus dynamique augmentait la complexité de l'activité de surveillance pour l'opérateur (Brehmer, 1992 ; Brehmer, & Allard, 1991 ; De Keyser, 1990 ; Woods, 1988).

En situation de match, plusieurs auteurs (e.g. Bouthier, & Durey, 1995 ; Debanne, & Fontayne, 2009, 2012 ; Lyle, 2002 ; Mouchet, 2011) ont montré que la composition de l'équipe (qui est sur le terrain ? et à quel poste ?) ainsi que les systèmes de jeu (Lyle, 2002) étaient des variables sur lesquelles l'entraîneur semblait avoir un contrôle direct et aisé.

### **3.1.6. Nature des transformations subies par les variables (continues/discontinues).**

Il est coutumier de qualifier de continus des processus pour lesquels la situation d'arrêt de l'installation est exceptionnelle, sans que ce soit en rapport quelconque avec l'évolution de leurs variables (Hoc, 1996). Ce qui caractérise d'abord un processus continu, c'est la notion d'équilibre dynamique. Un fonctionnement satisfaisant du processus se traduit par une certaine stabilité des paramètres ou de leurs variations (Hoc, 1991).

D'autres auteurs ont précisé les relations de quelques éléments relatifs à la quantité et la variabilité des différents paramètres du processus et sa complexité. Par exemple, une variabilité des différents paramètres du système, ajoutée au caractère continu de ces paramètres et à l'inertie

du système rendent leur estimation plus difficile (Hoc, 1989a, 1989b ; Roth & Woods, 1988). De même, une variabilité des différents paramètres du système, ajoutée à leur caractère continu et à l'inertie du système rendent leur estimation plus difficile (Hoc, 1989a,b ; Roth & Woods, 1988).

En situation de match, les variables comprises dans le champ de supervision sont manifestement discontinues et le processus peut momentanément être interrompu (temps-morts, mi-temps, par exemple).

### **3.1.7. Vitesse du processus.**

Cette dimension s'intéresse aux effets des courts délais de réponse liés à la vitesse du processus sur la supervision du processus. La vitesse du processus génère des délais de réponse très courts. Ainsi, les informations importantes peuvent survenir avec une plus grande fréquence que lorsque les délais sont plus longs. La fréquence de prise d'informations devra par conséquent être plus élevée (Hoc, 1996).

D'autre part, Hoc et Moulin (1994) ont montré que la vitesse du processus (e.g., environnement virtuel de feux de forêt) ne modifiait pas la performance globale des différents opérateurs. Par contre, les stratégies utilisées pour atteindre cette performance sont fort différentes. Lorsque le processus est lent, la planification initiale est très succincte et se réalise par la suite en temps réel pour atteindre des niveaux de détails très fins. Lorsque le processus est rapide, la planification se concentre en début d'exécution de la tâche et reste très schématique.

Ainsi, la vitesse de déroulement du processus, du point de vue du temps disponible pour les prises de décisions a des conséquences sur la structuration d'ensemble de l'activité (planification en temps réelle ou planification initiale) et sur le niveau de contrôle utilisable au cours de l'exécution (les processus rapides exigeant de fonder le contrôle sur des automatismes).

En situation de match, de part les multiples arrêts du jeu (structurels –pause de la mi-temps, temps mort d'équipe ; ou contingents –blessure, ballon dans les tribunes, etc...) la vitesse

du processus peut s'interrompre. Toutefois, il n'en demeure pas moins des déséquilibres importants entre les deux équipes opposées peuvent se créer en quelques minutes. Ainsi, les prises de décisions de l'entraîneur doivent être parfois effectuées sous fortes pression temporelles (Hagemann et al., 2008).

### **3.1.8. Autres dimensions.**

Toujours dans le cadre de coopération homme-machine, plusieurs auteurs ont mis en évidence l'impact d'autres caractéristiques de la situation sur sa complexité. C'est le cas des buts des opérateurs lorsqu'ils sont nombreux (Dörner & Schölkopf, 1991 ; Funke, 1991), imprécis, parfois conflictuels (de Montmollin & De Keyser, 1985) ou en même temps trop restreints (Woods, 1988).

Les travaux menés en situation, sur les buts de l'entraîneur en situation de match montrent leur multiplicité (e.g., Debanne, 2014 ; Debanne & Fontayne, 2009, 2012 ; Gilbert, & Trudel, 2000 ; Gilbert et al., 1999 ; Smith & Cushion, 2006 ; Wilcox & Trudel 1998). Cette multiplicité de buts peut même être conflictuelle (Hagemann et al., 2008 ; Mouchet, 2011).

## **3.2. Une Situation Coopérative**

### **3.2.1. Spécificités d'une situation coopérative et définitions de notions.**

#### **3.2.1.1. Spécificités d'une situation coopérative.**

Les dimensions issues de l'étude de situations où l'opérateur est confronté à une machine ou un système industriel, si elles demeurent pertinentes, n'en sont pas moins lacunaires pour rendre compte des situations de relation entre humains, qui génère une complexité spécifique (Grangeat, 2009 ; Pastré, Mayen, & Vergnaud, 2006) notamment liée :

- (1) à leur diversité et leur variabilité interne importantes ;
- (2) à l'accès au résultat de l'action qui n'est pas souvent direct, ni souvent accessible totalement ;



- (3) aux effets qu'elles produisent qui dépendent généralement d'un faisceau de facteurs parmi lesquels il n'est pas facile d'identifier ceux qui relèvent de l'action propre de l'entraîneur ;
- (4) aux catégories de résultats différents peuvent être étroitement emboîtés ;
- (5) à la permanence des activités de diagnostic sur des dimensions différentes ;
- (6) aux difficultés de positionnement par rapport aux partenaires liées à l'impossibilité de répondre aux demandes et aux attentes.

Il existe ainsi une structure générique relative aux activités de relation entre humains qui les éloignent du modèle de l'activité homme-machine, car dans l'interaction entre humains, l'autre agit et réagit selon ses propres motifs et buts, sa compréhension de la situation, son investissement, sa relation à son interlocuteur, au cadre et à l'objet de l'interaction. La conséquence de cette caractéristique est l'introduction d'une certaine part d'imprévisibilité, une spécificité renouvelée de chaque séquence. Ainsi le sujet peut être amené à introduire, au cœur même des interactions, des séquences destinées, non pas à l'atteinte des buts de l'action, mais à assurer la coopération et la régulation nécessaires à l'intercompréhension minimale et à la production d'actes de langage suffisamment réussis et satisfaisants pour l'un et l'autre.

L'activité collective nécessite que les sujets aient le même but, c'est-à-dire qu'ils visent le même état final de l'objet, et que chaque sujet se représente le produit final comme somme, composition ou combinaison des produits partiels obtenus par sa propre action et les actions des autres sujets (Savoyant, 1984 ; Savoyant & Leplat, 1983).

Pour la ou les personnes en charge de diriger des équipes de travail, il apparaît essentiel de déterminer les facteurs liés à l'efficacité de ces équipes afin de pouvoir les guider avec pertinence.

L'intérêt de l'ergonomie pour tout ce qui a trait au collectif a engendré l'apparition d'une multitude de termes désignant les diverses modalités de l'activité mise en œuvre par une équipe de travail. Des mots tels que coaction, coopération, activité collective... sont alors abondamment

utilisés, décrits selon diverses caractéristiques, définis de façon différente par plusieurs auteurs, parfois employés pour des significations totalement opposées (Barthe & Queindec, 1999 ; Malone & Crowston, 1994). En accord avec Desnoyers (1993), ainsi que Soubie, Buratto, et Chabaud, (1996), il est considéré dans ce qui suit que la coopération, la coordination et la communication constituent les trois principales formes d'activité collective.

### **3.2.1.2. Définitions de notions essentielles.**

#### **3.2.1.2.1. La coopération.**

La coopération est l'une des formes du travail collectif la plus abordée en psychologie ergonomique (Cazamian, Hubault, & Noulin, 1996 ; Foulon-Molenda, 2000 ; de Terssac & Friedberg, 1996). Wagner (1995, p. 152) la définit comme « *la contribution volontaire des efforts personnels pour l'achèvement des travaux interdépendants* »<sup>32</sup>. Ainsi, une situation coopérative de travail se caractérise par l'intentionnalité collective implicite ou tacite qui lui est associée (Trognon & Kostulski, 1998), et un agir commun où le rapport à autrui fait partie de la définition même de l'action (Lacoste, 2000).

Plusieurs auteurs (De la Garza & Weill-Fassina, 2000 ; Leplat, 1991 ; Rogalski, 1994 ; Savoyant, 1992) distinguent les activités de coopération en fonction de deux dimensions (verticale et horizontale) : La dimension verticale fait référence à la différenciation officielle des niveaux hiérarchiques et des centres de décision [il y a alors médiatisation (Rogalski, 1994), au sens où le prescripteur « fait faire »] ; la dimension horizontale a un statut moins officielle et porte sur « *les régulations opératives développées dans l'exécution effective du travail* » (De la Garza, & Weill-Fassina, 2000). Elle concerne les opérateurs impliqués dans un processus de travail collectif, quelques soient leur statut, leur fonction ou leur tâche.

---

<sup>32</sup> "Cooperation has been conceptualized as the wilful contribution of employee effort to the successful completion of interdependent organizational tasks"

L'intentionnalité et l'action commune, caractéristiques des actions de coopération ne préjugent pas de leur efficacité. En effet, l'activité de coopération sera fonction des modalités dont chaque sujet gèrera les interférences négatives et créera des interférences positives afin de faciliter le travail des partenaires (Loiselet & Hoc, 2001). Ainsi, les actions coopératives demandent à être mises en ordre pour être efficace. Elles nécessitent par conséquent d'être coordonnées (Maggi, 1996).

#### *3.2.1.2.2. La coordination.*

L'intérêt pour la coordination au sein des organisations est d'une importance majeure dans la réalisation des tâches complexes (e.g. Barthe & Quéinnec, 1999 ; Bond & Gasser 1988 ; Castelfranchi, 1998 ; Hoc, 2001 ; Huhns & Gasser, 1989 ; Kozlowski & Bell, 2001 ; Leplat, & Savoyant, 1983 ; Malone & Crowston, 1994 ; Marks, Mathieu, & Zaccaro, 2001 ; Rumelhart, Hinton, & Williams, 1986 ; Savoyant, 1981, 1984, 1985 ; Winograd & Flores 1986). Plusieurs auteurs ont montré un lien entre la performance des équipes et leur capacité à se coordonner (e.g., Kozlowski & Bell, 2001 ; Latané, Williams, & Harkins, 1979 ; Morgan, Salas, & Glickman, 1993).

Coopération et coordination représentent les deux dimensions de l'action sociale et collective : l'une, la finalisation, l'autre, la régulation. Ainsi, dans le cadre de l'action collective, la coordination implique toujours la coopération (Maggi, 1996).

Le rôle joué par les actions de coordination apparaît d'autant plus grand que les collectifs sont complexes car dans ce cas, la coordination apparaît à la fois essentielle, mais également problématique.

*« Elle l'est particulièrement dans les situations comportant la gestion d'aléas, dans celles où coexistent des projets différents qu'il faut maintenir en cohérence, dans celles où les savoirs et les responsabilités sont distribués et où les conséquences des décisions retentissent sur de nombreux acteurs » (Lacoste, 2000, p.56).*

Dans le domaine des environnements dynamiques à tempo rapide et à haut risque, la qualité de la coordination entre les opérateurs est une question cruciale (Plat & Rogalski, 2000).

### *3.2.1.2.3. La communication.*

La communication est la principale activité qui assure les échanges entre plusieurs opérateurs (Moles, 1986 ; Savoyant, 1992), et apparaît comme le repère central pour l'étude de l'action collective (Engrand, Lambolez, & Trognon, 2002 ; Kostulski, & Trognon, 1998 ; Navarro, 1993 ; de Terssac, & Rogalski, 1994 ; Zarifian, 1998).

Savoyant et Leplat (1983), Savoyant (1984) à partir de l'étude menée par Savoyant (1981) auprès d'une équipe d'entretien du réseau moyenne tension d'EDF, engagée dans une seule situation de travail concrète, distinguent les communications préalables à l'exécution et celles qui y sont parallèles.

En accord avec Lomov (1978), la première étape de ce processus de communication est relative à la détermination de coordonnées communes de l'activité collective. En effet, ces communications préalables à l'action collective ont pour objet l'identification des conditions d'exécution et des propriétés des objets pertinentes pour la réalisation coordonnée des actions. Elles ont trait à la définition d'une orientation commune des opérateurs, condition nécessaire à la coordination inter-individuelle, et garantissent ainsi la compatibilité et la complémentarité des bases d'orientation commune des opérateurs. L'aspect particulièrement intéressant de l'étude de Savoyant (1984) réside dans le fait que ces communications relatives aux bases d'orientation ne s'effectuent jamais en parallèle à la réalisation de l'activité (elles lui sont préalables ou elles l'interrompent).

Les communications parallèles à l'exécution de l'action collective contribuent à assurer l'exécution des actions individuelles et peuvent être soit directement liées au contenu des actions individuelles et concernent alors plutôt la compatibilité de ces actions, soit à leur déclenchement et concernent, dans ce cas, les aspects temporels de la coordination. On compte dans ce type de

communications des « commentaires de sa propre activité » ; des communications de guidage où l'un des opérateurs définit les éléments de l'activité d'un autre opérateur ; des communications de déclenchement des opérations qui n'ont pas pour objectif la définition du contenu des opérations à réaliser (même si dans certains cas elles dénomment ces opérations) mais le repérage de leur moment d'exécution ; des communications de contrôle dans les réalisations de l'action collective.

### **3.2.2. Les travaux de la cognition collective (« *team cognition* »).**

#### **3.2.2.1. Limites des travaux antérieurs.**

Ces premiers travaux sur l'activité collective effectués en psychologie du travail ont permis de décrire les conditions de la performance collective mais sans appréhender certaines dimensions fondamentales de l'activité collective, notamment les processus de coordination. Aussi cette option théorique et méthodologique rend peu compte de la dynamique de l'activité collective émergeant des interactions entre acteurs, et se trouve limitée pour expliquer en quoi une « équipe experte » ne peut être confondue avec une « équipe d'experts » (Sève, Bourbousson, Poizat, & Saury, 2009, p.91) ce qui est un des objectifs essentiel du courant de la « *team cognition* » (e.g., Cooke & Gorman, 2006 ; Eccles & Johnson, 2009 ; Eccles & Tenenbaum, 2004, 2007 ; Fiore & Salas, 2006).

#### **3.2.2.2. Modèles mentaux partagés et performance collective<sup>33</sup>.**

La façon dont les connaissances sont organisées au sein des équipes est largement reconnue comme étant un élément essentiel de leur performance, en particulier en ce qui concerne les modèles mentaux partagés au sein de l'équipe (e.g., Cannon-Bowers, Salas, & Converse, 1993 ; DeChurch & Mesmer-Magnus, 2010 ; Klimoski & Mohammed, 1994 ; Mohammed & Dumville, 2001). En effet, les co-équipiers qui possèdent des modèles mentaux

---

<sup>33</sup> L'article n°3 Debanne, Fontayne, (soumis) traite de la façon dont l'entraîneur communique avec ses joueurs de manière à leur permettre d'acquérir ou de mettre à jour leurs modèles mentaux.

similaires peuvent anticiper les réponses de leurs partenaires et améliorer leur coordination. Ceci est particulièrement saillant dans les situations où le temps est compté et les possibilités de communication entre co-équipiers limitées (Mathieu, Heffner, Goodwin, Salas, & Cannon-Bowers, 2000).

Une littérature abondante a mis en évidence une relation positive et linéaire entre les modèles mentaux partagés par les membres de l'équipe et sa performance (e.g., Lim & Klein, 2006 ; Marks, Sabella, Burke, & Zaccaro, 2002 ; Marks, Zaccaro, & Mathieu, 2000 ; Mathieu et al., 2000 ; Rentsch & Klimoski, 2001 ; Smith-Jentsch, Mathieu, & Kraiger, 2005). Plus précisément, de nombreuses études ont mis en évidence une relation entre les modèles mentaux partagés relatifs à la tâche, ceux relatifs à l'organisation de l'équipe et son efficacité (e.g., Lim & Klein, 2006 ; Mathieu, Heffner, Goodwin, Cannon-Bowers, & Salas, 2005 ; Mathieu et al., 2000 ; Smith-Jentsch et al., 2005 ; Stout, Cannon-Bowers, Salas, & Milanovich, 1999).

Parmi les contenus cognitifs partagés ou distribués entre les membres d'une équipe, il en est dont l'existence est antérieure à l'activité collective et d'autres plus transitoires et dynamiques (Sève et al., 2009).

Les premiers renvoient aux connaissances construites par les membres de l'équipe au cours de leurs expériences et interactions passées. Ces connaissances sont organisées sous forme de modèles mentaux. La notion de modèles mentaux partagés (MMP) (Cannon-Bowers et al., 1993) rend compte chez les membres de l'équipe d'une même organisation de connaissances similaires. Des études menées dans divers domaines (aviation civile et militaire, centre de régulation) ont montré le rôle essentiel de ces modèles mentaux pour la réalisation d'une performance collective (Cannon-Bowers et al., 1993 ; Mathieu et al., 2000 ; Salas, Dickinson, Converse, & Tannenbaum 1992 ; Stout et al., 1999). La littérature sur les modèles mentaux partagés distingue classiquement deux types de MMP jouant un rôle dans la régulation des coordinations d'actions entre les membres d'une équipe : les modèles mentaux relatifs à la tâche à accomplir (« *taskwork mentalmodels* »), et les modèles mentaux relatifs à l'organisation du

travail d'équipe (« *teamwork mental models* »). Le contenu des premiers décrit et organise les connaissances sur la manière d'accomplir la tâche collective. Il se réfère, entre autres, aux procédures collectives « standard » à accomplir, aux stratégies génériques à mettre en œuvre, aux conditions environnementales et technologiques, aux critères de réussite de la tâche, etc.

Le contenu des seconds décrit et organise les connaissances quant au fonctionnement d'une équipe en particulier. Il se réfère, entre autres, aux modalités spécifiques d'interactions entre les membres de l'équipe ; aux statuts, responsabilités et rôles des différents membres de l'équipe ; aux habiletés, préférences, forces, faiblesses, habitudes des partenaires, etc.

### ***3.2.2.3. Définition et fonction principale du modèle mental.***

La difficulté relative à l'anticipation est indissociable de celle inhérente à l'élaboration de modèles mentaux pertinents, qui représentent la manière dont les individus organisent des connaissances à l'intérieur de schémas stockés en mémoire (Johnson-Laird, 1983 ; Rouse & Morris, 1986). En tant que tel, les modèles mentaux permettent aux gens de mieux comprendre leur monde en construisant des schémas de travail dans leurs esprits, rendant ainsi plus facile l'accès aux informations nécessaires pour faire des prédictions, comprendre les phénomènes, et décider des mesures à prendre (Johnson-Laird, 1983), et dont la fonction essentielle est de prédire (Amalberti, 2001). Ainsi, dans la plupart des situations naturelles complexes, l'opérateur anticipe par la construction de modèles mentaux de la situation (Amalberti, 2001). C'est pourquoi, l'opérateur est très mauvais quand on le positionne en réactif à un environnement non routinier sans aucune anticipation ni modèle de cet environnement dans la mesure où il lui est alors difficile d'en interpréter les causes et effets du fait des interactions multiples dans les processus dynamiques (Amalberti, 2001 ; Cellier, Eyrolle, & Mariné, 1997).

## **3.3. Une Situation Compétitive**

Le match est, par définition, une situation de confrontation, d'opposition où la dimension compétitive est manifeste. En cela sa gestion se rapproche de celle des combats

militaires étudiée par plusieurs auteurs (e.g., Artman, 1998 ; Brehmer, 1992, 2000). Or les situations dynamiques de combat, fut-il symbolique, entre humains diffèrent fondamentalement de celles par exemple de lutte contre les incendies. La différence majeure réside dans les intentions de l'adversaire qui contrairement aux processus physiques comme le feu de forêt, peut être habitée d'intentions malignes. Celles-ci rendent par conséquent difficile la prévision des agissements de l'adversaire. Ainsi, un aspect important de la prise de décision dans ces situations d'opposition nécessite de faire référence à l'état du système qui comprend les forces de l'adversaire et ses propres forces (Brehmer, 2000). Cette différence est importante pour modéliser le contrôle de ces situations d'affrontements.

Ainsi, en situation compétitive, la complexité est liée :

- (1) à la difficulté d'identifier les informations pertinentes ;
- (2) aux objectifs des acteurs qui peuvent être concurrents;
- (3) aux problèmes à résoudre qui sont mal ou pas définis ;
- (4) à la pression temporelle est souvent importante ;
- (5) aux enjeux, et par conséquent aux risques, économiques, sociaux et dans tous les cas symboliques élevés.

### **Conclusion : Présentation systémique et dynamique de la situation de match**

Ce deuxième chapitre a permis de présenter le contexte d'intervention de l'entraîneur dans le cadre de la situation de match. Il a été mis en évidence que l'entraîneur principal est un cadre-dirigeant d'une équipe composée de joueurs bien sûr mais également d'un staff technique comprenant principalement l'entraîneur-adjoint, mais pouvant s'étendre au préparateur physique et au préparateur mental. L'ensemble de ces acteurs font partie d'une structure organisée (le club) faisant elle-même partie du sport professionnel.

Le handball en tant que jeu sportif collectif peut être défini comme une activité sociale organisée, dont les participants, constitué en deux équipes, se trouvent dans un rapport d'adversité typique, déterminé par la lutte pour l'obtention de la victoire sportive à l'aide du



ballon conformément à des règles pré existantes (Teodorescu, 1977), et nous ajoutons, dont les arbitres ont la responsabilité de faire respecter. Ainsi, au cœur de cette activité sociale, c'est-à-dire pour ce qui nous intéresse ici, au cœur du match, se trouvent plusieurs acteurs en interaction : l'entraîneur adjoint, leurs joueurs, ainsi que leurs homologues adverses, mais aussi les arbitres et les administratifs (délégué fédéral en liaison radio avec les arbitres, le chronométrateur, et le secrétaire). Dans un objectif de production, le gain du match (Gréhaigne, 1992), l'entraîneur est susceptible d'interagir avec trois types d'acteurs<sup>34</sup> : (a) ses joueurs pour notamment tenter d'améliorer la coordination de leurs actions, (b) son adjoint et (c) les arbitres (voir figure 4).

---

<sup>34</sup> Il semble peu crédible d'envisager des interactions de l'entraîneur avec les adversaires, ceux-ci étant, par définition, peu à même de l'écouter.

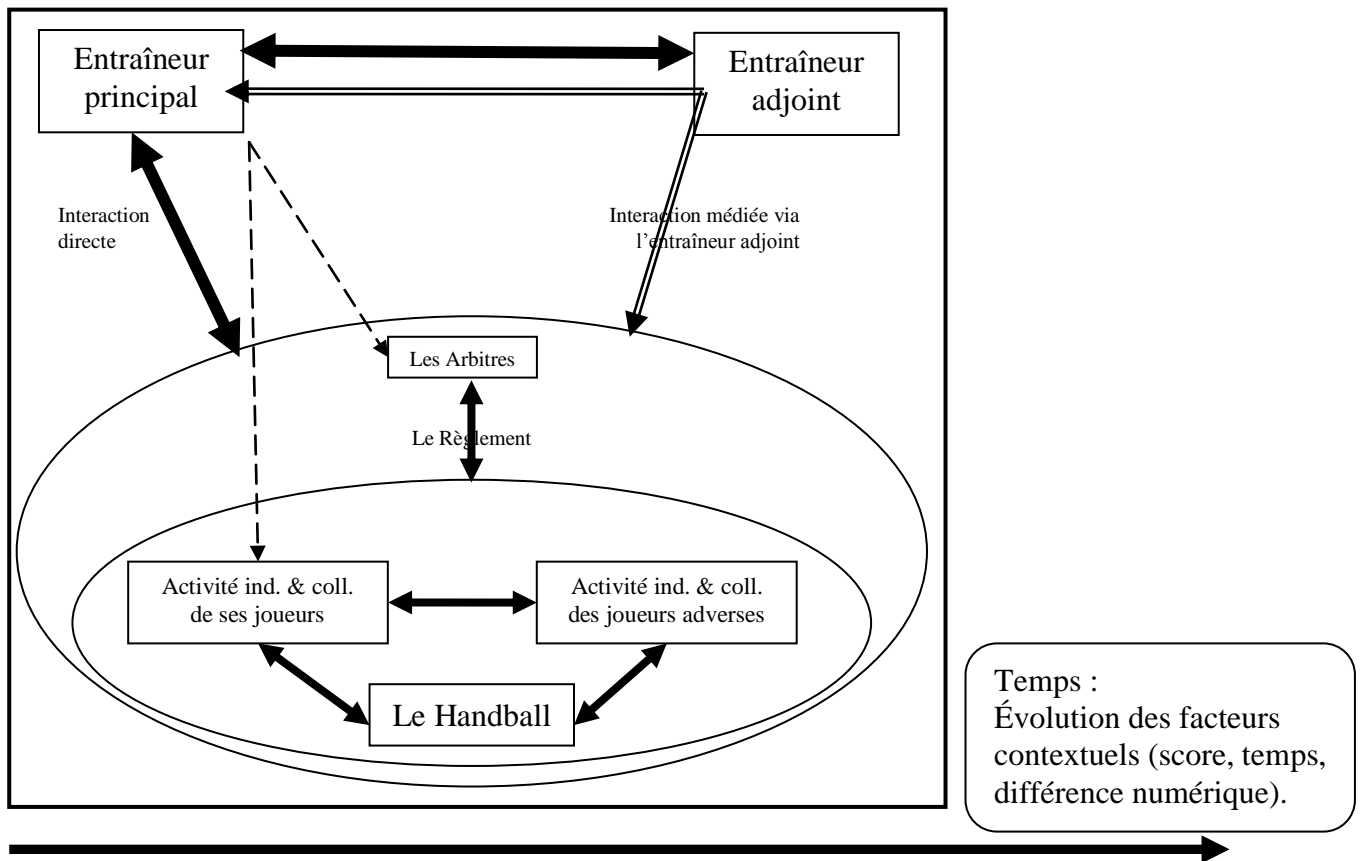


Figure 4 : Schéma descriptif des composantes de la situation en sport collectif du point de vue de l'entraîneur en situation compétitive (inspiré de Plat, & Rogalski, 2000)

## Chapitre 3 Prise de Décisions en Situation Dynamique (*Dynamic Decision-Making*)

Le chapitre précédent était centré sur les caractéristiques d'une situation dynamique, coopérative et compétitive. Ce type de situations particulières fait partie d'un ensemble plus vaste des situations dynamiques qui en tant que tel a été l'objet de nombreuses études. En effet, les études des opérateurs confrontés à cet environnement ont été effectuées soit en laboratoire à partir de micro-mondes virtuels (micro-monde défini comme la simulation par ordinateur d'un environnement dynamique complexe pour étudier la résolution de problème et la prise de décision [Brehmer, 1990]), soit en environnement naturel (Cellier et al., 1997). Elles ont permis d'identifier deux difficultés principales pour les opérateurs qui concernent l'anticipation (e.g., Bainbridge, 1978 ; Crossman & Cooke, 1974 ; Roth & Woods, 1988 ; Van Daele, 1988) et l'organisation temporelle (e.g., Brehmer & Allard, 1991 ; De Keyser, 1990 ; Pastorelli, 2008).

L'objet de ce chapitre est double. Il s'agit dans un premier temps de présenter le concept de contrôle cognitif, objet d'étude des trois articles du cinquième chapitre. Ce concept central dans la gestion des situations dynamiques, sera présenté à travers la littérature des neurosciences, de la psychologie cognitive et de l'ergonomie cognitive, pour aboutir au modèle descriptif des différents modes de contrôle de Hoc et Amalberti (2007). Dans un deuxième temps, une présentation du modèle de gestion des situations dynamiques de Hoc et Amalberti (1995), inspiré du modèle (« *Skill, Rules and Knowledge* ») de Rasmussen (1983), et compatible avec l'approche NDM sera effectuée. Une extension de ce modèle à l'activité coopérative (Hoc, 2001) sera également proposée.

## 1. Le Concept de Contrôle Cognitif

### 1.1. Définitions

Braver (2012), dans le cadre des sciences cognitives, définit le contrôle cognitif comme la capacité du sujet à réguler, coordonner et séquencer ses pensées et actions en conformité avec la représentation de ses objectifs comportementaux. Cette définition présente ce concept en termes de capacité. Elle met en évidence les deux objets sur lesquels s'effectue le contrôle cognitif : le sujet avec ses propres connaissances, et les actions pour réaliser la tâche.

Dans le domaine de la prise de décision en situation dynamique, le concept de contrôle cognitif est défini comme l'autorité qui permet de mettre en jeu, dans le bon ordre et avec une intensité appropriée, les représentations cognitives et les opérations nécessaires pour l'adaptation, en fonction des exigences externes et internes. Il comprend un contrôle direct et un contrôle de surveillance d'un niveau de contrôle à un autre (Hoc & Amalberti, 2007).

Ces définitions se rejoignent sur la nécessité d'effectuer à la fois un contrôle sur la situation et un contrôle sur l'opérateur lui-même. Ce dernier est particulièrement important dans le cadre des situations dynamiques dans la mesure où quelque soit le domaine d'activité, la majorité des accidents ont pour origine des faits impliquant les acteurs du système. Ainsi, l'action de l'opérateur est tout à la fois indispensable et une des sources majeures de risque dans le fonctionnement du système. Ces situations impliquent une adaptation continue des stratégies cognitives et des modes de contrôle (Hoc & Amalberti, 2007). L'existence d'une part d'incertitude quant à sa performance oblige l'opérateur à ne pas réduire son attention à l'environnement et aux contraintes de la tâche, mais à prendre également en compte ses propres comportements d'autant plus qu'il est susceptible d'atteindre son seuil de compétence (Valot, 2001). Par conséquent, comme cela a été mis en évidence dans la présentation des travaux effectués en psychologie cognitive sur le contrôle cognitif, l'activité de supervision et de

contrôle constitue une activité majeure pour l'opérateur qui comprend une double dimension, celle endogène propre au sujet (le savoir, la maîtrise sémantique et procédurale) et celle propre à la situation (dimension affordante, le besoin, le risque objectif).

Ces deux définitions peuvent être complétées par une troisième qui conçoit le contrôle cognitif comme un ensemble global d'opérations cognitives d'ordre supérieur impliquées dans la régulation des interactions entre les buts recherchés par l'individu et l'environnement (Botvinick, Braver, Barch, Carter, & Cohen, 2001 ; Meyer & Keiras, 1997 ; Norman & Shallice, 1986). Une telle définition complète les deux précédentes dans la mesure où elle met explicitement l'accent sur le niveau particulièrement élevé des processus mobilisés dans le contrôle en vue de l'action.

Préalablement à la présentation du modèle descriptif des différents types de contrôle cognitif, nous allons nous intéresser, dans les paragraphes suivants, au contenu du processus de contrôle endogène et à celui du processus de contrôle directement en relation avec la situation.

## **1.2. Le Processus de Contrôle Endogène, la Métacognition**

Les connaissances de l'opérateur sur ses propres comportements et le coût de leur mise en œuvre ont été repérés depuis longtemps (e.g., Bainbridge, 1980 ; Samurçay & Hoc, 1988). Ces connaissances sont particulièrement saillantes lorsque les contraintes temporelles sont importantes (e.g., Amalberti & Hoc, 1998 ; Valot, 2002). Elles relèvent de la métacognition.

Nelson et Narens (1994) ont développé un modèle de métacognition composé de deux niveaux en interaction, un niveau « objet » et un niveau « méta », par l'intermédiaire d'actions d'autorégulation (descendantes) et d'autocontrôle (ascendantes). Le niveau « objet » est celui où s'effectuent le déclenchement des actions, la décision de les poursuivre ou de les arrêter, c'est-à-dire les actions métacognitives proprement dites. Le niveau « méta » suit et ajuste le fonctionnement du niveau « objet », sélectionne les stratégies et les modes de traitement utilisés par l'opérateur. Selon ces auteurs, seul le niveau « méta » est en mesure d'agir par autorégulation

sur le niveau « objet ». Plus précisément, les processus d'autocontrôle ont pour fonction d'informer le système métacognitif sur l'état du système cognitif et sur l'atteinte des buts ; les processus d'autorégulation ont quant à eux pour fonction de guider et/ou de modifier l'action cognitive en cours (Mariné & Huet, 1998).

La métacognition comprend également une dimension affective puisqu'un sentiment d'auto-efficacité élevé accroît les normes de réussite de la personne lui donnant la possibilité de se confronter à des situations aux exigences accrues, avec pour conséquence l'acquisition de nouvelles compétences (Bouffard-Bouchard & Pinard, 1988). Ainsi, la métacognition apparaît comme une capacité humaine, progressivement acquise, de régulation qui relève à la fois d'une intentionnalité consciente attachée aux buts à atteindre et de feed-back quant à la performance réalisée (Valot, 2001). La dimension consciente de la métacognition, liée à la fois aux intentions et aux connaissances conscientisées doit être complétée, de dimensions non-conscientes liées tout autant à la motivation et aux émotions qu'aux automatismes mentaux, pour construire une expérience métacognitive.

Les caractéristiques des environnements dynamiques sont fortement associées à un contrôle et une régulation de nature métacognitive car : (a) l'environnement dynamique est générateur de difficultés d'adaptation, d'incertitude dans le contrôle de sa variabilité dont les connaissances métacognitives sont la trace, et (b) les connaissances métacognitives informent à la fois sur l'instabilité et l'incertitude de l'environnement professionnel que sur l'incertitude éprouvée par l'opérateur à l'égard de la mise en jeu de ses propres compétences (Valot, 2001).

C'est pourquoi, un niveau métacognitif macroscopique est introduit pour jouer un rôle éminent dans la dynamique du contrôle. Ce niveau métacognitif est spécialement sollicité quand un changement entre les différents modes de contrôle est nécessaire pour améliorer la maîtrise de la situation ou l'adaptation (Hoc & Amalberti, 2007).

### **1.3. Le Processus de Contrôle Direct de la Situation**

Le processus de contrôle direct s'effectue à partir de différentes modalités que l'on peut distinguer sur la base de deux dimensions (réactif vs. anticipatif ; automatique vs. contrôlé) utilisées pour définir les différents modes de contrôle cognitif.

### **1.3.1. Processus réactif versus processus anticipatif.**

#### *1.3.1.1. Présentation des processus réactif et anticipatif.*

Braver, Gray et Burgess (2007) ont proposé un modèle de contrôle cognitif permettant d'identifier les opérations d'ordre supérieur impliquées dans celui-ci. Ce modèle est basé sur deux mécanismes de contrôle (l'un proactif, l'autre réactif). Pris ensemble, ces deux mécanismes de contrôle se coordonnent pour optimiser les interactions du sujet avec l'environnement (MacDonald, Cohen, Stenger, & Carter, 2000). Braver, Gray et Burgess (2007) suggèrent que l'adaptabilité du système de contrôle cognitif s'effectue à partir de ces deux mécanismes sollicitant des zones cérébrales différentes.

En effet, les recherches en imagerie cérébrale montrent que le mécanisme réactif est enraciné dans le cortex cingulaire antérieur, et engagé de façon transitoire après la survenance d'un événement essentiel. Il sert à déclencher l'activation des ajustements compensatoires dans le contrôle de haut en bas (« *top-down control* ») afin de résoudre les conflits, augmenter la force de la réponse, ou corriger une erreur imminente (Braver et al, 2007 ; Botvinick et al, 2001). Toutefois, le contrôle cognitif réactif représente une stratégie de contrôle sous-optimale qui peut s'avérer insuffisante notamment lorsque la quantité d'informations est limitée (Braver et al., 2007).

Le mécanisme de contrôle proactif est, quant à lui, enraciné dans le cortex préfrontal dorsolatéral (Braver et al, 2007; MacDonald et al., 2000). Il permet d'exercer un contrôle permanent, de haut en bas, du traitement de l'information, par des ajustements « en ligne » et flexibles de l'attention (Braver et al, 2007 ; Botvinick et al, 2001). Ces sollicitations de l'attention servent à faciliter la réalisation optimale d'une tâche en assurant la maintenance accrue

des exigences de la tâche et des représentations de relance (Botvinick et al., 2001). Cette maintenance active a cependant un coût, car elle nécessite de longues périodes d'activité cérébrale supérieure (dans des régions telles que le cortex pré-frontal latéral) (Braver et al., 2007). Le bénéfice de cette préparation serait une prise de décision plus rapide et moins sujette à l'erreur. En revanche, cette continuité dans le contrôle imposerait une charge mentale importante et soutenue pour la mémoire de travail, et ferait globalement du contrôle proactif, le contrôle le plus coûteux sur le plan cognitif (Burgess & Braver, 2010).

#### *1.3.1.2. Effet de la charge cognitive sur le mode de contrôle.*

Speer, Jacoby et Braver (2003) ont manipulé la charge de la mémoire de travail chez les sujets et mesuré l'effet sur le mécanisme de contrôle utilisé. Ils ont montré que dans des conditions de faible charge, l'utilisation d'un modèle proactif d'anticipation a été observée, alors que dans des conditions de charge élevée, les sujets avaient tendance à utiliser un mode de contrôle plus réactif.

Les résultats d'études effectuées en ergonomie cognitive sont moins tranchés. En effet, par exemple, Morineau, Hoc, et Denecker, (2003), avec des contrôleurs aériens, montrent que les opérateurs anticipent les conflits par la simulation mentale des futures positions des avions afin de repérer l'espace-problème dans lequel les décisions relatives aux problèmes repérés seront prises au dernier moment. Les solutions sont apparemment déclenchées par affordances mais sont en fait préparées par anticipation schématique de l'évolution du trafic. Cette situation illustre l'importance d'un équilibre adéquat entre des données internes (anticipatives) et des données externes (réactives) du contrôle cognitif. Cet équilibre permet aux contrôleurs à la fois d'éviter des engagements trop hâtifs alors qu'il n'est pas encore possible d'anticiper toutes les caractéristiques pertinentes du trafic, et d'agir à temps.

#### *1.3.1.3. Influences de la motivation sur le contrôle cognitif.*



D'autres travaux effectués en psychologie cognitive ont mis en évidence une influence des facteurs motivationnels<sup>69</sup> sur les processus de contrôle cognitif (e.g., Markman, Maddox, & Baldwin, 2005). Par l'imagerie cérébrale, Pochon et al. (2002) ont cherché à mettre en évidence les mécanismes neuronaux impactés par l'augmentation de la motivation et conduisant à des gains de performance. Ils ont comparé l'activité cérébrale des sujets en situation de récompense offerte et en absence de récompense dans une tâche. Ces auteurs ont révélé une augmentation de l'activité cérébrale dans les régions associées au contrôle exécutif en situation de récompense. Plus précisément, lorsque la motivation augmentait (présence de récompense), il y avait une augmentation de l'activité cérébrale dans le cortex préfrontal dorsolatéral. La récompense semble ainsi agir comme un appel à effectuer un effort accru, et comme un changement dans les demandes réelles de travail. Locke et Braver (2008) ont examiné l'activation cérébrale sous différents états motivationnels (récompense, amende, statu quo) afin de déterminer comment leurs incitations financières affectent la performance, et les corrélations neuronales entre ces états motivationnels et les changements de performance. Leurs résultats montrent que des conditions incitatives modulent la performance par une modification de la stratégie de contrôle cognitif des sujets. Leurs résultats issus de l'imagerie cérébrale suggèrent que les changements dans l'état de motivation peuvent moduler les performances grâce à une activité cérébrale soutenue dans les régions de contrôle cognitif et que l'effet des mesures d'incitation peut être affecté par la personnalité des participants.

### **1.3.2. Processus automatique versus processus contrôlé.**

#### **1.3.2.1. Définitions.**

Depuis la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle (e.g., James, 1890), la conception de la cognition humaine dans la littérature psychologique est celle de deux types de processus, contrôlé et automatique. Schneider et Shiffrin (1977) définissent le processus automatique comme l'activation d'une

---

<sup>69</sup>Pour une présentation théorique de la motivation, le lecteur pourra se référer aux introductions des articles n°6 & n°7, Debanne, Angel et Fontayne (in press), Debanne & Laffaye (soumis), présentées dans le 5<sup>ème</sup> chapitre.

séquence qui devient presque toujours active en réponse à une configuration particulière. Celle-ci est activée automatiquement sans qu'il soit nécessaire d'un contrôle actif ou de l'attention par le sujet. Inversement, ces mêmes auteurs, définissent le processus contrôlé comme une séquence temporaire, activée sous le contrôle du sujet et par son attention. En outre, ces auteurs indiquent que le processus contrôlé possède une capacité limitée, dont les coûts sont compensés par les avantages découlant de la facilité avec laquelle un tel processus peut être mis en place, modifié et appliqué dans des situations nouvelles.

Si on a, pendant quelques temps, cru que les processus automatisés ne nécessitaient pas d'attention, et s'effectuaient hors tout processus de contrôle, plusieurs travaux ont invalidé cette conception (Hirst, Spelke, Reaves, Caharack, & Neisser, 1980 ; Navon, 1979), et l'idée d'une supervision de l'activité effectuée sous forme de routines a été progressivement adoptée (Norman, 1981 ; Rasmussen, 1986 ; Reason, 1984).

#### *1.3.2.2. Effets de la situation sur l'utilisation d'un processus de contrôle automatique.*

##### *1.3.2.2.1. L'expertise.*

De nombreux travaux effectués en psychologie cognitive ont mis en évidence des caractéristiques similaires entre le processus de contrôle automatique et la performance du sujet (e.g., Schneider, Dumais & Shiffrin, 1984 ; Shiffrin & Dumais, 1981). En effet, le processus de contrôle automatique est rapide (Posner & Snyder, 1975 ; Schneider et al., 1984). Il ne nécessite pas d'effort cognitif (Logan, 1979 ; Schneider & Shiffrin, 1977), et il est relativement autonome (Posner & Snyder, 1975 ; Shiffrin & Schneider, 1977 ; Zbrodoff & Logan, 1986). De plus, l'entraînement prolongé permet de développer un contrôle cognitif automatique (Newell & Rosenbloom, 1981).

Les résultats d'études réalisées en ergonomie cognitive complètent ceux présentés ci-dessus puisque l'anticipation a souvent été reliée à l'expertise, particulièrement dans le cadre des situations dynamiques (Cellier et al., 1997), et qu'une des caractéristiques la plus visible de l'expertise est un enchevêtrement de routines (Raufaste, Eyrolle, & Mariné, 1998), dans la

mesure où la supervision du processus externe par un professionnel du domaine, permet un usage intensif des routines et des activités sub-symboliques en s'appuyant sur les planifications / anticipations, et sur le guidage procuré par les affordances de l'environnement. En effet, des études menées, par exemple, dans des tâches de conduite automobile (e.g., Michon, 1985 ; Rasmussen, 1987 ; Ranney, 1994 ; Summala, 1988) qui nécessitent à la fois un processus automatique et contrôlé, mettent en évidence un passage d'un processus contrôlé pour le débutant à un processus automatisé pour l'expert (Summala, 1988). Ce contrôle automatique permettant à l'expert d'utiliser ses ressources attentionnelles pour d'autres tâches (participer à une conversation, ou écouter la radio par exemple). De plus, les routines sont souvent supervisées par des processus symboliques (Noizet & Amalberti, 2000 ; Reason, 1990). En cas de danger ou de situation inhabituelle, l'expert change de processus et passe d'un mode automatique à un mode contrôlé (Summala, 1988).

#### *1.3.2.2. Les contraintes temporelles.*

Comme l'a montré Amalberti (1996), dans des situations à fortes contraintes temporelles (notamment le pilotage d'avions de combat), le sujet s'efforce de maintenir en permanence un compromis cognitif entre des exigences multiples. En particulier, il cherche à répartir convenablement le contrôle cognitif entre des activités sub-symboliques peu coûteuses, mais permettant un contrôle rapproché du processus, et des activités attentionnelles très coûteuses permettant d'alimenter la compréhension de l'évolution de la situation. La réduction des coûts assure la maîtrise de la situation à court terme, mais au prix de certaines incompréhensions. La recherche d'une compréhension plus approfondie assure la maîtrise de la situation à long terme, mais au prix d'une désynchronisation entre la dynamique du processus et le développement des activités cognitives (Hoc, 1996).

Cependant, un temps disponible trop important pour l'anticipation peut être contre-productif (Hoc & Moulin, 1994 ; Hoc et al., 2000 ; Løvborg & Brehmer, 1991).

### **1.4. Typologie des Modes de Contrôle Cognitif, (Hoc & Amalberti, 2007)**

Hoc et Amalberti (2007) proposent un modèle descriptif des différentes modalités de contrôle cognitif issu des deux dimensions caractéristiques des modes de contrôle vues précédemment (réactif vs. anticipatif) et (automatique vs. contrôlé) (cf. figure 5). La particularité de ce modèle réside dans le fait que ces modalités de contrôle sont inférées à partir des données recueillies par le sujet. En effet, le processus de contrôle automatique s’effectue à partir de données sub-symboliques, alors que le processus contrôlé s’effectue à partir de données symboliques ; le contrôle réactif s’effectue à partir de données externes à l’individu, alors que le contrôle anticipatif s’effectue à partir de données internes, propres à l’individu. De ce fait, ce modèle apparaît particulièrement adapté pour identifier les modes de contrôles des sujets en fonction des données recueillies et utilisées. De telles données sont accessibles notamment par la verbalisation du sujet sur son activité. Cette verbalisation peut être effectuée en directe lors de l’activité ou lors d’entretiens d’auto-confrontation.

De plus, Hoc et Amalberti (2007) mettent en évidence une dynamique de contrôle cognitif qui répartit le contrôle entre les différents modes (compromis cognitif) afin d’assurer la maîtrise de la situation. Ce contrôle métacognitif est au centre d’une régulation réussie, car elle fixe l’acceptation du contrat de base (« je prends ce contrat parce que je crois que je sais l’assumer »), et elle fixe les modalités de contrôle dynamique du compromis (« je pense que je

maîtrise la  
peux donc me  
ouverture à  
activités ou un  
aller »).

situation, et je  
permettre une  
d’autres  
certain laisser-

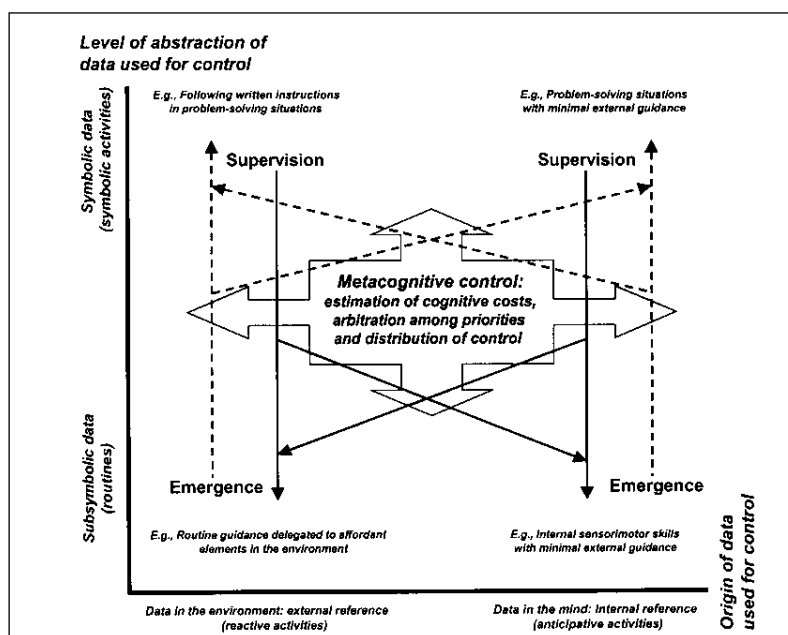


Figure 1. Cognitive face of the model of dynamic situation control. This face of the model emphasizes the roles and interrelations of the four main control modes (crossing the two dimensions, symbolic vs. subsymbolic control, and external vs. internal control). Metacognitive control distributes the cognitive control of a particular activity among the control modes in order to optimize cognitive compromise.

Figure n° 5 : Modalités de contrôle cognitif (Hoc & Amalberti, 2007, p.40).

## 2. Les Modèles de Gestion de Situation Dynamique

### 2.1. Le Modèle « Skills, Rules, Knowledge » de Rasmussen (1983,1986).

#### 2.1.1. Présentation.

Le plus connu des modèles de contrôle cognitif de l'action et du raisonnement en supervision dynamique est le modèle SRK (*Skills-Rules-Knowledge*), développé par Rasmussen (1983, 1986), et fortement inspiré du « *General Problem Solver* » (Newell & Simon, 1972). Il s'agit d'une modélisation simplifiée des niveaux de contrôle cognitif de l'action qui intègre à la fois une dimension propre à la situation (dimension affordante, le besoin, le risque objectif) et une dimension endogène propre au sujet (le savoir, la maîtrise sémantique et procédurale).

Ce modèle, comprend des phases successives de traitement avant d'aboutir à une prise de décision. Il représente les voies possibles des processus cognitifs entre le niveau basé sur les habiletés, celui basé sur les règles et celui basé sur les connaissances.

Schématiquement, ce modèle comporte deux phases (cf. Figure 6) : une phase d'analyse de la situation, et une phase de planification.

Durant la phase d'analyse de la situation quatre processus interviennent : l'activation, l'observation, l'identification, et l'interprétation du diagnostic. L'activation place l'opérateur en état d'alerte, elle le met en position de recevoir des informations. Ce processus favorise la détection des situations nécessitant une action régulatrice. L'observation vise à recueillir des informations afin de surveiller l'état courant de la situation, du processus observé.

L'identification durant laquelle les informations recueillies sont classées en vue d'une représentation de l'état de la situation permettent d'identifier les besoins de la tâche à effectuer. L'interprétation ou le diagnostic va permettre de déterminer l'origine et les conséquences des symptômes repérés (Bellet, 1998).

La deuxième phase, celle de la planification, comprend trois processus, l'évaluation, la définition de la tâche, et la définition de la procédure. Le processus d'évaluation est fonction des caractéristiques de la situation (organisationnelles, techniques, personnelles..). Durant ce processus, l'opérateur va évaluer les différentes solutions et choisir la stratégie optimale, celle à même de mieux satisfaire à un ensemble de critères contradictoires (coût pour le système technique, pour la production, pour lui-même...). L'opérateur, durant le processus de définition de la tâche va, dans le cadre de cette stratégie, se fixer des objectifs et déterminer les moyens pour les atteindre. Enfin, l'opérateur va définir la procédure. Celle-ci, consiste en une suite ordonnée d'opérations à effectuer, et selon les objectifs et les moyens, donne lieu à des procédures pré-construites ou au contraire élaborées (Guillevic, 1999).

Cette phase de planification débouche ensuite sur l'exécution des procédures, c'est à dire sur la réalisation de la tâche.

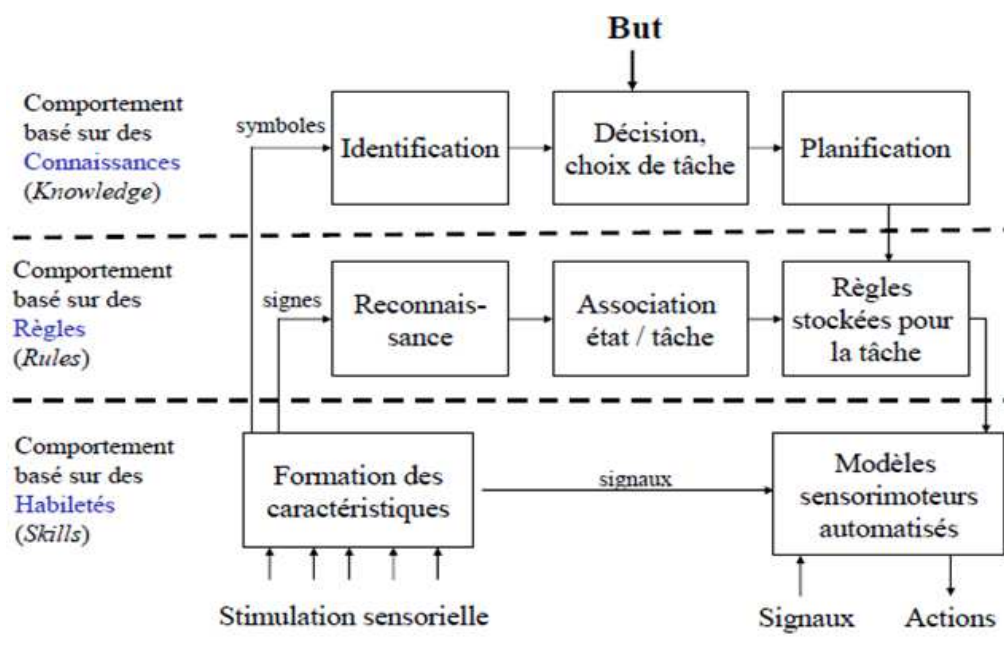


Figure 6 : Illustration simplifiée de 3 niveaux de performance de l'opérateur expérimenté (Rasmussen 1983, p.258)

### 2.1.2. Limites du modèle de Rasmussen.

Bien que très usitée dans la littérature, l'architecture cognitive de la prise de décision en situation dynamique de Rasmussen a fait l'objet de plusieurs critiques (e.g., Hoc & Amalberti, 1995). Premièrement, le modèle SRK de Rasmussen conçoit l'acteur comme un système essentiellement réactif, alors qu'il est fondamentalement anticipatif. En effet, le système cognitif n'est pas qu'un système passif et lorsqu'il formule un diagnostic, il peut construire des attentes qui seront diffusées vers différents niveaux de contrôle (processus de bas niveau : attentes concernant la détection de conditions anormales -ou normales d'ailleurs et processus de haut niveau : attentes concernant les informations à rechercher -et à retrouver- ou concernant le type de diagnostic qui peut être effectué). Deuxièmement, s'il permet des raccourcis entre les différents niveaux de contrôle, il n'envisage pas la possibilité de rétroactions entre action et diagnostic. Il est par conséquent trop séquentiel. Enfin, il s'agit d'un modèle procédural (Hoc & Amalberti, 1995) plus centré sur l'action que sur la représentation (au sens de compréhension).

## 2.2. Modèle de Rasmussen Révisé (Hoc & Amalberti, 1995).

### 2.2.1. Présentation.

Une version révisée (cf. figure 7) de l'architecture de Rasmussen est proposée par Hoc et Amalberti (1994, 1995), Hoc (1996). Elle s'écarte du modèle d'origine sur trois points :

1. Dans l'architecture d'origine, l'identification de la situation conduit à une identification de l'état actuel du système. Dans le modèle révisé, l'identification peut également conduire à une anticipation de l'évolution future du système. Cette correction est effectuée pour ôter au modèle son caractère essentiellement réactif. Cette différence s'explique en grandes parties par les objectifs d'origine de chacun de ces modèles. Celui de Rasmussen a été conçu pour rendre compte d'activités élémentaires de dépannage alors que celui revu par Hoc et Amalberti a été

révisé pour tenter de rendre compte de l'activité de pronostic dans les environnements dynamiques.

2. Entre les deux modules de recherche d'information et d'identification, ont été rajoutées des activités d'élaboration et de test d'hypothèses. Ces stratégies conduisent à un feed-back de l'identification vers la recherche d'information puisqu'elles nécessitent des transferts d'information « dans les deux sens ». Cette boucle est cruciale dans les situations dites « de résolution de problèmes ». Dans ces situations, en effet, la première hypothèse posée et traitée n'est pas toujours la bonne. Toutefois, il apparaît que cette activité d'élaboration et de test d'hypothèses peut quelquefois être différée quand il est indispensable d'agir rapidement. Dans ce cas, le caractère adéquat de l'explication de l'état n'est pas le critère utilisé pour sortir de la boucle de rétroaction, mais plutôt la notion de risque.

3. L'apport de boucles de rétroaction permet de rendre compte de l'importance des attentes pour ce qui concerne les trois sous-étapes du diagnostic (détection, recherche, identification).

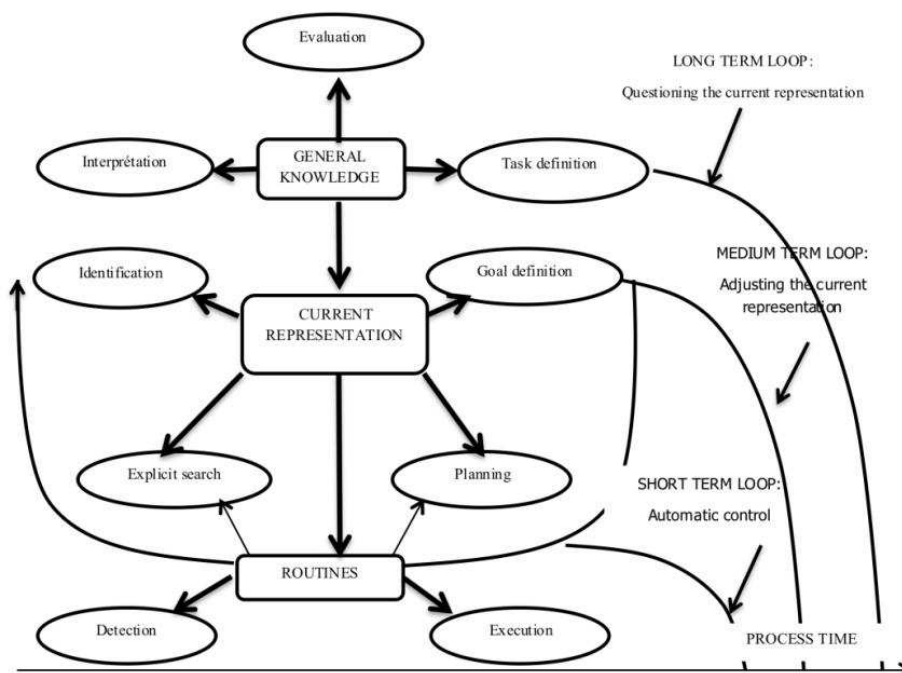




Figure n° 7. Modèle de gestion des situations dynamiques (d'après Hoc & Amalberti, 1995 p.96)

Dans cette version révisée, la représentation occurrente du processus (état et évolution) constitue une entité de premier plan pour l'activité interne de l'opérateur. Elle est, pour reprendre les termes utilisés par ces auteurs, « *un véritable chef d'orchestre de l'activité* » (Hoc & Amalberti, 1994, p.188). Cette représentation n'intègre pas seulement l'état et l'évolution du processus technique (comme c'est le cas du concept de situation « *awareness* » décrit par Endsley, 1995b), mais aussi les connaissances métacognitives de l'opérateur de sa propre activité (risques internes ; ressources, plans).

### 2.2.2. Congruence avec l'approche NDM via les notions de suffisance et compromis.

L'idée de suffisance doit être comprise comme une réponse adaptée à l'environnement permettant l'atteinte de l'objectif, et n'est par conséquent pas contradictoire avec une performance très élevée et un coût cognitif élevé. Elle s'effectue au niveau de la représentation mentale de la situation et de la planification de l'action, ainsi qu'un niveau de la prise de décision où les décisions sont partielles, peu compromettantes dans leurs conséquences, ce qui leur confèrent un très grand caractère adaptatif et situé (Amalberti, 2009 ; Plat & Amalberti, 2000).

Selon Amalberti (2009), le compromis cognitif de l'activité de supervision effectue un arbitrage constant entre le diagnostic de ce qui est à faire pour une supervision optimale, et ce qui sera réellement fait. L'opérateur va régler ses niveaux de compréhension sur un risque qu'il considère maîtrisable en fonction de ses savoir-faire ; il va laisser envahir sa sphère de conscience par des activités privées (pensée privée, pensée sociale), qu'il va également contrôler sous forme d'un compromis de parallélisme et de charge de travail (mais dont le paradoxe est que cette charge de travail est provoquée par la cognition elle-même qui s'investit dans des secteurs non liés à la supervision directe du processus ; les études montrent même que ce type de (sur)charge de travail est plus fréquent que la charge de travail proprement liée au processus).

Dans ces conditions, le sentiment de bonne maîtrise de la supervision s'exprime par un déchet de performance instantané assez important, et une conscience qu'il existe au moins une solution (et si possible une alternative) disponible pour atteindre l'objectif avec les savoir-faire personnels ou collectifs.

Le flux d'erreurs est assez important, la compréhension est limitée, le guidage est largement basé sur des routines réactives aux affordances du monde, et la situation continue à évoluer correctement dans l'entonnoir de l'objectif et du contrat. La situation de contrôle dérive sans arrêt vers des points sub-critiques à la périphérie de l'entonnoir (les récupérations de problèmes sont plutôt tardives, les ajustements approximatifs et souvent en attente d'un signal fort de l'environnement), comme si le contrôle bruyant aux limites était plus trivial, plus économique et mieux balisé que le contrôle au centre de l'entonnoir ; on retrouve ici une vérification des perspectives introduites par Gibson et revues par plusieurs auteurs en ergonomie cognitive (Amalberti, 2001 ; Flach, Hancock, Caird et al., 1994 ; Gibson & Crooks, 1938 ; Rasmussen, 1986).

Paradoxalement, quand ce sentiment de solution maîtrisée disparaît, l'opérateur est rapidement dans une situation de débordement cognitif qui se traduit par une réduction des déchets de comportement : il fait moins d'erreurs, rejoint le trait nominal de la solution qu'il pensait efficace, réduit le parallélisme d'activités (notamment les activités privées) et lance une activité intense de recherche de solution alternative.

Quand il a totalement perdu la maîtrise, il se replie souvent vers un sous-espace du problème qu'il maîtrise bien et pour lequel il ne fait aucune erreur, mais le reste de la situation et le sort final du problème sont abandonnés au collectif.

Le plus grand paradoxe véhiculé par ce modèle de supervision est bien sûr le fait que les erreurs individuelles d'exécution sont des marqueurs de la maîtrise et non de la perte de maîtrise (Dörner, 1989).

## 2.3. Extension du Modèle de Hoc et Amalberti (1995) à l'Activité Coopérative : Le modèle de Hoc (2001).

### 2.3.1. Référentiel commun et interférences.

Le référentiel commun est l'élément central de la coopération et joue un rôle similaire à la représentation occurrente de la situation mise en avant au niveau individuel dans la gestion de la situation dynamique par Hoc et Amalberti (1995). De Terssac et Chabaud (1990) définissent le référentiel commun entre agents comme le partage des compétences pour préparer et effectuer une action, ce partage des compétences à la fois complète chaque représentation individuelle de la tâche à accomplir, et permet le réglage de chaque décision individuelle compte tenu de la connaissance qu'en ont les autres. Le contenu du référentiel commun comprend deux catégories : la catégorie relative à l'environnement externe à l'activité qui concerne tous les éléments sur lesquels les opérateurs n'ont aucune possibilité d'action, et la catégorie relative à l'activité des opérateurs. Dans cette catégorie d'activité sont réunis les réalisations d'action, les évaluations de l'activité, les plans, les buts envisagés et la répartition des tâches (Carlier & Hoc, 1999).

L'acquisition d'un référentiel commun s'effectue sur la base de la création d'interférences entre opérateurs. L'apparition des interférences dans la coopération se réalise lorsque les effets de l'action d'un opérateur sont pertinents pour les buts d'un autre opérateur, soit pour en faciliter ou maintenir la réalisation, soit pour les mettre en péril (Castelfranchi, 1998).

### 2.3.2. Référentiel commun et niveaux d'abstraction.

L'acquisition d'un référentiel commun peut se faire à différents niveaux d'abstraction : l'action, la planification, et la méta-coopération<sup>70</sup>. Au niveau de l'action, l'activité coopérative s'effectue par une gestion *-in situ-* des interférences. Cette activité coopérative est alors réalisée

<sup>70</sup> Comme l'indique Hoc (2001), le préfixe « méta » est employé pour indiquer un niveau d'abstraction plus élevé et non pour indiquer une coopération sur la coopération.

dans l'action et a généralement un résultat quasi-immédiat et valide dans un court empan temporel. Dans ce cas, elle consiste à créer, détecter, et résoudre des interférences de façon réactive ou modérément anticipative (Loiselet & Hoc, 2001).

L'activité coopérative s'effectue au niveau de la planification, lorsque la gestion locale des interférences n'est plus efficace. A ce niveau d'abstraction plus élevé, l'activité coopérative consiste à gérer le degré de similarité entre les représentations concurrentes des opérateurs, afin de constituer un contexte partagé, un référentiel commun, et faciliter ainsi la gestion par anticipation des interférences potentielles (Loiselet & Hoc, 2001).

Le niveau méta-coopératif est un niveau d'abstraction encore supérieur au précédent. A ce niveau, les activités concernent la gestion des structures de représentations qui résultent d'une longue expérience de la coopération, et contiennent des informations éloignées de l'action sur le processus.

### **2.3.3. Modèle de l'activité coopérative. (cf. figure 8)**

Au niveau de l'action.

Hoc (2001) définit quatre types d'activités avec des implications à court terme sur l'activité, par opposition à d'autres types d'activités plus abstraits qui ont des implications à moyen et long termes :

1. La création d'interférences. Ce type d'action correspond à la création délibérée d'interférences dans le but de faciliter sa propre tâche, celle de l'autre, ou la tâche commune. Elle suppose une évaluation des difficultés rencontrées par l'opérateur.
2. La détection d'interférences. Pour être capable de gérer une interférence, on doit en effet être capable de la détecter. Quand une interférence a été créée délibérément, c'est souvent de façon explicite et il n'existe donc pas de problème de détection. Cependant, dans certains cas, des interférences peuvent être non-intentionnelles.

3. L'anticipation d'interférences. Cette activité coopérative permet aux agents de détecter et de résoudre les interférences par anticipation.

4. La résolution d'interférences. Un des problèmes majeurs à résoudre en coopération consiste à déterminer le niveau d'abstraction pertinent à adopter pour trouver une solution à une interférence. Parfois, il suffit d'intervenir localement au niveau de l'action concrète. C'est ce niveau qui est considéré ici. Cependant, il est parfois utile de s'interroger sur le plan pour trouver une solution plus durable.

Au niveau de la planification.

Hoc (2001), en accord avec Carlier et Hoc (1999) définit cinq types d'activités qui se produisent à un niveau d'abstraction plus élevé que celui de l'exécution de l'action. Dans la plupart des cas, ces activités se répercutent à moyen terme plutôt qu'à court terme, bien que des répercussions à court terme ne soient pas exclues. Chacune d'entre elles impliquent des modifications importantes du référentiel commun.

1. La création ou le renforcement du référentiel commun. Ces activités de coopération au niveau de la planification peuvent aller de la simple maintenance du référentiel commun à une élaboration plus ou moins difficile de celui-ci. Dans le premier cas, elles peuvent être identifiées par des communications unitaires, suivies d'une simple reconnaissance de l'accord. La nouvelle information est compatible avec la représentation du partenaire et cette personne l'intègre immédiatement. Dans le second cas, une série plus ou moins développée d'échanges, ponctuée par des désaccords ou des surprises, précède un accord final, qui met fin à l'élaboration.

2. La création ou le renforcement d'un référentiel commun sur l'activité elle-même (interne à l'équipe) et/ou le contrôle de processus (externe à l'équipe). Lorsque les activités de coopération, au niveau de la planification, concernent la situation externe, elles visent à générer des représentations contextuelles partagées qui améliorent la communication et le choix entre les réalisations alternatives du plan.

3. La création ou le renforcement d'un but commun. L'élaboration d'un but commun oriente, guide l'activité collective et constitue un élément d'évaluation de cette activité durant le temps nécessaire à la réalisation de la tâche.

4. La création ou le renforcement d'un plan commun. Ce type d'activité concerne les moyens nécessaires à la réalisation de la tâche. Lorsque plusieurs agents sont impliqués dans l'exécution d'une tâche, un plan commun peut être nécessaire pour résoudre les questions de coordination à l'avance.

5. La répartition des fonctions.

Au niveau de la méta-coopération.

Des données plus générales sont produites. Elles peuvent être utiles pour les activités de coopération des deux niveaux inférieurs. Hoc (2001) en définit trois sortes :

1. La création d'un code de communication. Dans les domaines professionnels, en particulier lorsque les contraintes de temps sont élevées, les membres de l'équipe utilisent ce que Falzon (1991) a appelé un langage opératoire, restriction du langage naturel pour réduire la durée et le temps de communication tout en transmettant les valeurs des variables de schémas bien connus. Ces codes sont souvent formels ou pour le moins connus d'avance.

2. La création d'une représentation compatible. En règle générale, ce genre d'activité coopérative est observée dans le cas d'une coopération intégrative (Schmidt, 1991) dans laquelle les opérateurs viennent de domaines différents et possèdent des compétences complémentaires.

3. La création d'un modèle de soi ou des autres opérateurs. Une connaissance du milieu professionnel peut permettre à chaque agent, à partir d'indices comportementaux, de déduire les objectifs poursuivis par d'autres. Cependant, il peut arriver que la connaissance des caractéristiques particulières d'un agent soit nécessaire pour produire une telle inférence. Cette connaissance peut jouer un rôle majeur dans la gestion des interférences anticipatives et peut être susceptible de produire des solutions optimales.

## Conclusion

Dans ce chapitre, trois modèles ont été présentés. Le premier décrit différentes modalités de contrôle cognitif d'un opérateur en fonction des données utilisées (Hoc & Amalberti, 2007) ; le deuxième modèle est relatif à la gestion d'un opérateur individuel en environnement dynamique (Hoc & Amalberti, 1995) ; le troisième est une extension du deuxième modèle à l'activité coopérative (Hoc, 2001). Chacun d'entre eux est congruent avec l'approche NDM. C'est pourquoi ils apparaissent particulièrement fonctionnels pour étudier l'activité de supervision et de contrôle de l'entraîneur en match (voir l'article n°5, Debanne & Chauvin).

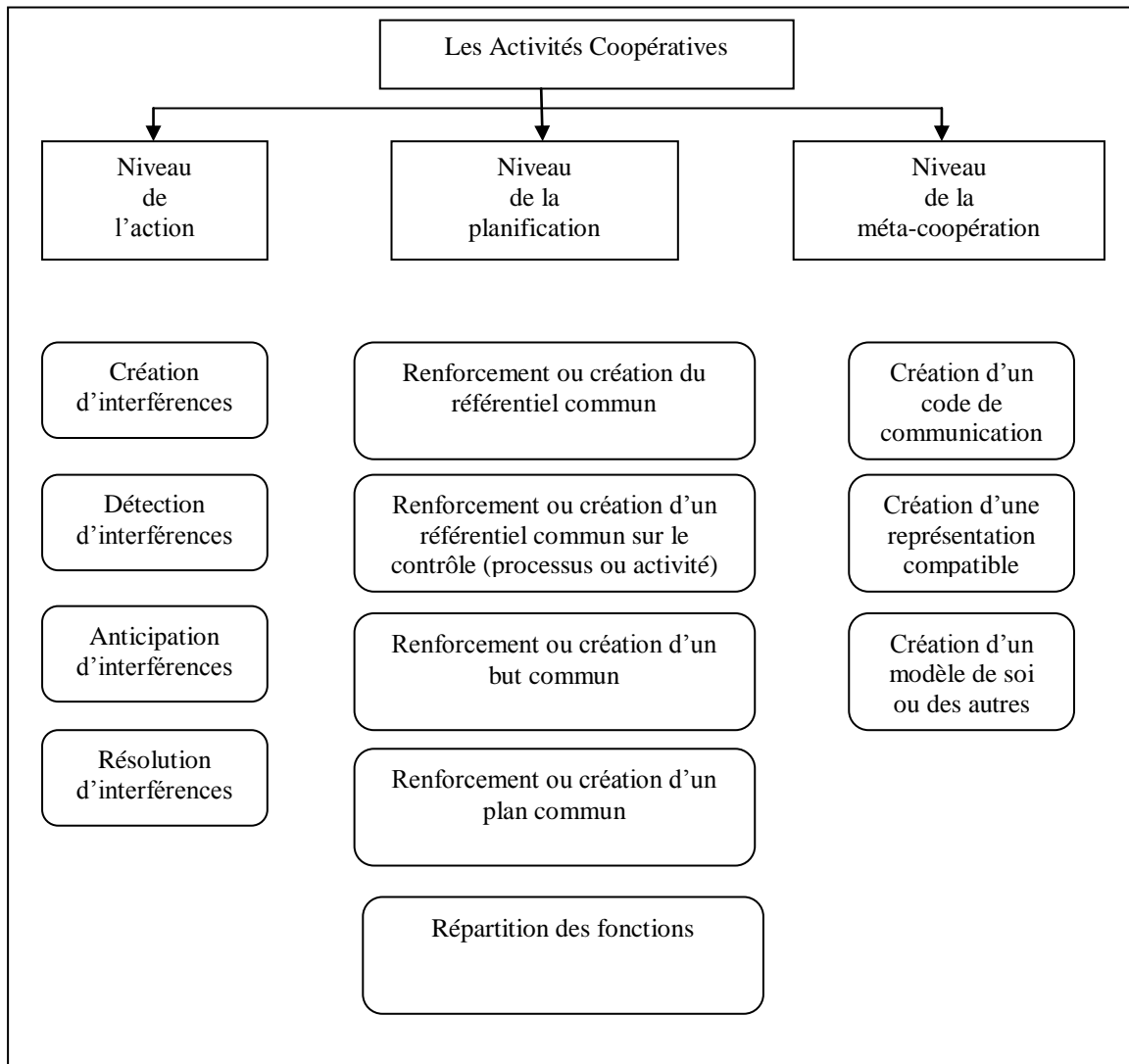


Figure n° 8 : Modèles des activités coopératives (d'après Hoc, 2001 p.529)



## Problématique Générale

Il semble exister un double consensus autour de l'activité de l'entraîneur. D'une part, sa pratique fait principalement appel aux processus cognitifs (voir Abraham, Collins, & Martindale, 2006 ; Lyle, 2010, 2013 ; Lyle & Vergeer, 2009). D'autre part, les situations de matchs sont considérées comme des environnements dynamiques et complexes (e.g., Debanne & Chauvin, 2013; Gréhaigne, Bouthier, & David, 1997; Hagemann, Strauss, & Büsch, 2008; Maquet, 2009), dans lesquels les processus de prise de décisions sont générés par des événements continus qui donnent une conception chaotique de son activité cognitive (Bowes & Jones, 2006). Ces processus de prise de décisions ne peuvent par conséquent être expliqués par une simple approche linéaire et rationnelle (Bowes & Jones, 2006; Cushion, Armour, & Jones, 2003; Jones, 2000; Jones & Wallace, 2005; Potrac, Brewer, Jones, Armour, & Hoff, 2000; Potrac & Jones, 1999).

Cependant, et malgré de telles caractéristiques inhérentes à l'activité de l'entraîneur, nous soutenons la thèse, déjà présentée par Lyle (2007) mais, à notre connaissance, non étayée empiriquement, selon laquelle, les processus de prise de décisions des entraîneurs experts sont susceptibles de présenter une certaine régularité (selon différentes variables), et de suivre des règles génériques, ou des modèles en fonction des caractéristiques de la situation. Ainsi, nous envisageons le processus de prise de décisions de l'entraîneur expert, en situation de match, comme un processus hautement contextualisé, dépendant des caractéristiques de la situation (e.g., différence au score et différence numérique entre les deux équipes, périodes de jeu, etc...) qui de plus, nécessite de faire référence à l'état du système qui comprend les forces de l'équipe adverse en relation avec celle de sa propre équipe. Ainsi, en nous appuyant sur les cadres théoriques évoqués dans les premiers chapitres de ce document, nous nous proposons de mener un certain nombre de recherches qui viseront principalement à répondre aux questions suivantes :

- Quelle est, d'un point de vue cognitif, la tâche à laquelle est confronté l'entraîneur durant le match ?

- Quelles sont les connaissances procédurales mobilisées par les entraîneurs en lien avec l'organisation leur équipe, la communication avec leurs joueurs, et les tentatives d'influence des arbitres ; et quels sont les effets des variables de la situation de jeu sur la mobilisation de ces connaissances procédurales ?

- Quels sont les effets des variables de la situation de jeu sur les modalités de contrôle cognitif de l'entraîneur? En quoi les facteurs motivationnels impactent les prises de décisions des entraîneurs ?

Ce travail doctoral vient alimenter un objet d'étude (les processus de prise de décisions de l'entraîneur en match) qui, malgré son intérêt scientifique reconnu, reste largement peu investi par la communauté des chercheurs en sciences du sport. Ceci est sans doute lié à la difficulté d'établir suffisamment de liens avec les entraîneurs afin d'obtenir leur participation. Il existe certes, des recherches menées en sports collectifs sur l'activité décisionnelle du joueur, mais pour bon nombre d'entre elles, leurs auteurs conçoivent le match de sport collectif comme une situation de coopération, dénuée d'histoire et de contexte (e.g., Bideau et al. 2004 ; Bossard, 2008 ; Bourbousson, Poizat, Saury, & Sève, 2010; De Loor, Bénard, & Chevaillier, 2011).

## DEUXIÈME PARTIE – ÉTUDES EMPIRIQUES

Lyle et Vergeer (2013), à partir d'une revue de la littérature, constatent que les études empiriques centrées sur les prises de décisions des entraîneurs dans le cadre de leur pratique restent particulièrement rares (surtout ces dix dernières années). Cette partie comporte deux chapitres composés des sept articles publiés ou soumis dans les différentes revues scientifiques à comité de lecture et précédemment évoqués. En cela elle contribue à améliorer la situation constatée ci-dessus, et a également pour objet principal d'étayer empiriquement notre thèse :

Les processus de prise de décisions des entraîneurs experts sont susceptibles de présenter une certaine régularité (selon différentes variables), et suivre des règles génériques, ou des modèles en fonction des caractéristiques de la situation.

Les données issues de ces articles sont toutes recueillies à partir de situations réelles de matchs et avec des entraîneurs professionnels de handball, à l'exception du premier article dont les données ont été recueillies sur la base d'entretiens (auto-confrontation avec technique de rappel stimulé, et semi-directif).

Dans le premier chapitre, nous effectuons (a) une analyse cognitive de la tâche des entraîneurs lorsqu'ils sont confrontés à la situation de match (cf. les articles n°1 & n°2, Debanne & Fontayne, 2009, 2012), et (b) mettons en évidence les connaissances procédurales mobilisées par les entraîneurs durant les matchs. Par l'intermédiaire de ces connaissances procédurales, les entraîneurs, pour améliorer la performance de leur équipe, agissent sur différents leviers, comme (a) l'organisation de l'équipe dans la phase offensive et défensive (cf., l'article n°1, Debanne & Fontayne, 2009), (b) la transmission d'informations à leurs joueurs afin de leur permettre d'acquérir ou des mettre à jour des structures de connaissances leur permettant de gérer les situations auxquelles ils sont confrontés durant le match (cf., l'article n° 3, Debanne & Fontayne, soumis), et (c) les tentatives d'influence des arbitres (cf. l'article n°4, Debanne, accepté). Les mises en évidence de ces différentes connaissances procédurales des entraîneurs et les effets des

variables de la situation de jeu sur leur mobilisation ont pour objectif d'alimenter les contenus d'enseignement de la formation académique trop imprégner de connaissances déclaratives (Lyle, 2010).

Le deuxième chapitre est focalisé sur la notion de contrôle cognitif. Il met en évidence différents modes de contrôle cognitif dans la phase défensive en fonction des situations de match, ainsi que des styles d'entraîneurs (cf. article n°5, Debanne & Chauvin, 2013 ; Debanne & Chauvin, soumis). Puis, l'article n°6 (Debanne, Angel, & Fontayne, 2013) met en évidence l'impact des facteurs motivationnels sur le contrôle cognitif du système défensif, dont une modélisation est présentée (cf. article n°7, Debanne & Laffaye, soumis).

## Chapitre 4      Connaissances Procédurales des Entraîneurs en Match

1.    Debanne, T., & Fontayne, P. (2009). A Study of a Successful Experienced Elite Handball Coach's Cognitive processes in Competition Situation. *International Journal of Sports Science and Coaching*, 4, 1-15.

### Abstract

This study explores the cognitive management of a successful experienced elite handball coach during a competition. A coach's activity was examined based on a "single case" by analyzing the content of two types of interviews (semi-structured, stimulated recall) through deductive, then inductive approaches. Results showed: (a) in the planning phase, game plans intended for the competition were elaborated from situations that had long been mastered during training sessions; and (b) in the interactive phase on offense, the coach carried out adjustments through his players (especially the playmaker); on defense, changes were made using a basic knowledge of game systems. The coach's activity was organized into six prioritized tasks relating to: i) players' physical engagement; ii) management of collective duels; iii) management of individual duels; iv) refereeing; v) players' energy management; and vi) technical-tactical instruction to the substitutes. Cognition was principally distributed by interacting with the team's playmaker.

*Key words:*    Coaching Model, Cognitive Management, Decision Making, Game Planning, Stimulated Recall

In recent years, the field of sports sciences has seen a significant increase in research on the activity of coaches, under the generic topic of coaching (see Gilbert & Trudel, 2004). These studies seek to improve the coach's interventions by optimizing the sport training processes (Douge & Hastié, 1993), or by improving the quality of instruction provided to athletic educators, staff and supervisors (Gould, Gianni, Krane, & Hodge, 1990; Salmela, Russel, Côté, & Baria, 1994). The present study focuses on the description of the cognitive management of a successful experienced elite handball coach during competition. In this regard, it is important to highlight the various means used by successful experienced elite coaches in competition situations to influence the outcome of matches by determining how they act, on which game components and for what purpose. Identifying successful experienced elite knowledge should thus facilitate the process of didactic transposition to develop a training program for coaches. However, only a few studies have examined coaches during actual competitions (Gilbert, Trudel, & Haughian, 1999; Hagemann, Strauss, & Büsch, 2008; Smith & Cushion, 2006; Wilcox & Trudel, 1998) and none of them have analyzed the coaching process at the top international level.

Therefore, in the present study, we identify the team management process of a top international level (i.e., double world champion and Olympics medalist) handball coach.

### **The Coaching Model**

Several coaching models are proposed in the current literature (e.g., the “Schematic Model” [SM], Abraham, Collins, & Martindale, 2006; the “Coaching Model” [CM], Côté, Salmela, Trudel, Baria, & Russel, 1995; “Lyle's model” [LM], Lyle, 2002). Compared to the other models (i.e., SM, CM), the LM is certainly the most detailed and integrative example of a coaching model currently available in the literature. However, it does not deal with “detailed relationships between component elements or stages of the model ..., [and] the effect of changes in one element on others” (Lyle, 2002, p. 110). We chose to use the “Coaching Model” (Côté et

al., 1995), given that it has been validated and supported by empirical data in the team sport context and also clearly identifies the competitive component of the coach's activity which is the main component of the coaching process studied here. The CM, founded on seventeen selective interviews with elite gymnastics coaches, provides a macroscopic framework for our study. Using a single case study, Gilbert and Trudel (2000) adapted and validated the CM for team sports and ice hockey in particular. These two studies will enable us to place the coach's activity in competition situations in comparison to his/her other activities. In research conducted by Côté et al. (1995), transcripts of inductively-organized interviews revealed an interaction of six components involved in developing athletes. They were divided into three central components defining the coaching process: competition, training and organization and three peripheral components affecting the coaching process: the coach's personal characteristics, the athletes' personal characteristics and level of development, and some contextual factors. These researchers also stated: "the competition, training and organization components are constantly monitored and adjusted by the coach during the coaching process" (Côté et al., 1995, p. 11). In such a manner, the athletes' potential is continuously assessed and re-assessed through a process of cognitive adjustment that is in fact a mental model (Johnson-Laird, 1983), an abstract and simplistic representation of the complex situation that is constructed while resolving the problem and which remains only temporarily in the working memory. This mental model must enable the efficient comprehension and resolution of problems. The competition component involves applying knowledge to help athletes reach an optimal performance level according to their potential. For example, the successful experienced elite ice hockey coach studied by Gilbert and Trudel (2000) cites two objectives concerning development (i.e., the athlete's personal development and the development of technical and tactical skills in ice hockey), and a third concerning the outcome (i.e., the team's qualification for championship playoffs). To reach these objectives, various authors have identified three categories in the competition component

(Bloom, Durand-Bush, & Salmela, 1997; Côté et al., 1995; Gilbert & Trudel, 2000): (a) competition time, (b) competition site where pre- and post-competition adjustments can be made, and (c) competitions in preparation for the championship. These three categories can be assessed during the three main phases of the competition component (Bloom, Durand-Bush, & Salmela, 1997; Côté et al., 1995; Gilbert & Trudel, 2000). The first phase is defined as a preparation or planning phase of competition during which the coach prepares himself/herself as well as the team. The second is an interactive phase involving all the game participants during the competition itself and the third is a post-competition phase during which the match is assessed. In our case, insofar as we are only interested in the aspects that may influence the outcome of the match, only the first two phases will be studied.

### **Activity of Preparing and Planning the Match**

Bloom et al. (1997) interviewed twenty-one successful experienced elite Canadian team sports coaches (i.e. ice hockey, field hockey, basketball and volleyball) following an unstructured interview schedule. The researchers recognized two objectives accomplished in two different locations: the coach's preparation and the team members' preparation, which can take place both on and off the competition site. The authors showed that coaches carry out activities on match days both away from the competition site (11.9%) and at the competition site (12.3%) enabling them to be physically and mentally prepared for the competition and convey the game plan. To maximize players' concentration on match day, coaches have very personalized procedures. On match days, over 90% of them review their scenarios and consider possible reactions to certain situations. For the team's preparation on match day, procedures carried out off match sites represented 5.7%, compared to 29.1% on site. The pregame speech is an important part of the procedures at the match site, as all coaches speak with their athletes before warm-up. The aim of the pre-game talk is simply to review the game plan since coaches fear that



new information will mentally overload their athletes, distract them and inhibit their performance.

### **Activity During the Interactive Phase**

Among the coach's skills, particularly in the team sports context, the ability to manage athletes in competition situations appears to be central (Horton, Baker, & Deakin, 2005). Because of the complexity of team sports, it has not yet been possible to establish general rules of effective instruction indifferent coaching situations (More & Franks, 2002).

Nevertheless, some studies have investigated the cognitive component in team sports during the interactive phase (Duke & Corlett, 1992; Gilbert, Trudel, & Haughian, 1999; Hagemann, Strauss, & Büsch, 2008; Jones, Housner, & Kornspan, 1997; Smith & Cushion, 2006; Wilcox & Trudel, 1998). Despite significant methodological differences in the CM components studied (training and competition) and the methods used, which included questionnaires (Duke & Corlett, 1992), sessions in laboratories (Jones et al., 1997), stimulated recall sessions following competitive sporting events (Gilbert et al., 1999; Wilcox & Trudel, 1998), semi-structured interviews (Smith & Cushion, 2006) and computer simulated scenario to generate more verbalized strategies during team competitions (Hagemann et al., 2008), their results revealed convergent patterns.

Firstly, the coach's decision-making process is multifactorial. For example, the main results obtained by Gilbert et al. (1999) showed that coaches refer to several factors (2.6 to 3.2 on average) including contextual information (information from the game) and knowledge of their players (athletes' personal characteristics) when making decisions. The same authors, in discussing this multifactor aspect in the decision-making process, advised caution when studying the interactive phase and avoiding the temptation to use interactive decision-making models if the available empirical data are insufficient. Secondly, the research conducted on the competition

component of the coaching process (e.g., Hagemann et al., 2008; Smith & Cushion, 2006) suggested that behavior in specific situations also depends on domain-unspecific complex problem-solving competence.

Thirdly, the coaches prepare themselves with intense cognitive activity. For example, Smith and Cushion (2006) reported that six top level professional youth soccer coaches spent most of the game engaged in silent monitoring (over 40% of the time in the games observed), only occasionally intervening with instructions coupled with praise and encouragement.

Each one of these studies focuses on a precise aspect. However, as complex human activity is organized into a hierarchical system (Carver & Scheier, 1982), it is necessary to highlight the priorities underlying the coaches' decisions. Coaches must take action according to priorities and advance to the next level once the problems from lower levels have been resolved. Yet these various studies do not provide us with information on the automatic procedures carried out by the coaches that are necessary in any complex activity to free the cognitive function from a certain number of constraints. These automatic procedures free the attention and enable the coaching to be better adapted (Leplat, 1989).

With regard to the preceding remarks, in the main goal to explore the cognitive management of a successful experienced elite handball coach during competition using the CM, we will attempt to respond to the issue raised in the Gilbert et al. (1999) study on the management of the interactive phase by contributing the empirical data necessary to elaborate a model. To this end, we will try to determine the hierarchical organization of the coach's tasks and the adjustment routines used by a successful experienced elite coach during competition.

## **Method**

### **Participant and Procedure**

To reach our objectives, a single case study design was chosen (Ragin, 1992; Yin, 1994). The coach was chosen in consideration of three criteria characterizing an experienced, elite, and successful coach (Côté et al., 1995): i) a minimum of ten years of coaching experience was required, ii) a performance outcome measure, having played at the international level, and iii) recognition as one of the best to develop elite athletes. He was a 59-year-old former international player, coach of a men's national team for over fifteen years and had won five medals at the most important international competitions (i.e. World Championship and Olympic Games) including a double World Champion title.

The participant was contacted after his second World Champion title by the first author of this article who is a former handball player and has been coaching and teaching at the national level for several years. During this initial contact, the general nature of the current study was explained and the coach agreed to participate. To ensure anonymity and confidentiality, pseudonyms have been used throughout this paper. Nevertheless, due to the particular status of the participant (i.e., no other coach in the world has won as many titles at this level), it was decided that the results of this study would be published only once the players mentioned in these interviews had ended their careers.

### **Data Collection**

During the summer of 2002, two interviews were conducted using two different techniques in the coach's office at the National Handball Federation headquarters by the first author of this paper. The number of interviews and the different techniques used were chosen to ensure the internal validity and the reliability of the collected data, which according to the recommendations of Sparkes (1998), could be obtained by using triangulation and overlapping the sources and methods to collect data.

A semi-constructed format was used for the first interview schedule, which focused mainly on the planning phase of the competition even though the coach also spoke of contexts from specific matches. This interview lasted one hour and forty-five minutes. The participant was asked to talk about the preparation phase at competition (i.e., “What methods do you use to prepare yourself for a competition? How do you prepare your players for a particular match? What messages do you give just before the match?”). The second, held one month later and which lasted two hours and 15 min., used the stimulated recall technique (Calderhead, 1981; Trudel, Haughian, & Gilbert, 1996) to study the cognitive management specifically during the interactive phase. We adapted the collection strategy used by Trudel et al. (1996) by proceeding in three phases. First, following the semi-directive interview, we chose a match based on the comments of Yinger (1986) who states that the participant should not have watched the video beforehand. Furthermore, it seemed essential to choose a “knock-out” match rather than a round robin match. Indeed, in a “knock-out” match, each decision is made and each action taken for the sole purpose of achieving optimal performance. Specifying the context of the match was also necessary because all actions are a function of the team’s history (Gilbert et al., 1999; Trudel et al., 1996). This precision made it possible to link actions and social context.

These two conditions were expressly evoked at the end of the first interview. In light of them, the coach immediately suggested the quarter-finals of the Sydney Olympics (2000), because this match not only left its mark on him (indeed, it was at the end of this match that he decided to step down as national selector), but the defeat also revealed all his coaching procedures.

Afterwards, one week before the recall session, the first author phoned the coach and asked him to talk about his impressions of the match and a few particularly significant decisions that he recalled ( $n = 14$ ). To prepare the stimulated recall session, the sequences relating to the

most significant decisions, from the coach's and the investigator's view points, were located on the videotape beforehand (the match was televised and the first author recorded it). Then, during the actual stimulated recall session, the coach was asked to comment on and explain each of these decisions while viewing the video. This interview was filmed with the camera focused on the screen to match the interviewee's comments precisely with the corresponding events when the interview was transcribed (the camera was placed behind the coach in order not to disturb him and the conversation was recorded by a portable microphone placed on his shirt)<sup>37</sup>.

Both interviews were transcribed in their entirety and comprised thirty-nine pages. The interview transcripts were submitted to the coach to enable him to check their content and quality. The coach did not recommend any changes.

### **Data Analysis**

First, a deductive content analysis was used to analyse the interview transcripts using the procedure presented by Bos and Tarnai (1999). The match planning phase category was divided into four themes comprising the coach's preparation off and on the match site and the team's preparation off and on the match site. The interactive phase category was divided into two themes: "adjustment routines" and "hierarchical organization of the coach's tasks".

Then, we used an inductive approach to complete our themes. The joint use of a deductive and inductive approach was in line with the qualitative procedures of data analysis (Guba, 1990; Meyer & Wenger, 1994; Miles & Huberman, 1994; Schwandt, 1997). This is particularly relevant when few studies exist on the subject, which is the case here, and where "no established theory is capable of anticipating the many realities that may be encountered" (Meyer & Wenger, 1994, p. 251). As a result, the theme "coach's preparation on the match site" did not

---

<sup>37</sup>By filming the interview with the camera focused on the television screen, the coach's words could be synchronized with the events of the match. This methodological precaution was not used in analyzing the data, however, given the clarity of his comments in this case.

appear and two additional themes, “interaction among the CM components” and “distributed cognition” in the planning and interactive phases respectively, needed to be included. Afterwards, the corpus was divided into meaning units and each of these units was classified into these different themes. The meaning units chosen and constructed semantically constituted the themes (Berelson, 1971). Thus distributed, the corpus was then placed into two categories (planning and interactive phase), six first order themes (planning phase: routines for coach, routines for team, interaction among the CM components; interactive phase: adjustment routines, hierarchical sequence of the coach’s concerns, distributed cognition) and sixteen second order themes (see Table 1).

Semantic units that were not related to these different categories were classified in a “miscellaneous” theme. Most often, they were descriptions of the events (see Table 1)

Table 1: *Content Analysis of Transcripts*

Categories	First order theme	Second order theme (example)	Code	N (%)	Kappa	z
Planning Phase	Coach's Routines	Off-site game day routines (e.g., "I think about what it is that leads me to suggest the tactical plan until the end of the last training session")	A11	14 (2.36)	.91	16.01*
	Team Routines	Preliminary period (e.g., "I spent a lot of time observing the opposing teams")	A12	50 (8.42)	.94	23.14*
		Off-site game day routines (e.g., "These occur during the morning training session")	A21	13 (2.19)	.74	13.79*
		On-site game day routines (e.g., "I try to talk with the team only one hour beforehand if, in our strategy, there's an element that can be destabilizing for our opponent) period (e.g., "Before each competition, I select parts of matches. I don't edit because I don't want to take the events out of context").	A22	70 (11.78)	.93	23.19*
		Training – Competition (e.g., "Ideally, all the scenarios would have been considered and repeated enough during the training sessions so that there are automatisms.")	A23	2 (0.34)	.48	4.58*
Interactive Phase	Interaction among the Coaching Model Components	Offensive phase (e.g., "Something else would need to be put in place, like playing differently by changing the game leader")	A31	29 (4.88)	.85	18.70*
	Adjustment Routines	Defensive phase (e.g., "I have just put Joseph in defence in Bob's position because he is better at recovering the ball, is more dissuasive...")	B11	34 (5.72)	.63	14.46*
		Player alone: Prerequisites = Physical engagement of the players (e.g., "Andre has just lost the ball, but for him what's important is that he got hit in the chin. He's holding his chin. It is his chin that is important, whereas it should be the lost ball")	B12	35 (5.89)	.79	18.46*
	Hierarchical Sequence of the Coach's Concerns	/ Positive outcome of match is certain = Energy management of the players (e.g., "When everything is OK, you can change the players to preserve them for the following match")	B21	30 (5.05)	.51	11.38*
		Management of collective duels (e.g., "The team is up against a 3-2-1, like in the books")	B22	70 (11.78)	.76	19.13*
		Management of individual duels (e.g., "We keep shooting at the goalkeeper's strong point")	B23	50 (8.42)	.78	19.07*
	Distributed Cognition	Management of the referees (e.g., "I prefer to bet on the referees, to earn their trust to act on it in the final crucial minutes")	B24	14 (2.36)	.99	18.42*
		Technical-tactical instruction to substitutes (e.g., "I comment on the match for the substitutes")	B25	3 (0.51)	.84	9.22*
		Playmaker (e.g., "I remind Joseph of the basics of the game and tell him not to play blindly")	B26	16 (2.69)	.75	14.86*
		Playmaker (e.g., "At half-time, I can't sense what needs to be said. You, as playmaker, how do you feel?")	B31	9 (1.52)	.88	13.96*
Other players (e.g., "I don't delegate to certain members of the team")		B32	10 (1.68)	.60	9.13*	
Miscellaneous	Miscellaneous	All semantic units not indexed in the preceding categories. Most often, they were descriptions of the events (e.g., "He takes the ball, runs and shoots")	C 145	(24.41)	.81	18.67*
Overall				594 (100.00)	.80	111.80*

Note. \*  $p < .0001$ . The codes were allocated in the following way: The letters "A", "B", "C" were respectively linked with the categories "Planning phase", "Interactive phase" and "Miscellaneous"; the first numbers were associated with each first order themes of these categories; the second numbers were associated with each second order themes of these first order themes (e.g., all the semantic units coded "A11" are linked with the category "planning phase" [A], the first order theme "coach's routines"[1], and the second order theme "off-site game day routines"[1]).

### **Validity and Reliability of the Coding Process**

The two interviews were transcribed by the first author of this article. Each of the units was distributed into the different categories. Fifty semantic units were randomly selected and classified by three sport psychologists, who were specialists in team sport contexts and who had basic knowledge of the qualitative approaches. Special attention was paid to meaning units that were not assigned to the same categories by the coders and the discussion that ensued systematically resulted in a consensus on the interpretation. Then, on the basis of this analysis grid, three other coders classified all of the semantic units ( $n = 594$ ) into the various categories. The three coders were two men and one woman, respectively aged of 54, 48 and 42 years old), teaching in collective sport at the Faculty of Sport Science of the University Paris-Sud 11. Each of them had over 10 years of coaching experience (and practicing at international level for one of them) at national level. They were also experienced in qualitative methods of research.

Reliability points were estimated using a Kappa index ( $k$ ) which represents the normalized proportion of inter-observer agreement in excess of what would be expected on the basis of chance or random assignments. We used the MacKappa software (2002) which calculates both general and conditional coefficients and tests the statistical significance of agreement among many observers assigning objects to nominal scales as based on Fleiss' (1971) computational formulae.

The overall Kappa revealed a considerable rate of agreement among the different coders ( $k = .80$ ;  $z = 111.80$ ,  $p < .0001$ ). All the conditional coefficients were also high and significant (see Table 1). Taken as a whole, these results showed an acceptable reliability of the coding.



## Results

The results are presented in two distinct phases. In the planning phase (coded «A» in the data analysis), we first explain the Coach's Routines (coded «A1»), then the Team Routines (coded «A2») and Interaction among the CM components (coded «A3»). In the interactive phase (from the start to the final whistle) (coded B), we describe the Adjustment routines (coded «B1»), the Hierarchical organization of the coach's concerns (coded «B2») and “distributed cognition” [35] (coded «B3»). In this latter paragraph, we discuss all the factors that may have affected the choice of play or led to making joint decisions with certain players. For each of these sections, we included excerpts of the interview with their coding as well as a key in Table 1.

In order to respect the anonymity of the players, their names were changed. We can however specify that they were the team's main players.

### The Planning Phase

#### **Coach's routines.**

The preparation of the coach is carried out in a continuous way. It starts broadly before the day of the match and continues until the last training session (the morning of the match).

#### *Off-site game day routines.*

The coach acquired such wide knowledge about the opponents that his interrogations and the following adaptations were mainly focused on his own team (physical form of each of his players during the last matches of preparation – particularly on the players who were able to manage the planning of the match).

“When I am engaged in a competition, I don't stop thinking of it (A11). I close my eyes and I can see our opponents playing (A11). I think about what it is that leads me to suggest the tactical plan until the end of the last training session (A11).”

***Preliminary period.***

The coach's off-court preparation involved getting to know the opponents using a nearly ethnological approach. By observing how they functioned in the competition setting, the coach familiarized himself with their reactions as a group and the way in which they handled difficult situations.

“I spent a lot of time observing the opposing teams (A12), the way they reacted in the difficult moments (A12), what their group relations were (A12), who was the leader (A12).”

**Team routines.*****Off-site game day routines.***

The team's off-court preparation entailed a video sequence and a discussion and explanation of the game options. This internal communication made it possible to clear up the dark zones (implicit aspects) linked to his expectations.

“I was shocked, at the end of this match, to read in a newspaper that a player was not ready to take on the responsibilities that I had given him. How could a player say that to a journalist without talking to me first? For a very long time, I used to settle with a minimum of information so that everything would go the way I wanted without talking about it (A21), and especially without getting any sort of verbalized acquiescence from the persons concerned (A21). At the 2001 World Championships, there wasn't one tactic that wasn't discussed beforehand within the team itself (A21)”.

To complete this preparation, the coach sought to create a positive group dynamic:

“For the World Championships, I wanted the players to have a specific meeting before the matches (A21). Before each match, 30 minutes before going to the handball stadium, the players met without me (it was a blackout on what they had said) (A21).”

***On-site game day routines.***

The team’s preparation in the locker rooms entailed presenting the line-up and saying a few key words.

“I never say, ‘you’re going to start by playing like this’ (A22). To take the stress out of the team so they face it collectively, I give the lineout just before they go out on the court (A22). After that, it’s up to the players to choose their tactics” (B31).

The game plan was therefore contained in the team line-up, which was decided upon, based on the characteristics of both his own team and the opposing team, with the aim of surprising the opponent.

The coach paid particular attention to the emotional context. He did not want the importance of the match to inhibit the potentialities of the players:

“In highly important matches, as it is the case here, I always try to take the drama out of the situation by trying to make them laugh a little (A22).”

“What could I change at the last minute in our offensive line-up (that would allow them to play a certain way) to surprise the opponent yet without destabilizing ourselves? (A22) From there, I suggest a brutal change of strategy by changing players from their usual positions (A22).”

***Preliminary period.***

During this period, it seems particularly important to the coach to know the feelings of his players:

“For the preparation of the following World Championships, I decided to set up a meeting before the matches during which I asked the players to answer three questions:

(1) What is your personal expectation about this world championship?, (2) What do you think about your position in the game plan (with three options: unsatisfied, satisfied overwhelmed - one asks me too much )? and, (3) Which engagement are you ready to take in front of everyone? (A23)”

### **Interaction among the coaching model components.**

The coach’s remarks revealed a strong interaction between the training and competition components of the CM. Indeed, the competition situation requires a command of the sport and therefore long preliminary work during training sessions. Three types of pre-match preparations were noted:

“Ideally, all the scenarios should have been considered and repeated several times during the training sessions so that there are automatisms (A31).”

### **The Interactive Phase**

#### **Adjustment routines.**

Adjustment routines during the competition differed depending on the phase of the game. In the offensive phase, the coach placed great importance on the playmaker’s position, both as a key point and tactician:

“They’re obviously not sticking with the plan and it’s Joseph who’s in control (B26).The bad choice was leaving Joseph at playmaker (B11). It would have been better to take a time-out and put in Georges or Andre” (B11).

To better process the useful information that would allow him to intervene, the coach appeared to function by stages and according to a pre-established procedure. He ensured that the team’s game plan as well as the structural characteristics (playmaker, type of defence, etc.) were

adapted to the situation. Afterwards, he focused on the playmaker who is in charge of organizing the offense and the tactics used:

“The first action is the opposite of what I had asked (B22). They’re surely not following the game instructions because of a lack of support and trust (B32). Maybe that wasn’t part of their baggage (A31) and maybe I didn’t have the right to ask that of them (A31). I think they talked among themselves (B32) (...). I remind Joseph of the basics of the game and tell him not to play blindly (B26) (...). The bad choice was leaving Joseph to lead (B11). I definitely should have put in Georges or Andre as playmaker right at this point (B11). There, we’re trailing 5-8 and Andre becomes playmaker! (B11). I take a team time-out much too late at 5-9 (B11) and I tell them what to do (B11). It’s unbelievable that I didn’t put Georges and Andre in positions they’re more used to” (B11).

Seeing the inefficacy of the collective processes put into place on offense, instructions were given to the playmaker who was then replaced due to the absence of any improvements. Still unsatisfied, the coach reconsidered the choice of tactics by becoming very directing once the team time-out was taken. It was clear that the coach had trouble abandoning his two initial options early enough (using Andre and renouncing the idea of playing with a winger who usually plays in the back).

Changes in the defensive systems chosen by the coach were made in relation to the team’s performance and particularly the processes that generated this performance. The coach used his “basic knowledge” of game systems according to the circumstances. The defensive systems (and the players who carried them out) were also changed, generally depending on the particular context of the match (time remaining, score, etc.). The routines used during the interactive offensive and defensive phases are summarized in Figure 9.

The coach's concerns are linked to six categories: (a) player alone (physical engagement /energy management), (b) management of collective duels, (c) management of individual duels, (d) management of the referees, (e) technical-tactical instruction to substitutes, and (f) playmaker (see Table 1). Some of these concerns could be related to different operational tasks (i.e., management of collective duels, management of individual duels, management of the referees, technical-tactical instruction to substitutes). One is linked to two coach's tasks (i.e., the management of the physical engagement and/or energy of the players). The last one (i.e., playmaker) is included in two different coach's tasks (i.e., management of collective duels, management of individual duels).

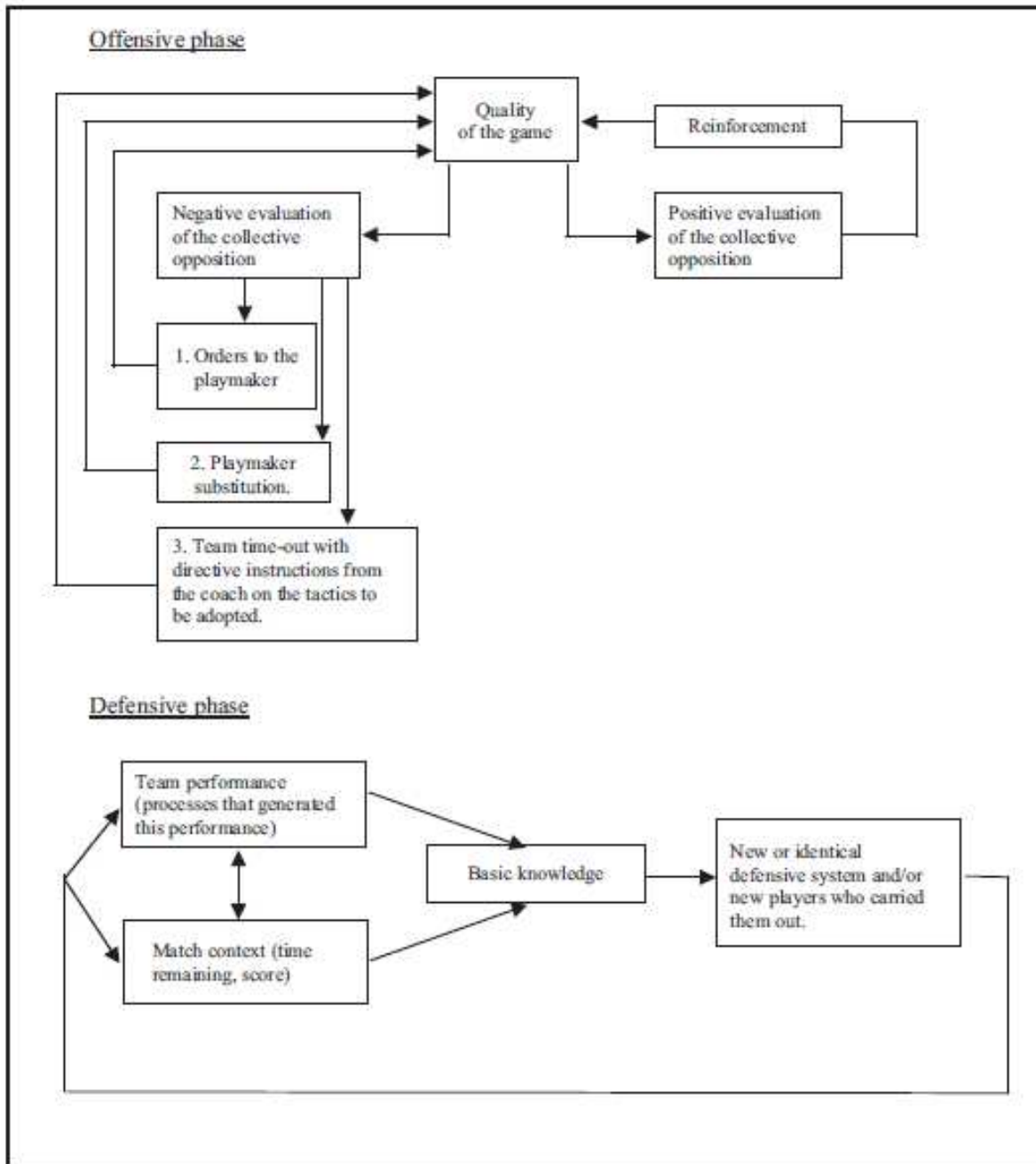


Figure 9. Adjustment Routines During Interactive Offensive and Defensive Phases

**Hierarchical organization of the coach’s concerns.**

Finally, we were able to show that the coach operated according to six hierarchically organized tasks. Of these, three involved an attempt to change the adversarial relationship (collective duel management, individual duel management, refereeing), two were carried out when the outcome of the match was certain (energy management by players and

technical/tactical instruction of the substitutes), and one (physical engagement) is some what of a prerequisite before any intervention.

As long as there is a lack of physical engagement, no strategic, tactical or technical aspects can be considered:

“We let Jovanovic run towards the goal (B21). There’s no one to stop him (B21). (...)Look at that! He breaks through three defenders! (B21) No one can stop him even though he has no momentum (B21). It reminds me of the start of the match for third place at the 1997 World Championships where I take my time-out in the sixth minute(we’re trailing 4-1) and I really give them a lashing” (B21).

The task of managing the collective duel in fact constituted the first and most important phase from the strategic point of view. Once the game plan was determined, the coach monitored the strategy, focusing first on the general then the specific:

“You can see it, the team is up against a 3-2-1, like in the books” (B22).

Afterwards, the performance of the playmaker mentioned above was assessed. In the individual duel management phase, when a player was ineffective despite a solid collective organization, the coach would analyse why the player was producing a game that was mal adapted to the opposition. He would then try to communicate aspects of his response to this question. Another issue was why the player was playing accurately, but performing his actions poorly. In this case, it was a problem of confidence that could be handled with diametrically-opposed means (fatherly attitude with quasi-affectionate communication, or provocation by playing on the player’s self-esteem).

Referees’ decisions may have a strong influence on the game. The coach may adopt two different attitudes, consisting of either systematically disputing their decisions to influence the referees that make calls against them or taking a complacent approach assuming that the referee will do a good job as long as the environment is calm. In our case, the coach took a third course



that attempted to create a positive relationship with the referees from the outset of the match. He showed them that he agreed with their decisions, even and especially those that were to their disadvantage, to create a climate of confidence and be able to weigh on the final decision at the appropriate time.

When the match was certain to be won because the difference in score was too wide compared to the time remaining, the coach considered saving the energy of certain players for the remainder of the match by substituting them out despite a strong performance, and giving technical-tactical instruction to the substitutes by commenting on the events of the match (see Figure 10).

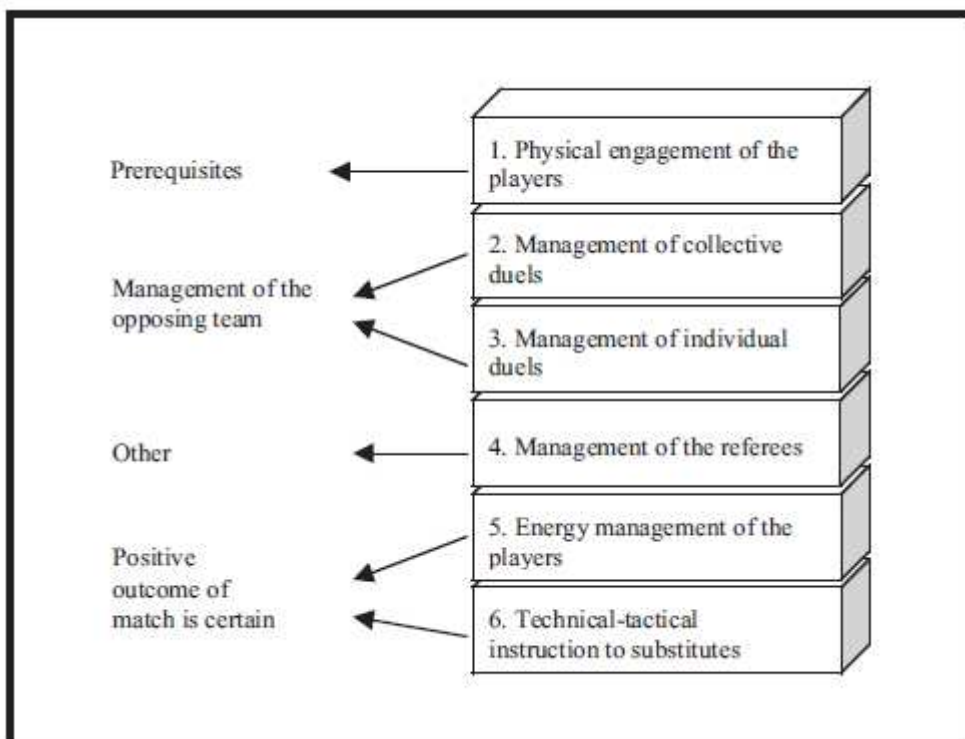


Figure 10. Hierarchical Organization of the Coach’s Tasks

**Distributed cognition.**

As we showed previously in the adjustment routines of the offensive phase, the playmaker is accountable, at least at the beginning, for the organization of the game for his team.

During half-time, when the team has a little time, the coach can exchange with the players, and more specifically with the playmaker to make the team evolve favourably:

“At half-time, I can’t sense what needs to be said, and at that moment, it’s interesting to listen to them (B32). How do you analyse what’s going on? (B32). You, as playmaker, how do you feel? (B31). It’s interesting that there’s an exchange (B32), but my work and my role is to synthesize what they’re saying” (B32).

As the playmaker is accountable for the planning of the game in attack, the coach agrees that the team organization can be different compared with his expectation. Indeed, when the players come from the same club team, they can execute some actions that are specific to them, without the coach being informed:

“There, it is a strange team. I don’t know what’s going on. I suppose it is something that comes from their team with Fernand back-right, Carl as centre and Andre back-left” (B31).

### **Discussion**

The main goal of the present study was to explore the cognitive management of a successful experienced elite handball coach during competition. To this end we used the CM (Côté et al., 1995) as an analysis framework. More specifically, we respond to the issue raised in the Gilbert et al. (1999) study on the management of the interactive phase, by contributing the empirical data necessary to elaborate a model.

First, our data showed strong interaction between the training and competition components of the CM. It is only during the planning phase that the coach works out the tactical framework of the game. This was therefore contained in the team line-up with the aim of surprising the opponent. There was significant responsibility placed on the players and the playmaker in particular. During the interactive phase, we highlighted six hierarchical levels of task organization (i.e., players’ physical engagement; management of collective duels;

management of individual duels; refereeing; players' energy management; technical tactical instruction of the substitutes), as well as automatic procedures in the offensive and defensive phases. Elaborating and managing the game plan require cooperative processes among the subjects. Therefore, this socially-organized activity may favorably encourage the paradigm of distributed cognition (Hutchinson, 1995). Following the defeat of the match featured in the present study (this fact is independent of the stimulated recall interview that was made after the world championships), the coach made a substantial change in the way he worked within the coach-player relationship and was able to lead the team to the world title five months later. In certain cases, coach-athlete interactive modalities may appear as a deliberate collaboration that occurs by soliciting key players (e.g., playmaker). Placing responsibility on players produces the desired results when the strategy is changed during the course of the match.

Moreover, our data can be useful to specify the categories (i.e., competition time, intervention style) of the CM competition component in the team sport context (Gilbert & Trudel, 2000) that will serve as a general framework of analysis (Côté et al., 1995).

Taken as a whole, the interaction between training and competition is in line with the interactions among the three components of the CM originally presented by Côté et al. (1995). However, results relating to the planning phase that were obtained during the semi-directive interview and at the beginning of the stimulated recall interview varied on several points compared to those presented by Bloom et al. (1997). In our study, the coach's preparation was carried out well in advance of the match day. His objective in the offensive phase was to surprise the opposing team without disrupting his own team and the game plan was not presented as such but inherent in the team line-up.

Furthermore, questioning the decisions made by the coach in the interactive phase as in social psychology (Carver & Scheier, 1982) and work psychology (Leplat, 1989), was found to be productive. Indeed, determining the hierarchical organization of the coach's tasks and the

adjustment routines used by a successful experienced elite coach during this phase could help us to respond to the issue raised in the Gilbert et al. (1999) study on the management of the interactive phase by coaches. In fact, the results complement those that already exist (Gilbert et al., 1999; Trudel et al., 1996) as they present a hierarchy of the coach's tasks whereby the players' physical engagement is the primary concern, in line with the results of Trudel et al. (1996) obtained from their study on an ice hockey coach. Of these tasks, the intention to give technical-tactical instruction to the substitutes was mentioned by the coach only during the semi-directive interview in reference to specific matches. Because it was considered solely for matches won, it could not appear in the stimulated recall interview (match lost). This instruction therefore has its rightful place (even if it is the last) among the coach's tasks during this phase. Thus, depending on the match's context, an objective of the players' development may appear even as the main priority remains the outcome of the competition. The results of the research conducted by Gilbert et al. (1999) on a university ice hockey coach and by Côté, Salmela and Russel (1995) with elite gymnastics coaches yielded partly similar findings. Results are only partly comparable however because the latter does not define the term "development", and in the case of the former, the development in question exceeds the framework of the athletic activity to encompass social dimensions that we do not discuss here.

Nevertheless, as with any single-case study, there were necessarily some limits to our research. To overcome these obstacles, we could have increased the quantity of data collected, but not without creating new problems. To increase the number of recall-video sequences, it would have been essential to screen other international "knock-out" matches.

However, as there are only three such matches, all of which had already been watched by the coach, the study would not have complied with the methodological rules established by Yinger(1986). It would also have been possible to collect data, even if they are rare, from other "top-level" coaches (e.g., the women's national team coach, other national team coaches).

However, such data would have limited the external validity of the study because of the need to ensure that both the men's and women's teams used similar coaching styles or otherwise consider the transcultural validity of these data.

### **Conclusion**

The present study may help contribute to developing the efficacy of coaches in managing their teams in competitions and elaborating pedagogical content at the university or national level in order to better train team sports educators, staff and supervisors. In our opinion, such content should focus more on: (a) the dynamics of co-construction in elaborating, implementing and managing the team's game plan; (b) assembling cues on the game to facilitate anticipation; (c) conceiving different offensive and defensive adjustments by the coach; and (d) recognizing the hierarchy of the coach's tasks. Moreover, it seems to us that stimulated recall sessions are instrumental in confronting coaches with their decision-making. Indeed, in stimulated recall sessions the time pressure due to the match is nonexistent and therefore these sessions seem more appropriate to bring out cognitive processes. Coaches can analyse the way they handle the match, and possibly modify their strategy. We now intend to continue this work by conducting multi-case studies with different coaches in charge of either women's or men's teams at various levels of competition to find out whether our results have a specific or general scope.

2. **Debanne, T., & Fontayne, P. (2012). Étude des discours d'entraîneurs professionnels durant une rencontre de Handball selon la perspective du « Coaching Model ». *Science & Motricité*, 76, 11-23.**

### **Résumé**

L'objectif de ce travail est de décrire et analyser le contenu des communications d'entraîneurs professionnels d'équipes masculines de handball en fonction de la différence de niveau entre les équipes. Ces communications sont étudiées à partir d'une analyse de contenu qui conjugue approche déductive et inductive selon les perspectives du Coaching Model (Côté et al., 1995). Les résultats montrent qu'en contexte d'opposition équilibrée, les entraîneurs communiquent principalement sur l'engagement physique et mental. En contexte d'opposition déséquilibrée, ils sont davantage orientés vers des buts de maîtrise que de performance. Plus généralement, les résultats confirment que la gestion de l'engagement physique et mental des joueurs, des rapports de force collectif et inter-individuels sont les préoccupations prioritaires des entraîneurs durant la rencontre.

**Mots clés :** Coaching Model ; Analyse de contenu ; Compétition ; Entraîneur ; Sports collectifs, Facteurs contextuels.

L'important et récent développement des recherches au sein des sciences de l'entraînement (Gilbert & Trudel, 2004 pour une revue) a permis l'élaboration de différents modèles du fonctionnement de l'entraîneur dans sa gestion de la performance des athlètes au plan individuel et collectif [e.g., le « Schematic Model » (SM ; Abraham, Collins, & Martindale, 2006) ; le « Coaching Model » (CM ; Côté, Salmela, Trudel, Baria, & Russel, 1995) ; le « Lyle Model » (LM ; Lyle, 2002)]. Ces modèles, conçus comme des cadres généraux relatifs aux activités de l'entraîneur, s'accordent sur l'existence de trois composantes principales en interactions (l'entraînement, l'organisation et la compétition) qui constituent le « processus de coaching » (*coaching process*).

### **Problématique Liée à la Modélisation du Processus de Coaching**

Toutefois, l'intérêt de modéliser une activité aussi complexe que le processus de coaching a fait l'objet d'un récent débat entre de nombreux chercheurs spécialistes en science de l'entraînement (voir le numéro spécial de la revue *International Journal of Sports Science and Coaching*, n°4, 2007). Cushion (2007) y critique le paradigme positiviste et le réductionnisme sous-tendant l'élaboration des modèles qui seraient ainsi loin de refléter la réelle complexité du processus de coaching. Il rejoint ainsi en partie le courant de l'« action située » (Suchman, 1987) qui cherche à prendre en compte l'activité du sujet en situation réelle et privilégie ainsi le point de vue de l'opérateur dans l'action, sur celui de l'opérateur se représentant son action (Conein, 1997). Ce courant a contribué à un renouvellement important des idées sur la conception de l'action et de la cognition en général et plus particulièrement en science de l'entraînement (e.g., Saury, Durand, & Theureau, 1997 ; Saury & Durand, 1998 ; Sève & Durand, 1999). Toutefois, une des critiques majeures de ces travaux réside dans leur confinement à une pratique scientifique non-orientée vers un effort de modélisation des phénomènes étudiés (Relieu, Salembier, & Theureau, 2004). Ce choix de récuser la modélisation est d'ailleurs explicitement revendiqué par Garfinkel lui-même (2002). C'est pourquoi, une position différente sur la

modélisation du processus de coaching est soutenue par Lyle (2007). Cet auteur met en avant l'importance de : (i) modéliser les intentions et d'identifier ensuite les facteurs qui les influencent ; (ii) chercher les régularités qui fournissent une liaison entre intention et pratique, car il est peu probable qu'il n'y ait pas de règles génériques pour décrire et comprendre l'intention de base qui définit le processus de coaching. Le fait de modéliser ce processus permettrait donc d'améliorer cette compréhension. Cet article s'inscrit dans cette ligne de pensée. Il vise à contribuer ainsi à la modélisation d'une des trois composantes du coaching process, la compétition.

### **Le Coaching Model**

Parmi les modèles évoqués, nous avons choisi le CM. Ce modèle est composé de six composantes en interaction : les trois composantes centrales du *coaching process* et trois périphériques (les caractéristiques de l'entraîneur, les caractéristiques des athlètes, les facteurs contextuels) (voir Figure 11). Ce choix s'est réalisé pour plusieurs raisons : (i) le CM initialement élaboré auprès d'entraîneurs experts en gymnastique a été adapté et validé en sports collectifs (Gilbert & Trudel, 2000) ; (ii) le CM met en évidence l'interaction entre les facteurs contextuels et le processus de coaching (interaction étudiée ici) ; (iii) la composante compétition, qui fait l'objet de la présente étude, a déjà été clairement identifiée en trois catégories (Gilbert & Trudel, 2000) : (1) le style d'intervention qui correspond à la manière avec laquelle l'entraîneur communique avec les joueurs, leur donne des consignes et/ou feedbacks (Côté, Salmela, & Russel, 1995). Ces auteurs ont notamment montré le consensus des entraîneurs sur le caractère approprié des feedbacks permettant aux joueurs de s'améliorer, bien qu'une minorité d'entre eux reconnaît utiliser majoritairement des feedbacks négatifs. (2) le temps de la compétition qui débute au premier coup de sifflet et se termine au dernier, qualifié de « phase interactive » car elle confronte tous les acteurs, et (3) le site de la compétition. Cette dernière catégorie regroupe les interactions entraîneurs-joueurs sur le lieu de la compétition en dehors de la période de jeu



elle-même. Dans leur étude Bloom, Durand-Bush et Salmela, (1997) ont divisé cette dernière catégorie en deux phases : la phase de préparation; la phase de bilan et d'évaluation du résultat de la compétition.

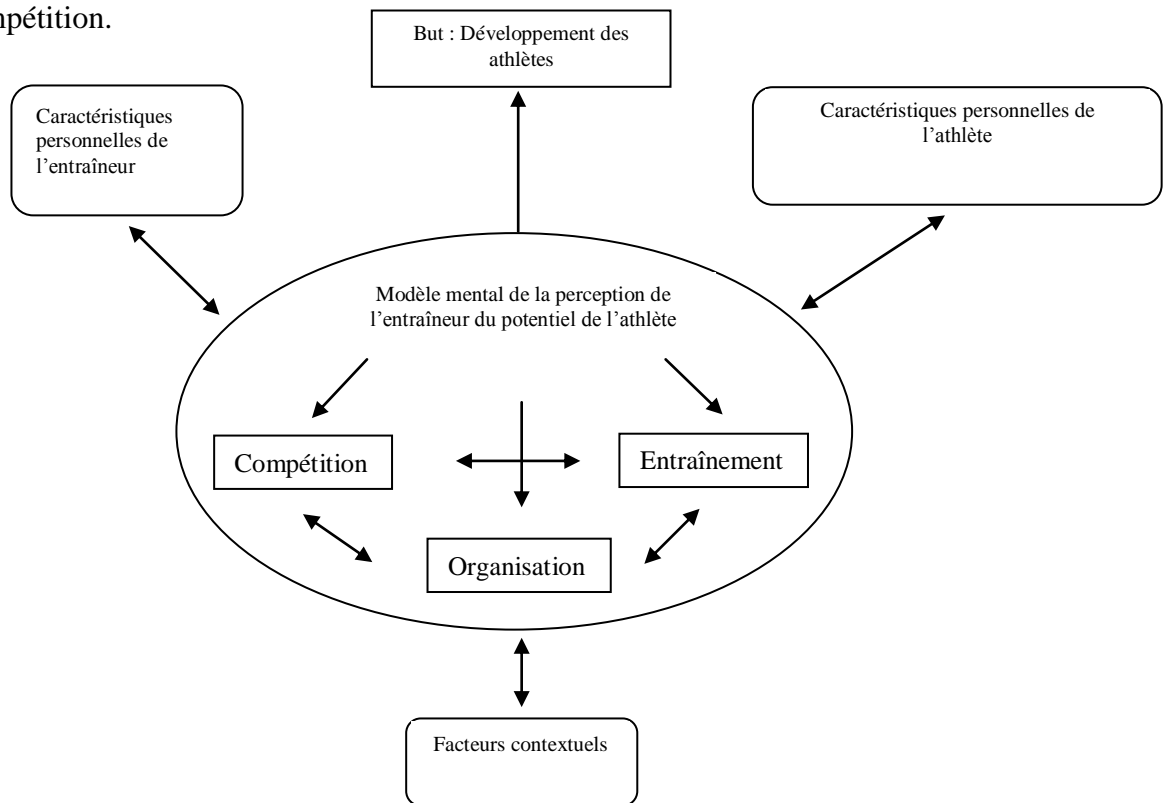


Figure 11. Organisation générale du « Coaching Model » (adapté de Côté et al., 1995, p. 10)

#### *Effets des facteurs contextuels sur la composante Compétition*

La modélisation du processus de coaching ne peut se réaliser indépendamment de la prise en compte des facteurs contextuels (Côté, Young, North, & Duffy, 2007 ; Gilbert, 2007). Plus particulièrement, au niveau de la composante « compétition », Rey et Weiss (2005) ont étudié les effets des facteurs contextuels sur les discours d'avant match des entraîneurs, à partir de scénarios prenant en considération le niveau supposé de l'équipe adverse par rapport à celui de leur propre équipe. Leurs résultats mettent en évidence qu'en situation supposée favorable l'équipe adverse est totalement négligée dans les propos de l'entraîneur. Celui-ci s'exprime principalement pour motiver son équipe afin que les joueurs ne se laissent pas aller dans une situation qui pourrait leur apparaître facile. Ainsi le discours est axé sur sa propre équipe, ses

qualités ou celles qu'elle doit éventuellement adopter. Au contraire, lorsque l'adversaire est de niveau égal ou supérieur, l'entraîneur utilise beaucoup plus les effets classiques de la catégorisation sociale : l'adversaire est décrit de manière négative. L'incertitude du résultat, nécessairement envisagée par l'entraîneur, facilite l'expression de la discrimination entre les équipes (Grieve & Hogg, 1999). Toutefois, à notre connaissance, aucune étude ne s'est focalisée sur les effets de la différence de niveau entre les équipes et les propos réellement tenus par les entraîneurs durant les rencontres elles-mêmes.

### **La Dimension Interactive de la Composante Compétition.**

Certains aspects du modèle n'ont pas encore été notablement explorés au plan empirique, et en particulier, la dimension interactive de la composante « compétition » en elle-même, ainsi que ses interactions avec les facteurs contextuels. Ceci semble paradoxal en sports collectifs, alors même que, du fait des nombreuses prises de décisions et des différentes consignes données aux joueurs, les compétences de l'entraîneur dans la gestion des athlètes lors de cette phase de compétition apparaissent centrales (Horton, Baker, & Deakin, 2005).

A notre connaissance, seules quatre études essentiellement descriptives ont enregistré les communications des entraîneurs en situation réelle, durant la phase interactive de compétition (Bothelo, Mesquita, & Moreno, 2005 ; Cloes, Delhaes, & Piéron, 1993 ; Giazitzi, Zetou, Michalopoulou, & Aggelousis, 2007 ; Hagemann, Strauss, & Büsch, 2008). Ces études ont rapporté des résultats parfois divergents. En effet, pour Bothelo et al. (2005) les entraîneurs donnent plus de consignes collectives qu'individuelles alors que Cloes et al. (1993) enregistrent 50,3% de consignes individuelles et 28,4% de consignes collectives. De leur côté, les résultats présentés par Hagemann et al. (2008) révèlent des propos destinés à un seul joueur comparables à ceux destinés à l'ensemble du collectif et proches de 30%. Il en est de même pour les contenus des discours enregistrés : Giazitzi et al. (2007) indiquent que le discours est relié aux aspects tactiques (50,85%), à la motivation et aux facteurs psychologiques (26,70 %), aux aspects

techniques (2,84 %) ; par contre dans les résultats présentés par Cloes et al. (1993) plus du tiers du discours de l'entraîneur comporte une dimension affective, un peu plus du quart des interventions a pour objectif de motiver les joueurs, et un peu moins de 10% des interventions sont orientées sur les conseils tactiques ou techniques. Enfin, Hagemann et al. (2008) enregistrent approximativement 42% du contenu de ces communications comme des consignes techniques, 20% comme des informations concernant l'adversaire, 10% comme des encouragements et 8% comme des critiques. Des résultats plus homogènes apparaissent cependant à propos des communications adressées aux remplaçants [13,7% pour Cloes et al. (1993), et 15% pour Hagemann et al. (2008)].

Les travaux réalisés sur les processus cognitifs des entraîneurs de sports collectifs en situation de compétition sont avant tout réalisés à partir de méthodes de recueil des données indirectes [technique du rappel stimulé (e.g., Gilbert, Trudel, & Haughian, 1999 ; Wilcox & Trudel, 1998) ; entretiens semi-directifs (e.g., Smith & Cushion, 2006) ; sessions de séquences virtuelles en laboratoire (e.g., Hagemann et al., 2008) ; et technique de rappel stimulé couplé avec entretien semi-directif (e.g., Debanne & Fontayne, 2009)]. Les principaux résultats de ces différents travaux montrent que le processus de prise de décision de l'entraîneur est orienté vers quatre catégories (manque de discipline du ou des joueurs ; informations et/ou feedbacks données au(x) joueur(s) ; motivation ; organisation de l'équipe). De plus, il est multifactoriel (2,6 à 3,2 facteurs en moyenne), et inclut des renseignements contextuels du jeu (e.g., score, temps) et les caractéristiques personnelles de leurs joueurs. Lorsque les entraîneurs parlent à leurs joueurs leurs propos concernent à 11,4% le manque de discipline du ou des joueurs, 24,3% à la motivation, 58,6% les informations et/ou feedbacks données au(x) joueur(s), et 5,7% à l'organisation (Gilbert et al., 1999). Deuxièmement, la conduite adaptée dans les situations spécifiques à l'activité dépend aussi de la compétence à résoudre des problèmes complexes dans des situations plus générales (Smith & Cushion, 2006 ; Hagemann et al., 2008). Troisièmement,

Smith et Cushion (2006) ont montré que les entraîneurs de football ont une activité cognitive intense durant le jeu et restent souvent silencieux pour n'intervenir que de temps en temps avec des consignes associées à des félicitations et des encouragements. Enfin, s'appuyant sur la théorie du contrôle (Carver & Scheier, 1982), de récents travaux (voir Debanne & Fontayne, 2009) ont mis en évidence, au sein de la phase interactive de la composante « compétition », un fonctionnement hiérarchisé en six niveaux de tâches à gérer par l'entraîneur de handball de haut niveau international, à savoir : (i) l'engagement physique des joueurs ; (ii) la gestion du rapport de force collectif pour faire basculer le rapport d'opposition en faveur de son équipe, tâche la plus importante d'un point de vue stratégique ; (iii) la gestion des rapports de force individuels ; (iv) la gestion des arbitres, pour lesquels l'entraîneur va essayer d'influencer leurs décisions. Enfin, quand le gain du match est acquis, l'entraîneur peut se préoccuper de (v) gérer les ressources énergétiques de ses joueurs, et (vi) réaliser une éducation technico-tactique des remplaçants. Ce fonctionnement hiérarchique signifie une relation d'inclusion où la mise en œuvre d'un niveau supérieur implique la maîtrise dans les niveaux sous-jacents.

Ainsi, selon nous, les principales limites des études effectuées à partir des communications réelles des entraîneurs durant la compétition se trouvent dans (1) l'absence de la prise en compte des facteurs contextuels dans lesquels se déroulent ces compétitions et (2) l'absence d'adossement à l'un des différents modèles de l'activité des entraîneurs. La présente étude, effectuée sur la base d'un corpus issu de propos réels d'entraîneurs en compétition, tente de dépasser ces deux limites par la prise en considération de la différence de niveau entre les équipes comme facteur contextuel et en s'appuyant sur les différentes tâches de l'activité de l'entraîneur de handball dans la Composante Compétition du Coaching Model, identifiées par (Debanne & Fontayne, 2009). De plus son originalité réside aussi, selon nous, dans le niveau des entraîneurs (professionnels) et des joueurs (1<sup>ère</sup> Division, soit le plus haut niveau national), ainsi

que dans l'activité (le handball) qui, à notre connaissance, n'a été étudiée que par Hagemann et al. (2008).

Dans le cadre du présent article, nous poursuivrons trois objectifs principaux :

- (1) mettre ces différentes tâches de l'activité de l'entraîneur à l'épreuve, sans toutefois préjuger d'une éventuelle hiérarchie (Debanne & Fontayne, 2009). Cela consiste donc à savoir si les résultats antérieurs peuvent être : (a) répliqués, et (b) généralisés à d'autres niveaux d'expertise ? Ainsi, cette étude devrait de nouveau mettre en évidence les six niveaux mentionnés plus avant comme préoccupations de l'entraîneur, mais également n'en mentionner aucun autre.

- (2) évaluer l'interaction entre un facteur contextuel, la différence de niveau entre les deux équipes, et la gestion par l'entraîneur.

- (3) préciser le contenu de chacun des différents niveaux de l'activité de l'entraîneur relatif à la phase interactive de la composante compétition afin de présenter un modèle de fonctionnement de l'entraîneur lors de cette phase.

De manière opérationnelle, en accord avec les travaux précédemment évoqués, nous nous attendons à ce que l'activité des entraîneurs dans la gestion de la phase interactive du match s'organise autour de six pôles, à savoir : (1) l'engagement physique des joueurs, (2) la gestion du rapport de force collectif, (3) la gestion des rapports de force inter-individuels, (4) la gestion des arbitres, (5) la gestion énergétique des joueurs et (6) l'éducation technico-tactique des remplaçants. D'autre part, nous nous attendons à relever des éléments favorisant la discrimination envers l'adversaire lorsque le rapport de force est équilibré. Ceci pourrait se concrétiser par des propos relatifs au combat physique nécessaire pour lutter contre celui-ci. La gestion de l'engagement physique des joueurs serait alors mise en avant dans le discours de l'entraîneur.

### **Méthode**

## **Participants et Procédure**

Trois entraîneurs d'équipes masculines de la région parisienne évoluant dans la Ligue Nationale de Handball (championnat professionnel, correspondant au plus haut niveau national) ont été sollicités par téléphone pour participer à l'étude ( $M_{\text{âge}} = 39$  ans ;  $ET = 2,64$ ). À cette occasion, il leur a été demandé de nous indiquer leur ancienneté comme entraîneur à ce niveau ( $M_{\text{expérience}} = 4,70$  ;  $ET = 3,06$ ) et s'ils nous autorisaient à effectuer des enregistrements audio de leurs communications lors des matchs. Les entraîneurs étaient informés, dans un souci de confidentialité et de conservation de leur anonymat, que le temps de présentation de ces données serait décalé de leur temps de recueil d'au moins une saison sportive et qu'aucune indication les concernant ne serait présentée.

## **Recueil des Données**

Durant la saison 2007/08, entre la neuvième et vingtième journée du championnat de France de 1<sup>ère</sup> Division de la Ligue Nationale de Handball le premier entraîneur a été suivi sur trois matchs à domicile, le second sur trois matchs (deux à domicile et un à l'extérieur) et le troisième sur un match à domicile et un à l'extérieur. Les entraîneurs n'ont toutefois pas souhaité être équipés d'un micro-cravate afin de ne pas être dérangés outre mesure. Aussi, nous ne pouvions enregistrer l'intégralité du discours durant le match (difficulté à suivre l'entraîneur dans ses déplacements sans le gêner). C'est pourquoi, nous sommes nous limités à l'enregistrement des phases de temps-morts d'équipe et de pause (dans les vestiaires) entre les deux mi-temps [c'est durant ces phases particulières que les échanges verbaux entraîneur-joueurs sont les plus nombreux (Duke & Corlett, 1992)] pour lesquelles nous chargeons un membre du staff médical de disposer un micro près de l'endroit où parlait l'entraîneur. À l'issue de ces 8 matchs nous avons retranscrit les enregistrements de chacun d'eux. La totalité du corpus comprenait 17 feuillets.

Le classement respectif des équipes dans le championnat au moment de la rencontre et le score final de la rencontre constituent des facteurs contextuels qui permettent de préciser la différence de niveau présumée (classement respectif des équipes) et réelle (score final) entre les deux équipes (Tableau 2). Quatre matchs (matchs 1-4) sont a priori très déséquilibrés puisqu'ils opposent des équipes situées aux extrémités du classement du championnat ( $M_{\Delta \text{ Classement}}=13,75$ ,  $ET=0,96$ ), où l'équipe observée est trois fois en situation dominée et une fois en situation dominante. Les résultats de ces matchs ont tous été conformes à la hiérarchie présumée ( $M_{\Delta \text{ score}}=5,75$  ;  $ET =1,90$ ). Quatre autres matchs (matchs 5-8) étaient a priori beaucoup plus équilibrés puisqu'ils opposaient des équipes classées dans la même moitié du championnat ( $M_{\Delta \text{ Classement}}=3,75$ ,  $ET =3,40$ ). Les résultats réels de ces matchs ( $M_{\Delta \text{ score}}=3,00$  ;  $ET =2,40$ ) confirment cette homogénéité de niveau.

Tableau 2 : Présentation des contextes d'opposition des différents matchs

	Score final (équipe observée / équipe adverse)	$\Delta$ Score final	Classement de l'équipe observée	Classement de l'équipe adverse	$\Delta$ Classement
Match 1	18-21	3	Dernier	2 <sup>ème</sup>	14
Match 2	27-20	7	3 <sup>ème</sup>	Dernier	13
Match 3	20-27	7	Dernier	3 <sup>ème</sup>	13
Match 4	23-29	6	Dernier	1 <sup>er</sup>	15
Match 5	19-18	1	8 <sup>ème</sup>	Dernier	8
Match 6	23-22	1	8 <sup>ème</sup>	9 <sup>ème</sup>	1
Match 7	19-23	4	8 <sup>ème</sup>	3 <sup>ème</sup>	5
Match 8	23-29	6	3 <sup>ème</sup>	4 <sup>ème</sup>	1

### Analyse des Données

La première étape a consisté à effectuer, selon la procédure proposée par Bos et Tarnai (1999), et à partir des six catégories relatives aux tâches de l'entraîneur de handball durant la phase interactive de la compétition, une analyse de contenu déductive des retranscriptions des discours des huit matchs. Celle-ci a révélé l'absence des catégories « gestion de l'arbitrage » et « éducation technico-tactique » des remplaçants car, pour cette dernière, la méthode de recueil des données ne permet pas de préciser si l'entraîneur s'adresse à un remplaçant ou un joueur sur

le terrain. Dans un second temps, une approche inductive a permis de construire les thèmes de premier et deuxième ordre (voir Tableau 3). Cette conjugaison d'approche déductive et inductive permet d'utiliser un cadre d'analyse flexible qui rend possible son enrichissement par les données empiriques de l'étude. C'est pourquoi elle est désormais recommandée par de nombreux auteurs dans le cadre des approches qualitatives (e.g., Guba, 1990 ; Miles & Huberman, 1994 ; Schwandt, 1997). Au cours de ces deux étapes, chaque unité sémantique ( $N = 365$ ) a été répartie, dans un seul et même des vingt deux thèmes de 2<sup>ème</sup> ordre (voir Tableau 3). Lors de cette deuxième phase, des items relatifs notamment à la concentration, au contrôle des distractions (catégories présentes dans le questionnaire des habiletés mentales OMSAT 3 de Durand-Bush, Salmela, & Green-Demers, 2001) ont été regroupés dans « engagement mental des joueurs ». C'est pourquoi nous avons finalement décidé de modifier l'appellation de la catégorie « engagement physique des joueurs » en lui ajoutant l'adjectif mental. A partir de cette catégorie quatre thèmes de 1<sup>er</sup> ordre (2 relatifs à l'engagement physique et 2 relatifs à l'engagement mental) ont été retenus.

Dans une troisième étape nous avons voulu déterminer l'effet d'un facteur contextuel (la différence de niveau entre les équipes) sur la gestion des différentes tâches par l'entraîneur au cours du match. Pour cela, nous avons différencié les retranscriptions de chacun des huit matchs, et considéré ensuite le facteur contextuel comme variable indépendante (différence de niveau faible entre les équipes : équilibrée ; différence de niveau importante entre les équipes : déséquilibré). Une rencontre a été considérée comme équilibrée lorsque les deux équipes étaient proches au classement du championnat et/ou le score final n'a pas laissé apparaître une domination particulièrement nette d'une équipe. Pour réaliser les analyses statistiques, il a été décidé d'effectuer une série de comparaisons non-paramétriques ( $U_{\text{Mann-Whitney}}$ )<sup>2</sup> avec comme

<sup>2</sup> Ce choix a été fait car les conditions d'application d'un test ANOVA à mesures répétées (ou pour une MANOVA) ne sont pas respectées pour nos données. Premièrement, le nombre de matchs ( $n=4$ ) par facteur contextuel n'est pas suffisant pour permettre une distribution normale des variables et, en second lieu, les données ne sont pas



variable indépendante le contexte de la rencontre (déséquilibré *versus* équilibré) et comme variables dépendantes la fréquence<sup>3</sup> d'occurrences pour chaque catégorie. Une série d'analyses complémentaires a été réalisée pour les thèmes de second ordre à l'intérieur de chaque catégorie lorsque la différence globale était significative.

### **Fiabilité du Codage**

Chaque unité sémantique ayant été réparties par le premier auteur, trois autres codeurs (deux hommes et une femme âgés respectivement de 55, 42 et 38 ans, enseignants de sports collectifs et expérimentés dans les approches qualitatives) ont ensuite effectué ce même travail. L'indice Kappa (*k*) multivarié (Watkins, 2002) mesurant le degré d'agrément inter-codeurs a révélé un degré d'accord suffisant pour attester d'une fiabilité de codage satisfaisante ( $k = 0,659$  ;  $z = 83,44$ ,  $p < .0001$  ; voir Tableau 3).

## **Résultats**

### **Les Différentes Tâches de l'Entraîneur lors de la Phase Interactive de la Compétition**

D'un point de vue quantitatif, le nombre d'interventions à propos de l'engagement physique et mental des joueurs, la gestion du rapport de force collectif et la gestion des rapports de force inter-individuels met en évidence l'importance majeure de ces trois tâches sur les six initialement répertoriées. Toutefois, le nombre de communications visant à faciliter la gestion des rapports de force inter-individuels (12,1%) est bien moins importante que pour les deux premières tâches [i.e., engagement physique et mental (35,6%), et gestion du rapport de force collectif (45,3%)]. La gestion des ressources énergétiques des joueurs semble, quant à elle, avoir une place quasi-inexistante (0,82%) (voir Tableau 3).

#### **La gestion du rapport de force collectif.**

---

indépendantes (en effet, lorsque l'occurrence des unités sémantiques d'une catégorie augmente, l'occurrence des unités sémantiques dans les autres catégories diminue nécessairement).

<sup>3</sup> Ce choix a été fait pour faire contrôler la différence de longueur du discours de chacun des entraîneurs.

Lorsqu'ils cherchent à gérer le rapport de force collectif (codé A), les entraîneurs agissent selon quatre axes. Ils modifient les systèmes de jeu (A1) : « *En défense, on va passer en 0-6.* » (A1) ; « *On prend Power et le 14 : JC et Mohammed, les autres : 4 alignés.* » (A1). Ils énoncent également des généralités sur les intentions collectives (A2) soit sur le plan offensif (A21), soit défensif (A22) en fonction du contexte de jeu (score et temps restant) et des conditions d'arbitrage : « *On est obligé de prendre des risques. Donc quand ils viennent vers vous, surtout pas de fautes* (A22). *Et en attaque, il faut aller au tir vite* » (A21). « *Les arbitres tolèrent qu'on joue longtemps en attaque. Attaquons longtemps !* » (A21). Les entraîneurs sont également susceptibles de proposer des solutions tactiques (codé A3) : « *Sur la 3-2-1, jouez avec le pivot extérieur et rejouez sur l'ailier: rotation extérieure.* » (A31). Ils peuvent également modifier la composition de l'équipe (A4) : « *En attaque : en attaque, on joue avec Mohammed, JC, Salim, Teddy, Steve, Willy et Séb.* ».

Tableau 3: Analyse de Contenu des Retranscriptions (\*  $p < .05$  ; \*\*  $p < .001$ )

Catégories	Thèmes de 1 <sup>er</sup> ordre	Thèmes de 2 <sup>ème</sup> ordre (exemple)	Code	N (%)	Kappa	z
Rapport de force collectif (46,3%)	Systèmes de jeu	(« En défense, on va passer en 0-6. »)	A1	38 (10,41)	0,755	14,76**
	Généralités sur les intentions coll.	En attaque (« Les arbitres tolèrent qu'on joue longtemps en attaque. Attaquons longtemps ! »)	A21	33 (9,04)	0,715	13,93**
		En défense (« On est obligé de prendre des risques. Donc quand ils viennent vers vous, surtout pas de fautes. »)	A22	26 (7,12)	0,583	11,23**
	Propose des solutions tactiques	En attaque (« Sur la 3-2-1, jouez avec le pivot extérieur et rejouez sur l'ailier: rotation extérieure. »)	A31	43 (11,78)	0,691	13,56**
		En défense (« Savoir qui rentre et qui reste devant. Et quand on reste devant, on va et on reste sur le joueur. »)	A32	27 (7,40)	0,612	11,14**
Compose l'équipe	(« En attaque: en attaque on joue avec Mohammed, JC, Salim, Teddy, Steve, Willy et Séb. »)	A4	3 (0,82)	0,922	9,21**	
Engagement physique et mental des joueurs (35,6%)	Critique l'engagement mental	Dénonce le manque d'Activation (« Vous n'avez pas faim sur ce match »)	B11	8 (2,19)	0,659	9,32**
		Contrôle des distractions, (« Arrêtez de vous lamenter parce que vous prenez des coups ! »)	B12	7 (1,92)	0,721	10,30**
	Critique l'engagement physique	Retard dans le repli défensif (« Le repli les gars, le repli ! On y est pas. Vous dormez ! »)	B21	3 (0,82)	0,282	2,14*
		Recul lors des duels (« C'est pas possible de se faire enfoncer sur chaque engagement des arrières ! »)	B22	4 (1,10)	0,767	7,66**
	Améliore l'engagement physique	Indique ses attentes (« Jouez au ballon. Répondez présents en défense, physiquement. »)	B31	72 (19,72)	0,769	14,41**
		Encourage (« Allez, Allez »)	B32	10 (2,74)	0,799	7,12**
	Améliore l'engagement mental	Responsabilise le(s) joueur(s) (« On est dans la galère donc à nous de régler les problèmes. »)	B41	14 (3,84)	0,413	7,29**
Supprime les causes de l'insuffisance (« Sur le banc, arrêtez de vous exciter sur l'arbitrage. Ça sert à rien. Et vous excitez les mecs qui sont sur le terrain. »)		B42	10 (2,74)	0,680	9,62**	
Rapports de force individuels (12,1%)	Rappel des principes de jeu au poste	En attaque (« L'ailier à l'opposé du ballon est au point de corner. »)	C11	5 (1,37)	0,519	5,35**
		En défense (« les n°1, empêchaient vos ailiers de recevoir la balle. »)	C12	9 (2,47)	0,634	8,34**
	Généralités sur les intentions individ.	En attaque (« Attaque les intervalles. Prends ta balle en mouvement, libère la! Engagement, dégagement. »)	C21	7 (1,92)	0,484	6,45**
		En défense (« Il faut que tu évites qu'il prenne le couloir intérieur. »)	C22	3 (0,82)	0,538	6,65**
	Propose des solutions	En attaque (« JC deux, trois fois tu vas au combat et tu peux lâcher la balle, mais non tu veux insister et je pense que si tu lâches la balle, il y a des solutions derrière. »)	C31	13 (3,56)	0,718	11,89**
En défense (« Séb devant, fait attention à ne pas aller trop vite en haut, surtout sur Valo qui a une grande course intérieure. Donc il faut venir refermer un petit peu. »)		C32	9 (2,47)	0,689	10,64**	
Récupération	(« Asseyez-vous. Récupérez tranquillement. »)	D	3 (0,82)	0,832	8,03**	
Autres	(« Sur cette 1ère mi-temps on entame le match parfaitement. On rentre parfaitement dans le match et on est à plus 3. »)	E	18 (4,93)	0,300	5,41**	

## L'engagement physique et mental

Lorsqu'ils parlent à propos de l'engagement des joueurs (codé B dans l'analyse des données), les entraîneurs critiquent l'insuffisance de l'engagement mental (B1) à partir de deux indicateurs comportementaux [le manque d'activation (B11) ; un contrôle des distractions inopérant qui fait porter l'attention des joueurs sur des éléments extérieurs au jeu lui-même, comme par exemple l'adversaire, l'arbitre ou encore des douleurs personnelles suite à un choc (B12)], et critiquent également l'insuffisance de l'engagement physique à partir de deux indicateurs comportementaux [un retard récurrent dans la phase de repli défensif (B21), un recul récurrent lors des duels (B22)].

*« À chaque fois qu'un ballon traîne, c'est un joueur du PSG qui l'a. À chaque fois ! Vous avez envie mais vous n'avez pas énormément envie. Je ne retrouve pas la faim dans vos yeux. Vous n'avez pas faim sur ce match. Vous le jouez, mais vous n'êtes pas morts de faim. »* (B11).

*« Arrêtez de vous lamenter parce que vous prenez des coups ! »* (B12).

Les entraîneurs ne s'arrêtent pas à ces constats, mais s'emploient à apporter des solutions pour améliorer l'engagement physique des joueurs (codé B3) selon deux modalités : Ils expriment majoritairement leurs attentes (B31) : *« Jouez au ballon. Répondez présents en défense, physiquement. »*. Ils encouragent les joueurs souvent par des injonctions (B32) : *« Allez, allez ! »*.

Pour améliorer l'engagement mental des joueurs les entraîneurs responsabilisent les joueurs et les associent aux problèmes à résoudre, aux solutions à trouver (B41) : *« Montrons que nous avons des ressources. Montrons que nous sommes des garçons solidaires. Montrons qu'on est là beaucoup plus fort qu'eux et qu'on va s'imposer ensemble, en étant rigoureux, en restant solidaires. C'est dans la galère qu'un groupe se soude, qu'un groupe avance. On est dans la galère donc à nous de régler les problèmes. »*. Enfin, ils tentent d'améliorer le contrôle des distractions en supprimant les causes à l'origine de la déconcentration des joueurs sur les

éléments importants de la match (B42) : « *Sur le banc, arrêtez de vous exciter sur l'arbitrage. Ça sert à rien. Et vous excitez les mecs qui sont sur le terrain.* ».

### **Gestion des rapports de force individuels.**

Pour gérer les rapports de force individuels (codé C), les entraîneurs montrent trois possibilités d'interventions en supplément du changement de joueur. Ils rappellent aux joueurs les principes de jeu au poste, en attaque (C11) et en défense (C12) : « *L'ailier à l'opposé du ballon est au point de corner.* » (C11).

Les entraîneurs indiquent également des généralités (C2), en attaque (C21) et en défense (C22), sur les intentions individuelles dans lesquelles ils rappellent des grands principes de jeu et prennent en compte le contexte des sanctions disciplinaires : « *Attaque les intervalles. Prends ta balle en mouvement, libère la ! Engagement, dégagement.* » (C21) ; « *Va le manœuvrer, il va prendre 2 minutes.* » (C21).

Enfin, les entraîneurs vont proposer des solutions (C3) à leurs joueurs en relation avec les situations qu'ils viennent de vivre dans le jeu, dans la phase offensive (C31), dans la phase défensive (C32) : « *JC deux, trois fois tu vas au combat et tu peux lâcher la balle, mais non tu veux insister et je pense que si tu lâches la balle, il y a des solutions derrière.* » (C31).

### **Effet des Facteurs Contextuel sur la Gestion des Tâches Durant la Phase Interactive**

En fonction de l'écart de niveau entre les équipes le contenu du discours de l'entraîneur et par conséquent sa gestion du match diffère ( $p < .05$ ) ; voir Tableau 4) sur deux catégories seulement : la gestion du rapport de force collectif (Catégorie A), et l'engagement physique et mental des joueurs (Catégorie B).

Tableau 4 :

*Fréquence Moyenne d'Apparition des Unités Sémantiques (nombre d'unités entre parenthèses)  
Énoncées par Match en Fonction du Contexte d'Opposition (déséquilibré versus équilibré).*

Catégories	Thèmes de 1 <sup>er</sup> ordre	Code	Contexte déséquilibré	Contexte équilibré	$U_{(8), 4, 4}$	
Rapport de force collectif	Systèmes de jeu	A1	0,17 (28)	0,05 (10)	0*	
	Généralités sur les intentions coll.	A21	0,04 (7)	0,13 (26)	0*	
	Propose des solutions tactiques	A22	0,06 (10)	0,08 (16)	5 <sup>ns</sup>	
	Compose l'équipe		A31	0,18 (29)	0,07 (14)	0*
			A32	0,15 (23)	0,02 (4)	0*
			A4	0,02 (2)	0,01 (1)	7,5
		Total	0,62 (99)	0,35 (71)	0*	
Engagement physique et mental des joueurs	Critique l'engagement mental	B11	0,03 (5)	0,02 (3)	7 <sup>ns</sup>	
		B12	0,01 (1)	0,03 (6)	3,5 <sup>ns</sup>	
	Critique l'engagement physique	B21	0,00 (0)	0,02 (3)	4 <sup>ns</sup>	
		B22	0,01 (1)	0,02 (3)	6 <sup>ns</sup>	
	Améliore l'engagement physique	B31	0,13 (21)	0,24 (51)	0*	
		B32	0,03 (5)	0,03 (5)	4,5 <sup>ns</sup>	
	Améliore l'engagement mental	B41	0,00 (0)	0,07 (14)	4 <sup>ns</sup>	
	B42	0,00 (0)	0,05 (10)	2*		
		Total	0,20 (33)	0,47 (95)	0*	
Rapports de force individuels	Rappelle les principes de jeu au poste	C11	0,03 (4)	0,01 (1)	2,5 <sup>ns</sup>	
		C12	0,05 (7)	0,01 (2)	3,5 <sup>ns</sup>	
	Généralités sur les intentions individuelles.	C21	0,01 (2)	0,02 (5)	6 <sup>ns</sup>	
		C22	0,01 (2)	0,00 (1)	7,5 <sup>ns</sup>	
	Propose des solutions	C31	0,05 (8)	0,03 (5)	4 <sup>ns</sup>	
		C32	0,00 (0)	0,04 (9)	2 <sup>ns</sup>	
		Total	0,15 (23)	0,11 (23)	5 <sup>ns</sup>	
Récupération		D	0,01 (1)	0,01 (2)	7 <sup>ns</sup>	
Autres		E	0,02 (4)	0,06 (14)	3 <sup>ns</sup>	

Note. \*  $p < 0,05$  ; ns = non significatif.

### Gestion du rapport de force collectif.

La fréquence d'apparition des unités sémantiques relative à la gestion du rapport de force collectif est significativement différente selon le contexte d'opposition. En effet, dans un contexte où le rapport d'opposition entre les deux équipes est déséquilibré, la fréquence d'utilisation par les entraîneurs d'unités sémantiques pour la gestion de cette tâche est deux fois

plus importante que lorsque les équipes sont de niveau homogène (0,62 *versus* 0,35<sup>38</sup>). Cette différence se traduit particulièrement au niveau de la gestion des systèmes de jeu (A1), peu utilisée en contexte de rapport d'opposition équilibré (0,17 *versus* 0,05) ; elle se traduit également dans les consignes relatives aux généralités sur les intentions collectives offensives (A21), fortement utilisées en contexte de rapport d'opposition équilibré (0,17 *versus* 0,05) ; et elle se retrouve également sur la proposition de solutions tactiques offensives (A31) et défensives (A32), peu utilisées (offensif : 0,18 *versus* 0,07; défensif : 0,15 *versus* 0,02) en contexte de rapport d'opposition équilibré.

### **Engagement physique et mental des joueurs.**

La fréquence d'utilisation des unités sémantiques relative à l'engagement physique et mental des joueurs est également significativement différente selon les contextes. Dans un contexte où le rapport d'opposition entre les deux équipes est équilibré, celle-ci est de plus du double que lorsque les équipes sont de niveau hétérogène (0,47 *versus* 0,20). Cette différence se traduit particulièrement au niveau de l'indication des attentes de l'entraîneur dans l'engagement physique des joueurs (B31), beaucoup plus utilisée en contexte de rapport d'opposition équilibré que déséquilibré (0,47 *versus* 0,20). Enfin, la responsabilisation des joueurs (B41) pour favoriser l'engagement mental de ces derniers a une fréquence d'occurrence plus importante en contexte d'opposition équilibré qu'en contexte d'opposition déséquilibré (0,07 *versus* 0,00)<sup>39</sup>.

### **Discussion**

Le premier objectif de cette étude était de mettre à l'épreuve les résultats antérieurs relatifs aux différentes tâches de l'activité de l'entraîneur dans sa gestion de la phase interactive

<sup>38</sup>Nous avons reporté les fréquences moyennes plutôt que les rangs moyens car nous pensons que celles-ci ont plus de sens pour le lecteur même si les calculs sont bien entendus effectués sur les rangs dans la série de tests non-paramétriques effectués.

<sup>39</sup> Le lecteur pourra être étonné de voir apparaître la différence de fréquence comme significative ( $z_{\text{ajusté}} = 1,984$ ) alors que d'autres catégories (e.g., B42) marquent des différences de fréquence d'occurrence plus importantes (voir Tableau 3). Nous rappelons que la base de calcul est la différence entre les rangs et c'est en fait le nombre de rangs ex-aequo dans la distribution des données qui est à l'origine de cette apparente distorsion. Nous convenons cependant qu'il nous faudra interpréter cette significativité avec précaution.

de la compétition (Debanne & Fontayne, 2009). Parmi les cinq tâches étudiées (l'éducation technico-tactique des remplaçants n'a pu l'être pour des raisons de méthode dans le recueil des données), la gestion des arbitres n'apparaît pas. Cette absence possède avant tout une raison méthodologique. En effet, les entraîneurs n'étaient pas équipés de micro-cravate, et seuls leurs propos tenus dans les vestiaires à la mi-temps et à proximité du regroupement des joueurs lors des temps-morts d'équipe, ont été enregistrés. Par conséquent, on peut simplement énoncer qu'en ces lieux et moments, les entraîneurs ne communiquent pas avec les arbitres. Par contre, les résultats mettent en évidence que les contenus des discours des entraîneurs sont bien axés autour de quatre tâches principales de l'entraîneur précédemment présentées (i.e., engagement physique, gestion du rapport d'opposition collectif, gestion des rapports d'oppositions individuels ; gestion énergétique des joueurs). La place minime (0,82%) occupée par la gestion énergétique des joueurs ne présume cependant pas d'une préoccupation négligeable de la part des entraîneurs. En effet, cette gestion énergétique des joueurs peut se traduire principalement par des changements de joueurs (sans verbalisation) en dehors des phases étudiées ici (mi-temps et temps-mort d'équipe).

La quasi-totalité des retranscriptions ont pu être réparties dans les différentes catégories correspondant aux différentes tâches de l'entraîneur. En effet, la catégorie « Autres » ne représentant que 4,93% de notre corpus (voir Tableau 3) et son contenu est principalement centré sur des aspects factuels servant à la description des événements du match (e.g., « *Sur cette lère mi-temps on entame le match parfaitement. On rentre parfaitement dans le match et on est à plus 3.* »). Ainsi ces données semblent soutenir le modèle de l'activité de l'entraîneur présenté en confirmant l'absence d'autres tâches que celles précédemment identifiées. Toutefois ce soutien reste partiel car les données ne permettent pas de confirmer la nature hiérarchique des dimensions proposées, ni même l'exhaustivité des dimensions initialement proposées.



Même si comparer les résultats de cette étude à ceux des études précédentes est assez difficile dans la mesure où les méthodes d'analyses utilisées et les activités physiques support (hockey sur glace, volley-ball) sont très différentes, certains sont assez proches de ceux présentés dans des études antérieures. En effet, 35,6% des propos des entraîneurs cherchent à améliorer l'engagement physique et mental des joueurs [Gilbert et al. (1999) relèvent que 35,7% concernent la motivation et/ou le manque de discipline ; Cloes et al. (1993), ainsi que Giazitzi et al. (2007) relèvent qu'un peu plus du quart des interventions ont pour objectif de motiver les joueurs]. De même, la part du corpus concernant la gestion par les entraîneurs des rapports d'oppositions individuels et/ou collectifs est de 58,4%, alors que pour leur part Gilbert et al. (1999) trouvent que 58,6% des propos sont relatifs à des informations et/ou feedbacks données au(x) joueur(s), tandis que Giatzi et al. (2007) relèvent que 53,69 % des propos tenus renvoient aux aspects technico-tactiques du jeu. Toutefois, ces résultats sont discordants avec ceux présentés par Cloes et al. (1993) qui trouvent qu'un peu moins de 10% des interventions sont orientées sur les conseils tactiques ou techniques.

Le deuxième objectif de l'étude était d'examiner l'interaction entre la différence de niveau entre les deux équipes, et la gestion par l'entraîneur de la dimension interactive du match. L'hypothèse avait été faite de relever, dans un contexte d'opposition équilibrée, des éléments favorisant la discrimination envers l'adversaire que révéleraient, par exemple, des propos relatifs au combat physique. Les résultats confirment cette hypothèse et sont consistants avec ceux de Rey et Weiss (2005). En effet, dans un contexte équilibré, les entraîneurs s'expriment préférentiellement sur leurs attentes relatives à l'engagement physique des joueurs (24%). De plus, et toujours dans ce contexte de rapport de force équilibré, les entraîneurs communiquent davantage sur les intentions de jeu relatives à la phase offensive. Cette communication sur les intentions de jeu peut s'expliquer par la volonté de favoriser la synergie de l'ensemble des joueurs sans pour autant restreindre leur spontanéité individuelle, leur liberté d'adaptation. Par

contre, lorsque la différence de niveau est importante et que le déroulement du match confirme la domination du plus fort, les entraîneurs se focalisent sur leurs propres joueurs. Ils alternent davantage leurs systèmes de jeu et leur demandent d'effectuer des actions très précises en attaque comme en défense. Deux raisons semblent pouvoir expliquer cela : (i) en situation de dominés, les joueurs sont en situation difficile et l'entraîneur va alors tenter de leur apporter une aide la plus précise possible sur le jeu qu'ils ont l'habitude de pratiquer [Il s'agit ainsi de guider le plus favorablement possible les actions des joueurs dans un contexte où l'opposition est particulièrement difficile], et (ii) en situation de dominants, l'entraîneur profite de cet avantage pour « faire travailler » ses joueurs en leur demandant d'effectuer des actions de jeu particulières qu'ils devront particulièrement bien maîtriser lorsque le contexte sera plus difficile. Ainsi, dans ce contexte de différence de niveau importante entre les deux équipes, les entraîneurs seraient davantage orientés par des buts de maîtrise (Ames, 1984 ; Roberts, 1992) que de performance (Dweck, 1986). Ces résultats apparaissent opposés à ceux de Rey et Weiss (2005) qui ne montraient pas de différences quand l'adversaire était supposé de niveau égal ou supérieur. Ici, confrontés à la réalité du match, les entraîneurs en situation de dominés préfèrent choisir un but de maîtrise (e.g., se centrer sur la mise en place d'habiletés collectives, de systèmes de jeu) plutôt que de performance (i.e., gain de la rencontre), forcés de reconnaître son inaccessibilité. Il conviendrait toutefois de confirmer cela par un nombre plus importants de matchs dans ce contexte, et surtout en situation d'entraîneur dominant.

Enfin, le troisième objectif consistait à préciser le contenu de chacune des différentes tâches de l'activité de l'entraîneur durant la phase interactive de la composante « compétition » afin de présenter un modèle de l'activité de l'entraîneur lors de la cette phase. Suite aux résultats de cette étude, confrontés et intégrés aux précédents travaux de Debanne et Fontayne (2009) qui mettaient en évidence un fonctionnement hiérarchisé, nous proposons un modèle de l'activité de

l'entraîneur dans sa gestion de la phase interactive dans un contexte où le niveau entre les deux équipes est homogène (voir Figure 12).

Il semble en effet que quelque soit le contexte du match (score, temps), dans la mesure où le sort du match n'est pas encore scellé, si le diagnostic de la situation effectué par l'entraîneur lui nécessite d'agir sur tel ou tel niveau particulier (gestion du rapport de force collectif par une modification du système de jeu défensif par exemple) cela ne sera réalisé qu'en veillant, même de manière parcellaire, à ce que les niveaux supérieurs et plus particulièrement l'engagement physique et mental des joueurs, soient contrôlés. C'est pourquoi la quasi-totalité des interventions des entraîneurs sont ponctuées par une phrase d'encouragement et/ou cherchant à générer la motivation des joueurs.

Toutefois, les données à partir desquelles ont été obtenus ces résultats (non sur la durée totale des matchs mais uniquement sur les phases de temps-morts d'équipe et de période de mi-temps) et le nombre réduit de matchs ( $n = 8$ ) limite par conséquent le nombre d'observations par contexte équilibré/déséquilibré. C'est pourquoi ces résultats nécessitent d'être reproduits et développés. De plus, la méthode employée pour le recueil des données ne permet pas non plus de déterminer à qui s'adresse l'entraîneur et notamment s'il parle au meneur de jeu. Toutefois, à aucun moment nous n'avons recueilli des propos sollicitant l'avis d'un joueur quel qu'il soit. Le meneur de jeu est-il pleinement responsable du jeu (du moins pour ce qui concerne la phase offensive) ? Agit-il alors comme interface entre l'entraîneur et l'équipe, comme cela a été montré pour un entraîneur de « top » niveau mondial (Debanne & Fontayne, 2009) ? Dans ce cas, des connaissances communes entre le meneur de jeu et l'entraîneur apparaissent indispensables (Berthier, Farget, Massarelli, & Chabaud, 2009).

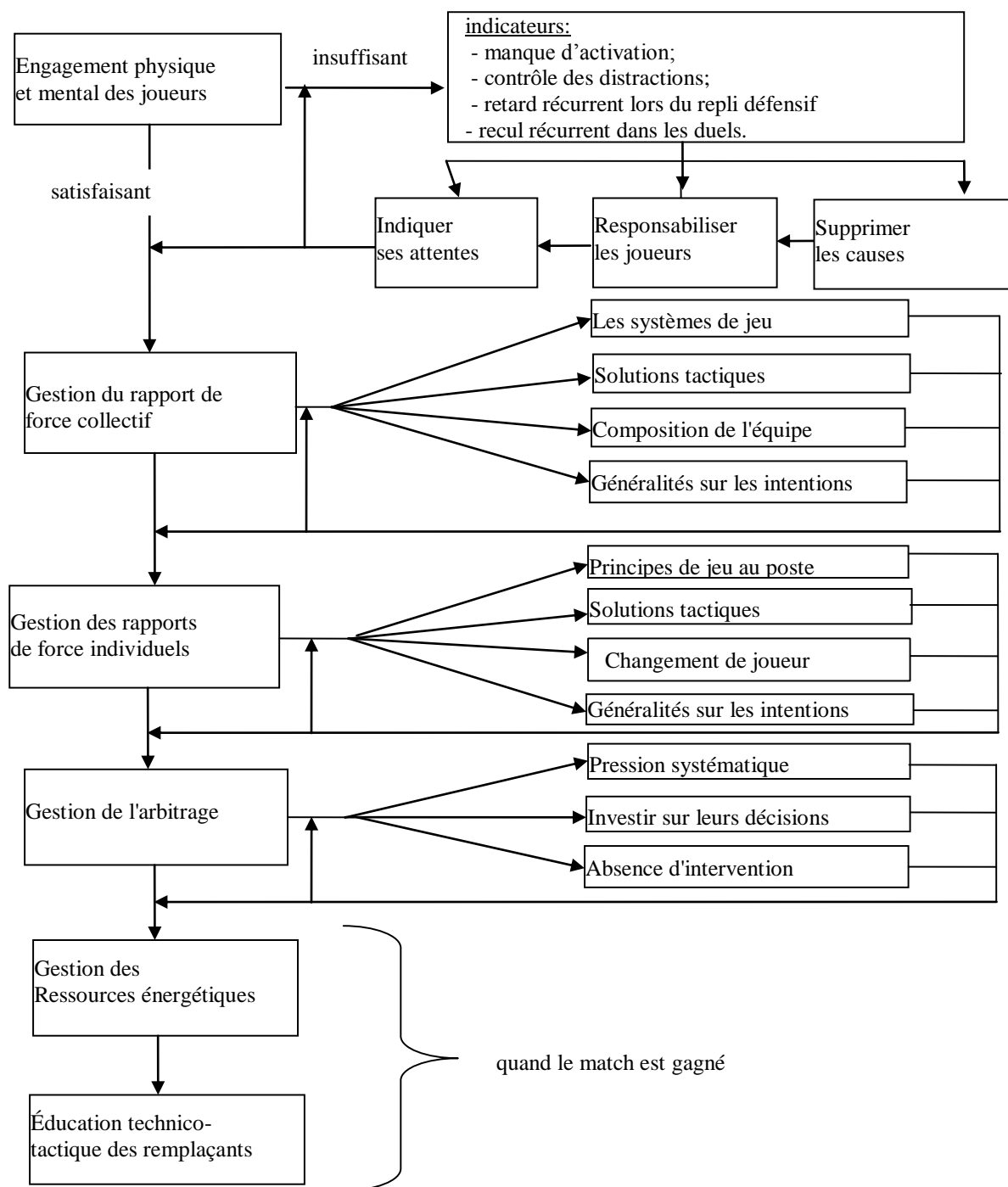


Figure 12. Modèle hypothétique de l'activité (gestion des tâches) de l'entraîneur lors de la phase interactive de compétition dans un contexte où le niveau entre les équipes est homogène.

### Conclusion

Les résultats de cette étude, obtenus à partir de l'enregistrement des communications verbales d'entraîneurs professionnels de handball durant les phases de temps-morts d'équipe et

de mi-temps, mettent en évidence les effets de la différence de niveau entre les équipes sur les communications de l'entraîneur et répondent à la nécessité d'apporter des données empiriques pour modéliser l'activité de l'entraîneur durant la phase interactive de la compétition (Gilbert et al., 1999). Toutefois, ce modèle est encore à compléter. Dans cette perspective, nous encourageons la réalisation de travaux qui utilisent les communications verbales effectuées dans les situations réelles et sur la totalité de la durée de la match, et selon plusieurs axes : (i) en relation directe avec la tâche de gestion du rapport de force collectif, il nous apparaît particulièrement intéressant d'étudier la relation entraîneur – meneur(s) de jeu, (ii) la tâche de gestion de l'arbitrage pourrait être appréhendée par des analyses de contenu des communications verbales et/ou comportementales de l'entraîneur envers les arbitres, et (iii) la relation entre les membres du staff technique : quel est le contenu de leur communication ? Comment s'organisent-ils pour faire passer leurs messages aux joueurs ? Autant de perspectives qui mettent en évidence la nécessité de poursuivre les recherches en ce domaine.

### 3. Gérer la performance de l'équipe par la construction de structures de connaissances

Debanne, T. & Fontayne, P. (soumis). Team cognition: Information provided by professional handball coaches to their players during official matches. *The Sport Psychologist*.

#### **Abstract**

The main goal of this study, based on research on team effectiveness, was to explore the coach's role in managing his team's team cognition in a play situation. Our analysis focused on characterizing the information contained in the overt communication addressed to the players during official games and allowing them to acquire or update knowledge structures. We used a deductive content analysis crossing mental models (task-work and teamwork) with knowledge (declarative and procedural). The results showed that (a) procedural information was used more often than declarative information, (b) two main effects (game periods and score) were identified in the information provided by coaches, and (c) procedural and task-work-related information was provided to a larger panel of players, with the playmaker being the focus of teamwork-related information.

*Keywords:* coaching, distributed cognition, naturalistic decision-making, teamwork mental model, task-work mental model

Coaching is dynamic and chaotic (Bowes & Jones, 2006), generated by on-going events, and cannot be explained using a linear and rationalistic approach (Bowes & Jones, 2006; Cushion, Armour, & Jones, 2003; Jones, 2000; Jones & Wallace, 2005; Potrac, Brewer, Jones, Armour, & Hoff, 2000; Potrac & Jones, 1999). However, the expert coaches' practices are likely to show some regularity, and follow generic rules, or heuristics (Lyle, 2007). This suggests that some contextual factors impact coach's activity. Competitive team sport situations (i.e., the match) are also considered as dynamic (e.g., Debanne, Angel, & Fontayne, in press; Fiore & Salas, 2006; Hagemann, Strauss, & Büsch, 2008; Macquet, 2009) in which the state of the process can change irrespective of operator action (Cellier, Eyrolle, & Mariné, 1997).

The present study is based on two complementary theoretical approaches, i.e. dynamic decision-making and team cognition. In a literature review comparing novices and experts in a dynamic situation, Cellier et al. (1997) pointed out experts' greater skill in anticipating future events. Therefore, the player's capacity to anticipate seems play an important role in performance. The team cognition approach focuses on how cognitive activity is shared or distributed amongst two or more interdependent individuals in the context of a complex and dynamic setting (Cooke, Gorman, & Winner, 2007). It refers to some of the processes that enable a team to function harmoniously, and can be investigated with a focus on the communication processes that occur during the course of coordination (e.g., Cooke et al., 2007; Fiore & Salas, 2004). Thus, we investigate information contents expressed by coaches during the match aimed at improving players' capacities to anticipate their teammates' or opponents' upcoming behaviors.

### **Presentation and Types of Mental models**

Mental models are organised knowledge structures that allow individuals to generate expectancies and plan future courses of action (Klein & Hoffman, 2008), to recognise and

remember relationships among components of the environment, to construct expectations for what is likely to occur next (Rouse & Morris, 1986), to draw inferences, make predictions, and finally experience events vicariously (Johnson-Laird, 1983). Team sport players therefore need to use mental models. Although mental models are an individual-level phenomenon, to enhance what we know about shared understanding in teams, researchers have borrowed the term mental model from cognitive psychology and examined the extent to which mental models are similar among team members (e.g., Cannon-Bowers, Salas, & Converse, 1993; Klimoski & Mohammed, 1994; Mathieu, Heffner, Goodwin, Cannon-Bowers, & Salas, 2005). The concept of shared mental models (SMMs) refers to an organised understanding of knowledge that is shared by a team (Cannon-Bowers et al., 1993; Mathieu, Heffner, Goodwin, Salas, & Cannon-Bowers, 2000; Smith-Jentsch, Mathieu, & Kraiger, 2005). It fosters mutual expectations that allow players to coordinate and make predictions about their teammates' behavior and needs (Cannon-Bowers et al., 1993). Its function is to allow team members to draw on their own well-structured knowledge as a basis for building their situated situation model, and subsequently for selecting actions that are consistent and coordinated with those of their teammates (Mathieu et al., 2000). In sport sciences, Reimer, Park and Hinsz (2006) consider shared mental models as ways by which team members organise their views of their sport, their opponents, their tasks and their interactions with their teammates.

However, some authors, in organizational settings, have argued that there are many situations in which mental models are more efficiently distributed amongst group members than shared by them (e.g., Banks & Millward, 2009). Indeed, many groups, especially in real world contexts, do not need to share knowledge, because they need distinct roles or expertise and thus cannot fully share an understanding of the task. As a result, the concept of distributed mental model has provided a basis for understanding high-level cognition in distributed systems, specifically cognition that relies on mental models including reasoning, naturalistic decision-



making, the cognitive basis of teamwork, etc. (Banks & Millward, 2009). This standpoint is of interest for sport science studies, in that sport teams are usually organised in such a way that roles have been defined. Some studies in team sport context support the idea that mental models are more efficiently distributed amongst group members than shared by them. Indeed, Bourbousson, Poizat, Saury and Sève (2010) revealed that in the dynamics of the match situation and at the level of activity that was meaningful for the players, mutuality was infrequently observed and team coordination was not based primarily on this mechanism. Players were often engaged in dealing with a direct opponent or interacting with certain preferred partners, leaving little time for interaction with teammates in a mutual or exhaustive manner. Bourbousson, Poizat, Saury and Sève (2011) highlighted that mobilised knowledge was rarely shared by all members of the team. Furthermore, Debanne and Fontayne (2009) showed specific exchanges on team organization between top-level handball coach and his playmaker. These results indicate the importance of local sharing of understanding, albeit only amongst certain players.

### **Types of Mental Models and Types of Knowledge**

For many years, the theoretical literature on SMMs in organizational settings has maintained that teams hold multiple mental models (Cannon-Bowers et al., 1993). Although several types of SMMs exist (e.g., Cannon-Bowers et al., 1993, Mathieu et al., 2000) focused on (a) task-work mental models, where team members hold a common schema of the task itself along with an understanding of how the environment may influence the task demands, and (b) teamwork mental models, which includes a shared understanding amongst team members and how they will interact with each other. This taxonomy has been highlighted as the most frequently used and fruitful in the literature on team cognition (Uitdewilligen, Waller, & Zijlstra, 2010), as mobilised in various empirical studies (e.g., Cooke et al., 2003; Lim & Klein, 2006; Mathieu et al., 2000).

According to Banks and Millward (2007), mental models consist of declarative knowledge. They are defined as the facts, figures, rules, relations, and concepts in a task domain and, procedural knowledge, defined as the steps, procedures, sequences, and actions required for task performance.

### **Shared Knowledge and Team Performance**

Abundant previous research suggests that SMMs are positively and linearly related to team performance (e.g., Lim & Klein, 2006; Marks, Sabella, Burke, & Zaccaro, 2002; Marks, Zaccaro, & Mathieu, 2000; Mathieu et al., 2000; Rentsch & Klimoski, 2001; Smith-Jentsch, Mathieu, & Kraiger, 2005). More specifically, several previous investigations have established a link between task and team SMMs, and team processes or effectiveness (e.g., Lim & Klein, 2006; Mathieu et al., 2005; Mathieu et al., 2000; Smith-Jentsch et al., 2005; Stout, Cannon-Bowers, Salas, & Milanovich, 1999). Some research has attempted to assess the influence of task and team shared mental models (SMMs) on team effectiveness. However, before presenting their results, Lim and Klein (2006) underlined that team members may all subscribe to similar but nevertheless quite inaccurate mental models, and showed the significance of both task-work mental model similarity and task-work mental model accuracy in predicting team performance. The results of this research highlight (a) a significant positive correlation between task SMMs and team effectiveness (e.g., Banks & Millward, 2007; Mathieu, Rapp, Maynard, & Mangos, 2010; Marks et al., 2002; Stout et al., 1999), (b) that team SMMs did not positive correlate to team effectiveness (Mathieu et al., 2010), (c) that the interaction of team and task SMMs was positively related to team effectiveness (Mathieu et al., 2010), and (d) a significant negative correlation between shared procedural knowledge and team performance (Banks & Millward, 2007; Mathieu et al., 2010). This supports the idea that while declarative knowledge should be shared, it is most efficient and effective for team members to hold only the procedural knowledge relevant to their task. This means that if team members have distinct roles, it is

optimal for them not to share procedural knowledge. Some authors have advocated distributing mental models, as long as the knowledge is divided into coherent modules (Banks & Millward, 2000). In sport, this is consistent with the world-class coach studied by Debanne and Fontayne (2009), who focused primarily on the playmaker who is responsible for organizing offense and the tactics used, and seeing the ineffectiveness of the collective processes put into place on offense, the coach gave instructions to the playmaker.

### **Approach and Assumptions**

The aim of the present study is to investigate information contents expressed by coaches, and analyze how these contents fit into the usual task-work/teamwork and procedural/declarative taxonomies in order to help handball team members acquire or update their knowledge structures. Based on this rationale we make the following hypotheses:

1. Of the information expressed by coaches allowing players to acquire team mental models, there is more information allowing players to acquire task-work mental models than information allowing players to acquire teamwork mental models;
2. Of the information expressed by coaches, there is more information allowing players to acquire procedural knowledge than information allowing players to acquire declarative knowledge;
3. There are contextual factors (game periods and ratio of strength between the two teams) affecting the information expressed by the coach;
4. The information allowing players to acquire procedural knowledge is distributed rather than shared. Specifically, coaches communicate (a) more procedural information allowing players to acquire teamwork mental models with the playmaker than with other players, and (b) more procedural information allowing players to acquire task-work mental models with individual players than with many players or the entire team.

### **Method**

## **Participants**

We contacted all of the professional coaches ( $N = 28$ ) of first and second division by telephone, asking them to participate in the study and wear a Dictaphone belt and a lapel microphone during the game (starting about 30 min before throw-off) so that their comments could be recorded throughout the entire game. Each game was video recorded in order to know precisely with which player the coach communicated. For the sake of confidentiality and to protect anonymity, the coaches were informed that the time of data submission would be shifted from the time of collection by at least one sports season and that there would be no information identifying them.

This study was conducted with three head coaches of first division, aged ( $M = 44.33$  years,  $SD = 6.02$ ), and with ( $M = 12.00$  years,  $SD = 6.53$ ) of experience as professional coaches. Before the start of the study, they were asked to test the device during a non-official game.

## **Procedure**

### **Data collection.**

We chose the games to be included jointly with the coaches prior to the study. These were held during the 2010/2011 season, between the 14<sup>th</sup> and 24<sup>th</sup> day of the French men's championship. The first coach was monitored during four games, the second during six, and the third during five, for a total of 15 games. All of the games were home games. Data were collected between the first and the final whistle of the game. Verbal communication was collected using the digital voice recorder connected to the microphone. All audio recordings were transcribed and constitute a corpus of 122 pages.

### **Preparation of the Data.**

We removed (a) all communications between coach and all other actors of the game, except his own players (the referees, his assistant, the medical staff, the officials [scorekeeper, timekeeper, delegate]), (b) criticisms or praises, and (c) truisms (i.e., comments made by the

coach that are stating the obvious), as mentioned by Hastié (1999), in order to select only information provided by coaches and allowing players to acquire knowledge structures.

**Define the unit of analysis and divide the corpus in elementary unit.**

Before dividing the corpus in elementary units, we defined the unit of analysis that is one of the most fundamental and important decisions (Weber, 1990). As it is usually, we chosen a meaningful theme as the unit for analysis rather than physical linguistic units, such as words or sentences. Meaningful unit in this sense would mean a “segment of text that is comprehensible by itself and contains one idea, episode, or piece of information” (Tesch, 1990, p. 116).

From this definition, the first author and another sport psychology researcher ([Ph. D], specialist in team sport contexts and experienced in qualitative methods of research) chose, at random, one of 15 matches and, separately, they divided the corpus in meaningful units. The first author divided the match transcript in 214 meaningful units, and the sport psychologist in 216 meaningful units. 198 meaningful units were similar both coders, indicating satisfying inter-coders agreement (92.5%). Special attention was paid to part of corpus that was not similarly divided by the coders and the discussion that ensued systematically resulted in a consensus on the interpretation. Then, on the basis the corpus has been divided in meaningful units ( $n = 3204$ ).

**Data analysis.**

In a first step, a deductive content analysis was performed to analyze the transcripts. Content analysis is a research technique for making replicable and valid inferences from texts to the contexts of their use (Krippendorff, 2004). The deductive approach is based on theoretical constructs and categories were used as a basis for categorization (Biddle, Markland, Gilbourne, Chatzisarantis, & Sparkes, 2001; Krane, Andersen, & Streaan, 1997). The transcript was thus divided into (a) teamwork mental models (coded A), (b) task-work mental models (B), and (c) miscellaneous (C). They were also divided into four first-order themes (a) Teamwork Mental Model x Procedural Knowledge ( $A_1$ ), (b) Teamwork Mental Model x Declarative Knowledge

(A<sub>2</sub>), (c) Task-work Mental Model x Procedural Knowledge (B<sub>1</sub>), and (d) Task-work Mental Model x Declarative Knowledge (B<sub>2</sub>), (see Table 5).

**Define the unit of analysis and divide the corpus in elementary unit.**

Before dividing the corpus in elementary units, we defined the unit of analysis that is one of the most fundamental and important decisions (Weber, 1990). As it is usually, we chosen a meaningful theme as the unit for analysis rather than physical linguistic units, such as words or sentences. Meaningful unit in this sense would mean a “segment of text that is comprehensible by itself and contains one idea, episode, or piece of information” (Tesch, 1990, p. 116).

From this definition, the first author and another sport psychology researcher ([Ph. D], specialist in team sport contexts and experienced in qualitative methods of research) chose, at random, one of 15 matches and, separately, they divided the corpus in meaningful units. The first author divided the match transcript in 214 meaningful units, and the sport psychologist in 216 meaningful units. 198 meaningful units were similar both coders, indicating satisfying inter-coders agreement (92.5%). Special attention was paid to part of corpus that was not similarly divided by the coders and the discussion that ensued systematically resulted in a consensus on the interpretation. Then, on the basis the corpus has been divided in meaningful units ( $n = 3204$ ).

Table 5: *Content Analysis of Transcripts*

Categories	1 <sup>st</sup> Order Theme	2 <sup>nd</sup> Order Theme	Example	Code	N (%)	Kappa	Z
Teamwork mental models	Procedural knowledge	Playmaker	Put pivot on right and play inversion for Olivier.	A1 <sub>PM</sub>	227 (7.17)	.79	9.30**
		Other players or Team	When Cédric goes inside, he is between the n°2 and the n°3.	A1 <sub>OP</sub>	268 (8.46)		
	Declarative knowledge		They use zone-defence. The antidote is : wings in the corner and play inversion between playmaker and back.	A2	45 (1.42)	.39	2.29*
Taskwork mental models	Procedural knowledge	One specific player	Run to the goal. Speeds.	B1 <sub>OSP</sub>	365 (11.52)	.72	8.57**
		Many players or Team	Shoot up or down but not in the middle.	B1 <sub>MP</sub>	329 (10.39)		
Miscellaneous	Declarative knowledge		This goalkeeper goes on the primary intention.	B2	223 (7.04)	.61	5.98**
		Miscellaneous	Encouragements. Negative feedbacks. Communications with (a) referees, (b) assistant, (c) federation delegate, etc.	C	1 747 (54.01)	.88	9.15**
Overall					3204 (100.00)	.85	33.76**

Note. \*  $p < .05$  ; \*\*  $p < .01$

**Data analysis.**

In a first step, a deductive content analysis was performed to analyze the transcripts. Content analysis is a research technique for making replicable and valid inferences from texts to the contexts of their use (Krippendorff, 2004). The deductive approach is based on theoretical constructs and categories were used as a basis for categorization (Biddle, Markland, Gilbourne, Chatzisarantis, & Sparkes, 2001; Krane, Andersen, & Streaan, 1997). The transcript was thus divided into (a) teamwork mental models (coded A), (b) task-work mental models (B), and (c) miscellaneous (C). They were also divided into four first-order themes (a) Teamwork Mental Model x Procedural Knowledge ( $A_1$ ), (b) Teamwork Mental Model x Declarative Knowledge ( $A_2$ ), (c) Task-work Mental Model x Procedural Knowledge ( $B_1$ ), and (d) Task-work Mental Model x Declarative Knowledge ( $B_2$ ), (see Table 5).

In a second step, to test the reliability of the coding scheme, 50 semantic units were randomly selected and classified by the first author and the sport psychologist. Special attention was paid to meaning units that were not assigned to the same categories by the coders, and the discussion that ensued systematically resulted in a consensus on interpretation. Then, on the basis of this analysis grid, the two coders classified all of the semantic units ( $n = 3204$ ) in the various categories. Reliability points were estimated using a Kappa index ( $k$ ) which represents the normalized proportion of inter-observer agreement in excess of what would be expected on the basis of chance or random assignments. Because of the utilized software's limited computational capacity, 999 units were chosen randomly using the alea function of Excel software. We then used MacKappa software to calculate both general and conditional coefficients and test the statistical significance of agreement among many observers assigning objects to nominal scales as based on Fleiss' (1971) computational formulae. The overall Kappa revealed a considerable rate of agreement between the coders ( $k = .85$ ;  $z = 33.76$ ,  $p < .0001$ ). All



of the conditional coefficients were also high and significant (see Table 5). Taken as a whole, these results showed acceptable reliability of the coding.

### **Trustworthiness of the content analysis.**

The trustworthiness of this content analysis was reflected in investigator triangulation. This consisted of independent data coding and comparison and discussion of the coding until consensus was reached (Sparkes & Partington, 2003), in order to minimize any possible experimenter bias in the interpretation of the data (Gould, Eklund, & Jackson, 1992; Krane, Andersen, & Streaan, 1997; Scanlan, Ravizza, & Stein, 1989).

### **Statistical design.**

The first step consisted in dividing the attack and defense phases of each of the 15 observed games ( $n = 1823$ ) into sequences in order to take two independent variables into account:

1. The following game periods, (a) first half of the first half-time (coded P11), (b) second half of the first half-time (P12), (c) break-time period (BTP), (d) first half of the second half-time (P21), and (e) second half of the second half-time (P22).
2. We assigned the ratio of strength between the teams (Ratio) to each of these game periods. It was (a) unfavorable when the mean of score difference between the teams ( $M_{\Delta \text{ score}}$ ) was strictly less than two (coded UNFAV), (b) balanced when  $-2 \leq M_{\Delta \text{ score}} \leq 2$  (BAL), and (c) favorable when  $M_{\Delta \text{ score}} > 2$  (FAV), (see Table 6).

Table 6: *Number of Game Periods per Types of Ratio of Strength*

Ratio Game Periods	BAL	FAV	UNF	TOTAL
P11	11	1	3	15
P12	4	4	7	15
BTP	6	4	5	15
P21	5	5	5	15
P22	1	6	8	15
<b>TOTAL</b>	<b>27</b>	<b>20</b>	<b>28</b>	<b>75</b>

In the second step, the data analysis was divided into two sub-steps. First, in order to determine the effects of variance in knowledge structures and thereby verify the first, second and third hypotheses, a Multivariate analysis of variance (MANOVA) using a 5 (Game Periods: P11 vs. P12 vs. BTP vs. P21 vs. P22) x 3 (Ratio: BAL vs. FAV vs. UNFAV) factorial design was performed. Where a significant MANOVA was observed, follow-up ANOVAs with repeated-measures and Fischer's post-hoc were performed to identify the variables contributing to the multivariate effect. Finally, in order to test the fourth hypothesis (procedural knowledge is more distributed than shared), second-order themes were added to determine the player(s) with whom the coach communicated. For procedural knowledge in teamwork mental models, second-order themes are (a) playmaker (coded A1<sub>PM</sub>), or (b) other players or team (A1<sub>OP</sub>). For procedural knowledge in task-work mental models, second order themes are (a) one specific player (B1<sub>OSP</sub>), or (b) many players or team (B1<sub>MP</sub>). Data analysis was performed using a repeated-measures analysis of variance with Fischer's post-hoc for A1<sub>PM</sub>, A1<sub>OP</sub>, B1<sub>OSP</sub> and B1<sub>MP</sub> occurrences, (a) without distinguishing between game periods, and (b) for the two match half-times (excluding the break-time period).

## Results

### Variance in Information

The 5x3 MANOVA performed on first-order themes (i.e., A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>) revealed (a) a significant main effect for game period, Wilks'  $\lambda = 0.38$ ,  $F(16, 174.77) = 4.04$ ,  $p < .0001$ ,  $\eta^2 = .27$ , and a significant main effect for Ratio, Wilks'  $\lambda = 0.76$ ,  $F(8, 114) = 2.07$ ,  $p = .04$ ,  $\eta^2 = .13$ , and (b) one significant Game Period x Ratio interaction effect, Wilks'  $\lambda = 0.55$ ,  $F(32, 211.80) = 1.15$ ,  $p = .27$ ,  $\eta^2 = .15$ .

Depending on the two significant main effects, follow-up ANOVA with similar repeated measures were then conducted separately for information.

#### Main effects.

##### *Information main effect.*

The 5 x 3 ANOVA with repeated measures on the four first-order themes (i.e., A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>) revealed a significant difference,  $F(3, 180) = 74.56$ ,  $p < .0001$ ,  $\eta^2 = .55$ , in the information provided by the coaches ( $ps < .01$ ). The results are shown in Figure 13a.

##### *Game periods main effect.*

ANOVA with repeated measures revealed a significant main effect of game periods on the information (i.e., A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>) expressed by the coaches,  $F(4, 60) = 12.34$ ,  $p < .0001$ ,  $\eta^2 = .45$ . Fisher's Post hoc comparisons revealed significant differences between the second half of the first half-time, the break-time period, and all other game periods ( $ps < .001$ ). The results are shown in Figure 13b.

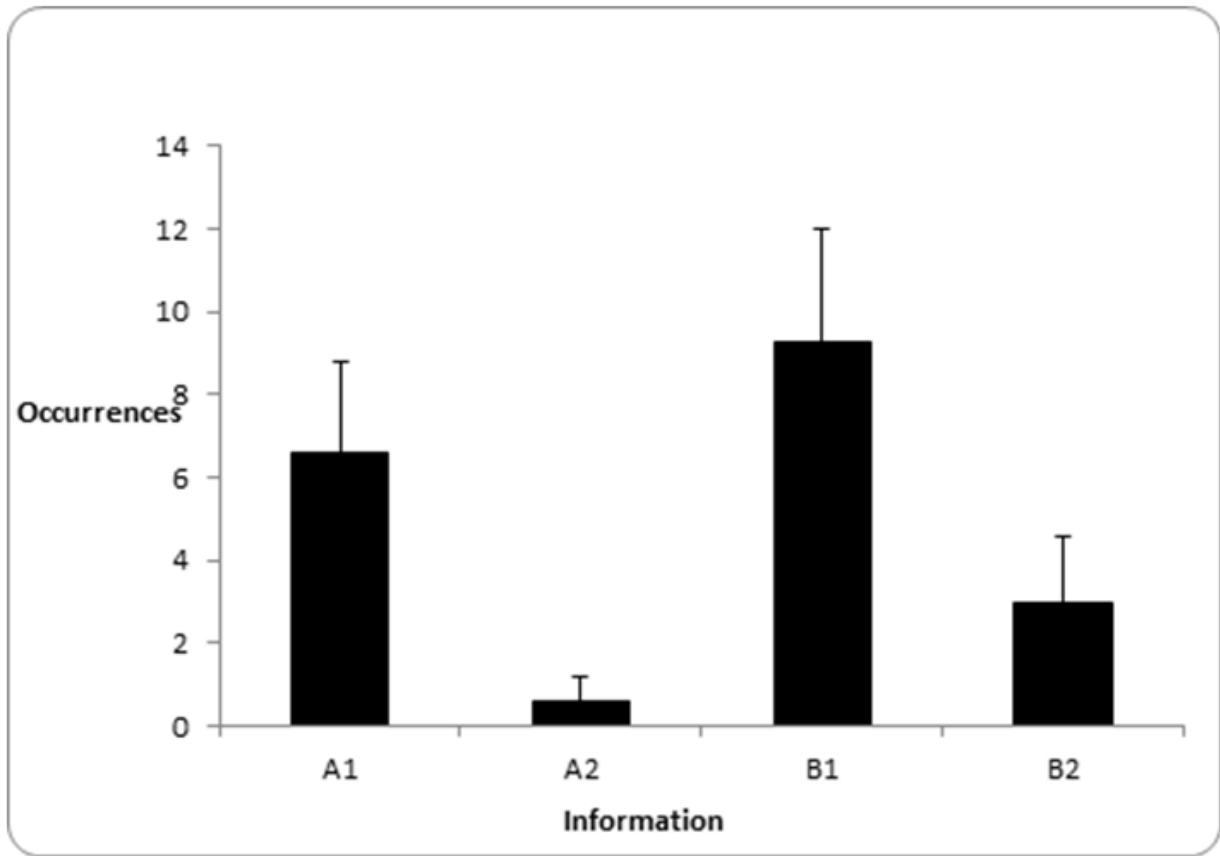


Figure 13a: Mean of first order theme occurrences

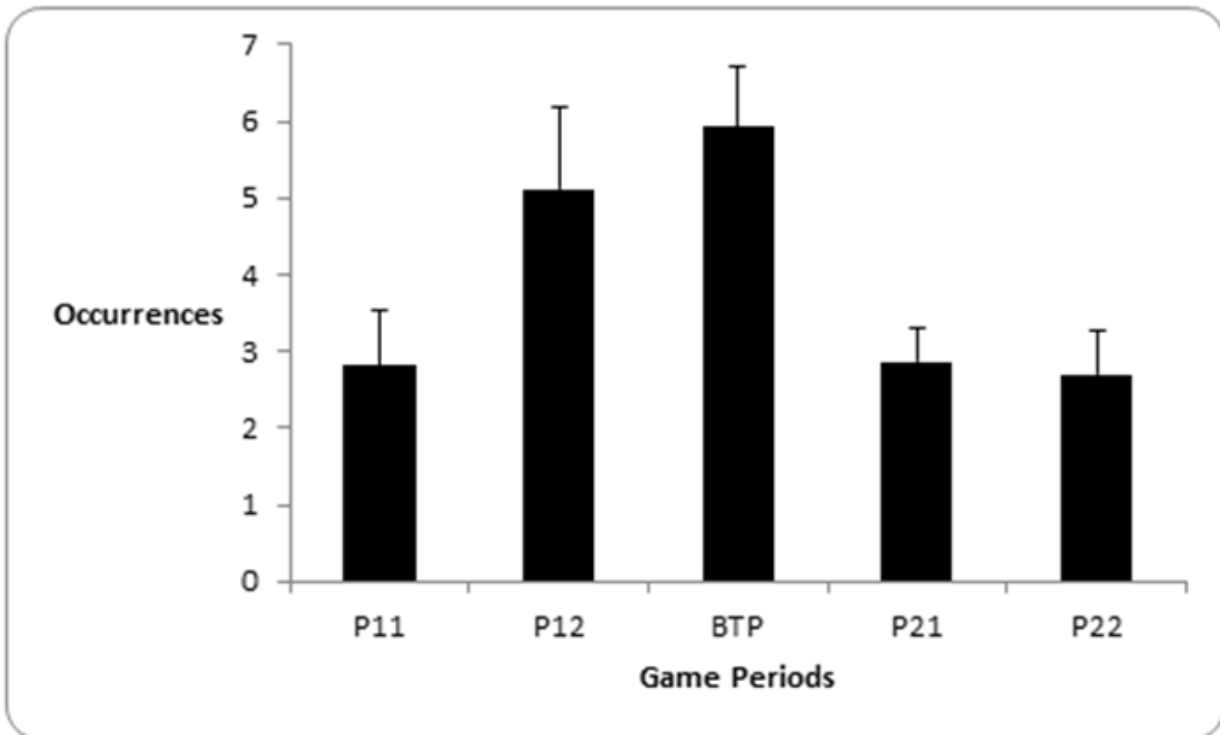


Figure 13b: Mean of information occurrences per game periods

**Ratio of strength main effect.**

Fisher’s post hoc comparisons of ANOVA with repeated measures,  $F(2, 60) = 3.42, p = .04, \eta^2 = .10$ , revealed significant differences ( $ps < .05$ ) in the information provided by the coaches, between a balanced Ratio ( $M = 4.40, SD = 2.29$ ) and an unfavorable ( $M = 3.60, SD = 1.66$ ) or favorable Ratio ( $M = 3.57, SD = 1.93$ ).

**Interaction effects.**

**Information x Game Period interaction effect.**

ANOVA with repeated measures revealed a significant Information x Game Periods interaction effect,  $F(12, 180) = 2.31, p = 0.009, \eta^2 = .13$ . Then, Fisher’s post-hoc tests ( $p < .05$ ) were performed, comparing information and game periods two by two. These tests revealed many significant effects (see Table 7).

Table 7: Means and Standard Deviations (in parenthesis) of Type of Information Expressed by Coaches per Game Period

Information Game Period	A1	A2	B1	B2
BTP	9.47 <sup>a,b</sup> (4.61)	1.13 <sup>a,c,d</sup> (1.64)	12.13 <sup>c,e</sup> (5.14)	6.87 <sup>b,d,e</sup> (4.12)
P11	3.87 <sup>a,b</sup> (3.09)	0.13 <sup>a,c,d</sup> (0.352)	8.47 <sup>c,e</sup> (5.49)	1.60 <sup>b,d,e</sup> (1.59)
P12	9.27 <sup>a,b</sup> (4.49)	0.87 <sup>a,c,d</sup> (1.46)	12.20 <sup>c,e</sup> (6.61)	3.27 <sup>b,d,e</sup> (3.10)
P21	5.20 <sup>a,b</sup> (3.00)	0.53 <sup>a,c,d</sup> (0.91)	7.00 <sup>c,e</sup> (3.23)	1.60 <sup>b,d,e</sup> (1.12)
P22	5.20 <sup>a,b</sup> (3.78)	0.33 <sup>a,c,d</sup> (0.62)	6.47 <sup>c,e</sup> (3.85)	1.53 <sup>b,d,e</sup> (1.51)
Total	6.60 <sup>a,b</sup> (4.41)	0.600 <sup>a,c,d</sup> (1.14)	9.253 <sup>c,e</sup> (5.47)	2.97 <sup>b,d,e</sup> (3.23)

Note. Significant difference ( $p < .05$ ) for Fisher is noted: (for teamwork mental models) a = difference between A1 and A2; b = difference between A1 and B2; c = difference between A2 and B1; (for declarative knowledge) d = difference between A2 and B2; (for task-work mental models) e = difference between B1 and B2.

After that, ANOVAs with repeated measures, with intra effect of game period, were performed, comparing information two by two. These ANOVAs revealed (a) a significant Information (A2 vs. all other first order themes) x Game Periods interaction effect,  $F(4,70)$  ranged from 3.36 to 6.74,  $ps < .01$ ,  $\eta^2$  ranged from 0.16 to 0.28, and (b) a trend Task-work Mental Models (B<sub>1</sub> vs.B<sub>2</sub>) x Game Periods interaction effect,  $F(4,70) = 2.19, p = .08, \eta^2 = .11$ .

In order to more comprehensively explore the change in information between the various periods, ANOVAs with repeated measures were performed, comparing information and game periods two by two. These tests revealed many significant effects (see Table 8).

Table 8: *Information Expressed by Coaches per Game Periods*

Variables Game periods	T <sub>e</sub> MM (A <sub>1</sub> -A <sub>2</sub> )		A <sub>1</sub> -B <sub>2</sub>		A <sub>2</sub> -B <sub>1</sub>		Decl.	Know.	T <sub>a</sub> MM (B <sub>1</sub> -B <sub>2</sub> )	
	$F_{(1,28)}$	$\eta^2$	$F_{(1,28)}$	$\eta^2$	$F_{(1,28)}$	$\eta^2$	$F_{(1,28)}$	$\eta^2$	$F_{(1,28)}$	$\eta^2$
P11-P12	11.53 <sup>**</sup>	.29	4.94 <sup>*</sup>	.15						
P11-BTP	9.14 <sup>**</sup>	.25					11.29 <sup>**</sup>	.29		
P12-BTP							4.79 <sup>*</sup>	.15	3.87 <sup>+</sup>	0.12
P12-P21	7.64 <sup>**</sup>	.21			6.50 <sup>*</sup>	.19				
P12-P22	5.83 <sup>*</sup>	.17			6.85 <sup>**</sup>	.20				
BTP-P21	5.97 <sup>*</sup>	.17			7.27 <sup>**</sup>	.21	13.54 <sup>***</sup>	.33		
BTP-P22	4.68 <sup>*</sup>	.14			7.56 <sup>**</sup>	.21	12.79 <sup>***</sup>	.31		

Note. \* =  $p \leq .05$ ; \*\* =  $p \leq .01$ ; \*\*\* =  $p \leq .001$ ; + =  $p = .06$ ; T<sub>e</sub>MM = Teamwork Mental Model; T<sub>a</sub>MM = Task-work Mental Model; Decl. Know. = Declarative Knowledge

**Information x Ratio interaction effect.**

ANOVA with repeated measures revealed a significant Information x Ratio interaction effect,  $F(6, 180) = 2.7, p = .01, \eta^2 = .08$ .

Then, ANOVAs with repeated measures, with intra effect of Ratio, were performed, comparing the types of information two by two. These ANOVAs revealed:

1. A significant (a) Procedural Information (A<sub>1</sub> vs. B<sub>1</sub>) x Ratio interaction effect,  $F(2,72) = 4.56, p = .01, \eta^2 = .11$ , (b) Declarative Information (A<sub>2</sub> vs. B<sub>2</sub>) x Ratio interaction effect,  $F(2,72)$

= 3.47,  $p = .04$ ,  $\eta^2 = .09$ , and (c) Information ( $A_2$  vs. $B_1$ ) x Ratio interaction effect,  $F(2,72) = 3.92$ ,  $p = .02$ ,  $\eta^2 = .10$ .

2. A trend (a) Teamwork Mental Models ( $A_1$  vs.  $A_2$ ) x Ratio interaction effect,  $F(2,72) = 2.81$ ,  $p = .07$ ,  $\eta^2 = .07$ , and (b) a trend Information ( $A_1$  vs. $B_2$ ) x Ratio interaction effect,  $F(2,72) = 2.78$ ,  $p = .07$ ,  $\eta^2 = .07$ . Descriptive statistics are showed in Table 9.

Table 9: Means and Standard Deviations (in parenthesis) of Use of Type of Information Expressed by Coaches Depending on Ratio of Strength

Information Ratio of strength	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>
FAV	4.90 <sup>a,b</sup> (2.79)	0.80 <sup>a,c,d</sup> (1.47)	9.50 <sup>c,e</sup> (5.35)	2.65 <sup>b,d,e</sup> (2.85)
BAL	6.93 <sup>a,b</sup> (4.89)	0.26 <sup>a,c,d</sup> (0.52)	10.93 <sup>c,e</sup> (5.84)	3.93 <sup>b,d,e</sup> (4.00)
UNF	7.50 <sup>a,b</sup> (4.67)	0.79 <sup>a,c,d</sup> (1.25)	7.46 <sup>c,e</sup> (4.77)	2.29 <sup>b,d,e</sup> (2.46)
Total	6.60 <sup>a,b</sup> (4.41)	0.60 <sup>a,c,d</sup> (1.14)	9.25 <sup>c,e</sup> (5.47)	2.97 <sup>b,d,e</sup> (3.23)

Note. Significant differences ( $p < .05$ ) for Fisher's comparisons are noted: (for team mental models) a = difference between  $A_1$  and  $A_2$ ; b = difference between  $A_1$  and  $B_2$ ; c = difference between  $A_2$  and  $B_1$ ; (for declarative knowledge) d = difference between  $A_2$  and  $B_2$ ; (for task-work mental models) e = difference between  $B_1$  and  $B_2$ .

Finally, to explore the difference more completely, ANOVAs with repeated measures were performed between each type of information and each Ratio. These ANOVAs highlighted seven interaction effects (see Table 10).

Table 10: *Information Expressed by Coaches per Match and per Ratio of Strength*

Variables Ratio of strength	TeMM (A <sub>1</sub> -A <sub>2</sub> )		A <sub>1</sub> -B <sub>2</sub>		A <sub>2</sub> -B <sub>1</sub>		Decl. Know. (A <sub>2</sub> -B <sub>2</sub> )		Proc. Know. (A <sub>1</sub> -B <sub>1</sub> )	
	<i>F</i>	$\eta^2$	<i>F</i>	$\eta^2$	<i>F</i>	$\eta^2$	<i>F</i>	$\eta^2$	<i>F</i>	$\eta^2$
	UNFAV- BALF <sub>(1,53)</sub>	001		2.58		7.65**	.13	5.52*	.09	5.52*
UNFAV- FAVF <sub>(1,46)</sub>	5.65*	.10	4.91*	.09	2.05		0.2		7.50*	.14
FAV- BALF <sub>(1,45)</sub>	4.57*	.09	.39		1.38		3.13		0.12	

Note. \* =  $p \leq .05$ ; \*\* =  $p \leq .01$ ; TeMM = Teamwork Mental Model; Decl. Know. = Declarative Knowledge; Proc. Know. = Procedural Knowledge

### Is Procedural Knowledge Distributed?

In this section, the aim is to verify our fourth hypothesis (i.e., coaches communicate more information allowing players to acquire procedural knowledge in teamwork mental models with their playmaker [A1<sub>PM</sub>] than with other players [A1<sub>OP</sub>], and more information allowing players to acquire procedural knowledge in task-work mental models with individual players [B1<sub>OSP</sub>] than with many players or the entire team [B1<sub>MP</sub>]).

A significant ANOVA with repeated measures for A1<sub>PM</sub>, A1<sub>OP</sub>, B1<sub>OSP</sub> and B1<sub>MP</sub> occurrences,  $F(3, 222) = 4.72, p = .003, \eta^2 = .06$ , revealed no significant Fisher’s post hoc comparisons ( $ps > .05$ ) between (a) A1<sub>PM</sub> ( $M = 3.03, SD = 2.62$ ) and A1<sub>OP</sub> ( $M = 3.57, SD = 3.25$ ), and (b) B1<sub>OSP</sub> ( $M = 4.87, SD = 3.78$ ) and B1<sub>MP</sub> ( $M = 4.39, SD = 3.90$ ).

However, during the two half-times (excluding the break-time period), Fisher’s post hoc comparisons of significant ANOVA with repeated measures for A1<sub>PM</sub>, A1<sub>OP</sub>, B1<sub>OSP</sub> and B1<sub>MP</sub> occurrences,  $F(3, 177) = 15.71, p < .0001, \eta^2 = .24$ , revealed significant differences ( $ps < .05$ ) between (a) A1<sub>PM</sub> ( $M = 3.35, SD = 2.72$ ) and A1<sub>OP</sub> ( $M = 2.53, SD = 2.04$ ), and (b) B1<sub>OSP</sub> ( $M = 5.39, SD = 3.78$ ) and B1<sub>MP</sub> ( $M = 3.15, SD = 2.24$ ).

### Discussion



The aim of this study was to investigate information contents expressed by coaches and analyze how these contents fit into the usual task-work/teamwork and procedural/declarative taxonomies in order to help players of a handball team acquire or update their knowledge structures. Based on team cognition literature, the communication contents were investigated in light of the different mental model and knowledge types assumed to underlie the information that was provided.

First, in accordance with hypotheses one and two, the results clearly confirm that the coaches primarily provided information referring to procedural knowledge and task-work mental models. Indeed, in the information provided by coaches allowing players to update their team mental models, there will be more information fostering acquisition of task-work mental models than information fostering acquisition of teamwork mental models, and there will be more information allowing players to acquire procedural knowledge than information allowing players to acquire declarative knowledge.

These results contrast with those of Bourbousson and colleagues (2011), who in analyzing the knowledge that is mobilized and shared by teammates in an official basketball game, pointed out that most of the knowledge implicated in team cognition was related primarily to the team itself, rather than the task (i.e., game characteristics of the opposing team). The difference observed between the results of Bourbousson and colleagues (2011) and those of this study is certainly due to the focus placed here on the coach and his communication, and to the level of player expertise used in these two studies.

Second, the third hypothesis, pertaining to the different effects of game periods or the Ratio and the information provided by the coach was also verified: our results highlight a game periods main effect, in that coaches provided more information allowing players to update their knowledge structures during the second half of the first half-time and during the break-time period than during all other game periods. Many reasons can explain this game period main

effect. Indeed, as indicated by Smith and Cushion (2006), during the first half of the first half-time, coaches observe the interactions between the teams and compare their game plans to game reality. Following this observation game phase (P11), the coaches will provide the greatest quantity of information allowing their players to update their knowledge structures during the second half of the first half-time (P12). Then, the coaches continue to provide more information during the BTP because, during this period, the players are not directly focused on the game, so they are more receptive, and coaches have time (15 min) to consult, think and decide. Finally, during the second half-time (P21 and P22), the quantity of information allowing players to acquire knowledge structures decreases as they apply that of P11.

This decrease in occurrences is comparable to the studies describing players' individual activity in table tennis. Sève, Saury, Theureau and Durand (2002) pointed out that players spent a great deal of time at the beginning of their match testing the validity of their knowledge, and deconstructing and reconstructing this knowledge in order to construct as accurate a situation model as possible. This knowledge construction/deconstruction activity stopped as the end of match approached and it became difficult for the players to rebuild a new strategic schema, at the risk of losing the match. As they approached the end of the match, the players preferred to apply the knowledge they held as sure and which they had updated during the previous part of the game. This same type of phenomenon can be observed in the information that the coaches provided their players. During the second part of the game, much less information allowing the construction of mental models is provided. Everything takes place as though it had become too risky for the team to change its strategy again. This approach is supported by the fact that numerous possibilities of communication taken during the half-time led the coach to provide a greater amount of information that the players had to take into account. This information was assumed to regulate the team's adaptation to the game proposed by the opposing team. So, during the second half, it is probable that the coaches preferred to reduce the amount of new

information given in order to guarantee minimal control of the information issued up to that point.

More precisely, the results highlight an Information x Game Periods interaction effect. Indeed, the information relating to structures of knowledge varies in different ways according to the game period. The most interesting variations are those between P12 and BTP. Between these periods, the amount of declarative knowledge related to the task-work mental models increases significantly in comparison with the procedural knowledge of the same models. In the same manner, between P11 and P12, the increase of  $A_1$  is significantly greater compared to other declarative knowledge (i.e.,  $A_2$  vs.  $B_2$ ). These results support the existence of a period during which it is particularly advantageous to make modifications to team organization in relation to the experience of the real game. The results also highlight a Ratio main effect (the coaches communicate more information allowing players to acquire or update knowledge structures when the Ratio is balanced than in other contexts of Ratio) and an Information x Ratio interaction effect on the types of information expressed by the coaches. Indeed, the structures of knowledge vary in another way depending on the Ratio. When the Ratio is balanced or favorable, the coach can envisage the status quo, but this cannot be the case when the Ratio is disadvantageous. In the first scenario, since everything is alright, the coach does not focus on his team's collective performance, but rather tries to provide information that will improve the players' individual performance ( $B_1$ ). In the second case, the coach has to act in a more structural manner in order to rebalance the Ratio. To this end, the coaches increase the amount of information allowing the players to acquire or update their procedural knowledge with regards to team organization ( $A_1$ ). It seems appropriate that coaches act in a more directive manner when their teams are struggling. These results are consistent with those of Debanne and Fontayne (2009).

Finally, the results confirm our fourth hypothesis that during game periods (excluding BTP), information allowing players to acquire and/or update procedural knowledge is more

distributed than shared. More precisely, they show that the coaches communicate more information allowing players to acquire procedural knowledge in teamwork mental models with the playmaker than with other players. This result seems to agree with descriptive team running presented by Bourbousson et al. (2011), in which one team player was more sensitive to team organization than other players. Moreover, this result also agrees with Debanne and Fontayne (2009) who showed that the coach placed great importance on the playmaker's position, both as a key point and tactician, and made adjustments through him. This specific player seems to act as an intermediary between the coach and his teammates. He makes interaction between the coach and his teammates easier because there is always a great deal of noise during game periods and it is very difficult to communicate with game players. On the other hand, the results showed that the coaches communicate more information allowing players to acquire procedural knowledge in task-work mental models with individual players than with many players or the entire team. Thus, in accordance with Bourbousson et al. (2010), information allowing players to acquire procedural knowledge in task-work mental models is more distributed among teammates than shared, because on a handball team, every player has a specific position to play (goalkeeper, back, wing, pivot, playmaker) and the techniques used are very specific to each one. However, to our knowledge, no study has focused on shared knowledge within a handball team (between teammates), that would confirm or refute previous empirical results found by Bourbousson and colleagues in basketball (2010, 2010a, 2010b, 2011) and thus modulate the present discussion.

### **Practical Implications**

This study of naturalistic decision-making has the potential to contribute to the development of coaches' expertise and impact coach education and training (Lyle, 2010). Our results, suggest some practical implications for coaches and handball coach teaching programs. First, it might be recommended to distinguish among game phases where coaches need to communicate with a view to managing team organization (second half of the first half-time when

the Ratio is unfavorable), and game phases where coaches must communicate with the view to manage individual player behavior (when the Ratio is favorable). Second, it could be proposed to focus on the specific player-related procedural knowledge contents communicated by the coach. More precisely, constructing specific relationships with the playmaker(s) so that he/they can direct the game by himself/themselves and/or pass on the coach's instructions seems indicated. In order to guarantee broadcasting and a minimal cognitive distribution of information issued by the coach, the playmaker could devote himself to sensitizing his teammates or communicating with them on the task's characteristics.

### **Limitations and Future Research**

The first limitation of this study concerns the small number of matches used to measure an interaction effect of Game Periods x Ratio x Information. Moreover, with regard to the decrease in the amount of information issued by the coach during the match, it would be interesting to develop team management methods allowing this decrease to be adapted to the situation throughout match. For example, empirically studying the information effect provided by the coach during the break-period on his ability to preserve efficient communication oriented by adapting to opponent pressures may be the focus of future endeavors.

## 4. Choix des Techniques pour Influencer les Arbitres

Debanne, T. (2014). Techniques used by coaches to influence referees in professional team handball. *International Journal of Sports Science and Coaching*, 9.

### Abstract

This study is based on persuasion models (Elaboration Likelihood Model; Heuristic Model of Persuasion) and Goffman's dialogic communication approach. It focuses on the means coaches use to influence referees' decision-making during games, and seeks to identify the contextual factors (game period, opposing team, coach yellow cards) that impact the influence processing used. Influence processing is examined through an analysis of the content of the verbal and behavioral communication of professional male coaches ( $n = 3$ ) recorded during 14 games through deductive then inductive approaches. The results show that: (1) contextual factors have an effect on influencing decision-making and communicating disagreements about game situations; (2) coaches use technical skills more than any other means to influence referees; and (3) during the halftime break, the coaches make argued criticisms of referees' interpretation of play, while during play, coaches can influence referees' interpretation through direct speech not requiring arguments.

*Key-words:* heuristics, content analysis, dialogic communication approach, persuasion processing, dynamic environment.

Despite increasing coaching science studies over the past 20 years (Gilbert & Trudel, 2004), very few studies have examined coach activity in a competitive situation, especially in team sports. This seems paradoxical given that of coaches' skills, particularly in a team-sport context, the ability to manage athletes in competitive situations appears to be central (Horton, Baker, & Deakin, 2005). In team handball, the competitive situation involves two entities (the coach and two referees) who pass judgment on a common object (whether players' behavior obeys team handball rules). Thus, the competitive situation generates a social influence situation as defined by Butera and Perez (1995). Although, to our knowledge, this type of communication has not been specifically studied, several studies in competitive situations have focused on either coach activity (Debanne & Fontayne, 2009; Hagemann, Strauss, & Büsch, 2008) or referee activity (Friman, Nyberg, & Norlander, 2004; Rix-Lièvre & Genebrier, 2011), highlighting the main reason for coaches' interventions: to influence referees. Indeed, when coaches decide to address referees, it is typically in the form of a disagreement or a negative statement (Côté, Trudel, Bernard, Boileau, & Marcotte, 1993; Trudel, Côté, & Bernard, 1996). However, a top level coach studied by Debanne and Fontayne (2009) indicated that he attempted to create a positive relationship with the referees from the outset of the game. He showed them that he agreed with their decisions, even and especially those to his team's disadvantage, in order to create a climate of trust and be able to weigh on the final decision at the appropriate time. In the same way, Hageman et al. (2008) showed that coaches with higher domain-unspecific complex problem-solving skills seemed to make fewer attempts to influence the referees during the game. Despite these few studies, no one has focused on the means coaches use to influence referee decision-making during games. So, in agreement with Lyle (2007), this article seeks to (a) identify the factors impacting this intent; and (b) seek patterns or regularities providing a link

between intent and practice. Indeed, the expert coaches' practices are likely to show some regularity, and follow generic rules, heuristics or patterns.

### **The Referee Decision-Making Process**

Competitive team-sport situations are dynamic and complex (Hagemann et al., 2008; Lyle, 2002; Macquet, 2009). In these kinds of situations, referees are required to make decisions in order to determine whether player behavior respects team handball rules. However, most players' fouls are ambiguous and can be interpreted in different ways (Mascarenhas, O'Hare, & Plessner, 2006; Ste Marie, 2003). In most cases, referees make their decisions under time pressure (e. g., Plessner & Betsch, 2001) and from a suboptimal viewing position. Therefore, they make their decisions without access to relevant indicators of the situation (e.g., Plessner, 2005). Thus, the referee's activity is a complex decision-making activity under circumstances that prevent extensive cognitive information processing (Plessner & Haar, 2006). Therefore, according to many authors (e.g., Nevill, Balmer, & Williams, 2002; Plessner & Betsch, 2001; Souchon, Cabagno, Traclet, Trouilloud, & Maïo, 2009), referees use judgmental heuristics when making their decisions. Tversky and Kahneman (1974) define judgmental heuristics as simple ways of reasoning to help guide judgments of uncertain events in complex environments. They are cognitive shortcuts that make assessing likelihood occurrence of an event quick and easy. They substitute long reasoning or statistical observations to explain an event (Tversky & Kahneman, 1982). These authors identify three types of judgmental heuristics:

- (i) representativeness, which is usually employed when people are asked to judge the probability that an object or event A belongs to class or process B. So, making judgments on the basis of representativeness reflects the mind's tendency to automatically assess the similarity between two entities under consideration and to use that assessment as input to a judgment about likelihood.



- (ii) availability of instances or scenarios, which is often employed when people are asked to assess the frequency of a class or the plausibility of a particular development. It is used in cases where one can generate examples as a cue to category size or likelihood.
- (iii) adjustment from an anchor, which is usually employed in numerical predictions when a relevant value is available.

Referee's decision-making studies highlight the use of these kinds of heuristics. Several studies have shown that different pre-existing conceptions impact referees' decision-making and thus stress the use of representativeness heuristics (a team's reputation as being aggressive [Jones, Paull, & Erskine, 2002], competitive level [Souchon et al., 2009], or the gender of the players [Souchon, Cabagno, Tractlet, & Dosseville, 2010; Souchon, Coulomb-Cabagno, Rascle, & Tractlet, 2004]). Moreover, many authors have shown that access to available, immediately remembered information affects referees' decision-making (shirt color [Franck & Gilovitch, 1988], crowd size or noise [Downward & Jones, 2007; Nevill et al., 2002]) and thus stress the use of availability heuristics. Finally, other authors have shown that referees also use anchoring heuristics (coaches' comments after throw situations in judo [Souchon et al., 2013], gymnast placement in team order [Plessner, 1999]).

### **Information Processing in Persuasion**

Two persuasion models have been developed in the literature: the Elaboration Likelihood Model (Petty & Cacioppo, 1986) and the Heuristic Model of Persuasion (Chaiken, 1980). These models state that individuals can process messages in one of two ways: heuristically or systematically. The two models share many concepts and ideas:

- Systematic processing is a comprehensive, analytic orientation in which perceivers access and scrutinize all informational input for its relevance and importance to the judgment

task, and integrate all useful information in forming their judgments. It demands a great deal of cognitive effort (Eagly & Chaiken, 1993);

- Heuristic processing is a more limited processing mode that demands much less cognitive effort than systematic processing. When processing heuristically, people focus on that subset of available information that enables them to use simple inferential rules, schemata, or cognitive heuristics to formulate their judgments and decisions.

The decision to use one or the other of these processing models (systematic vs. heuristic) is determined by (a) the importance of the subject to the perceiver at the time of message exposure, (b) the perceiver's mental predisposition to evaluate the arguments when the message is transmitted, (c) individual differences in need for cognition because individuals do not all have the same predisposition to cognitive effort, regardless of the characteristics of a particular communicative situation (Cacioppo, Petty, Kao, & Rodriguez, 1986); and (d) the perceiver's expertise in the field allows him or her to more easily deal with the arguments, while a non-expert perceiver will remain impervious to arguments that contradict their ideas or beliefs (Petty & Brinol, 2007). More precisely, the perceiver uses systematic processing information when the source is considered unreliable, and heuristic processing when the message is issued by a trusted source (Priester & Petty, 1995). When perceivers use heuristics, the source's expertise and charisma have a significant persuasive effect (e.g., Chaiken, 1980; Petty & Cacioppo, 1981).

### **Coach –Referee Communication Dialogic Approach**

Based on work on the referee's activity during a game, Rix (2005) shows that the referee does not enforce the rules and/or manage non-compliant behaviors, but rather he builds the game in cooperation with other actors. This co-building process makes it even more understandable that referees judge subjectively (Russel, 1999), because there are implicit rules (Gilbert, Trudel, & Bloom, 1995; Rainey, Larsen, Stephenson, & Olson, 1993; Rainey, Larsen, & Willard, 1987;

Silva, 1981; Trudel, Dionne, & Bernard, 2000) and different conceptions of refereeing (Dosseville & Garnarczyk, 2007; Garnarczyk, 1995).

The dialogic communication approach (Goffman, 1961) views the situation as one of co-production and cooperative work. When applied to a competitive situation, the dialogic communication approach between coaches and referees considers these two types of actors as partners in tightly building player behavior conformity to the rules. In this communication approach, one considers three kinds of communication: technical, relational and contractual. Thus, according to the dialogic communication approach, the interaction between the referee and the coaches and its dynamics are used to understand communication. In this work, the study of the coach-referee interaction is confined only to coaches' attempts to influence referees.

### **Aim and Hypotheses**

The main goal of the present study is to identify and discuss social influence processes used by team handball coaches toward referees. From previous studies, we can formulate the following hypotheses:

- Hypothesis n° 1: contextual factors (game periods, opponent ratio; threat of disciplinary action) have main and interaction effects on the influence processing used by coaches.
- Hypothesis n°. 2: coaches emphasize the superiority of their own technical expertise with respect to that of referees and criticize their analysis of players' actions.
- Hypothesis n°. 3: coaches use influence processing adapted to referees' information processing (heuristic in game periods vs. systematic during halftime break). Thus, (a) their discourse will be argued during the halftime break rather than during game phases, and will be more incentive-based and confrontational during game periods than during the halftime break, and (b) coaches will seek to win referees' trust at the beginning of the game rather than at the end.

### **Method**

## Participants and Procedure

The professionalization of handball has significantly increased socio-economic competitive encounters. Therefore, to study the actors in a natural competitive situation, and to try to avoid refusals on their part, we believed it necessary to use institutional and relational approaches. Thus, after acceptance by the ethics committee of Université de Paris-Sud, we presented our research project to various institutions (National Technical Direction of French Handball Federation, National League of Handball; Union of Professional Coaches) and obtained their support in the form of an e-mail sent to the club presidents and coaches of professional teams.

We then contacted all of the professional coaches ( $n = 28$ ) by telephone. We asked if they would agree to participate in the study. For the sake of confidentiality and to protect anonymity, the coaches were informed that the time of data submission would be shifted from their time of collection by at least one sports season and that there would be no information identifying them. Finally, three head coaches answered favorably. They were aged ( $M = 44.33$  years,  $SD = 6.02$ ), with experience as professional coaches ( $M = 12.00$  years,  $SD = 6.53$ ), and had selections as international players ( $M = 62.00$ ,  $SD = 72.03$ ). Before the start of the study, they were asked to test the device (Dictaphone belt and lapel microphone) during a non-official game.

## Data Collection

We chose the games to be included jointly with the coaches prior to the study. These games took place during the 2010/2011 season, between the 14<sup>th</sup> and 24<sup>th</sup> day of the French men's championship. The first coach was monitored during three games, the second during six, and the third during five, for a total of 14 games. All the games were home contests. Data were collected between the first and the final whistle of the game. Verbal communication was collected using the digital voice recorder connected to the microphone.

Gestural communication was collected using a digital camera pointed at the coach (with a sufficiently wide angle to identify the person or persons to whom the gesture was directed). To deal with these two modes of communication in a homogeneous corpus (in written form only), we conducted self-confrontation interviews with the coaches. During these interviews, the coaches were fitted with a lapel microphone connected to the digital voice recorder for speech transcription. They were then asked to verbally clarify the meaning of their gestural communication. These verbalizations were added instead of gestural communication in the transcripts of each game.

In order to consider the contextual factors as independent variables (the opposition between the teams [considered negative when  $\Delta$  score  $< 2$ , balanced when  $-2 \leq \Delta$  score  $\leq 2$ , favorable when  $\Delta$  score  $> 2$ ]; game period [1st & 2nd period]; the threat of disciplinary action on the coach [yellow card]), the videos of the 14 games were viewed in sequence with 1707 game phases, defined as the interval between each change of ball possession between the teams. A variety of contextual elements were associated with each phase. The same was done for the 14 halftime breaks. All audio recordings were transcribed and constitute a corpus of 122 pages. For this study, only the six pages related to coach-referee communications were selected for use.

### **Data Analysis**

The first step was to use deductive content analysis on the transcripts, using the procedure proposed by Bos and Tarnai (1999), and the three categories of Goffman's model (technical, relational and contractual communications), which revealed the absence of the contractual communications category. Thus, two categories were identified following this first step: technical communications (coded A), and interpersonal communications (coded B). Then, in a second step, we used an inductive approach to complete our categories. The use of both a deductive and an inductive approach was in line with the qualitative procedures of data analysis (Guba, 1990; Miles & Huberman, 1994; Schwandt, 1997). This is particularly relevant when few

studies exist on a subject, which is the case here, and where no established theory can anticipate the many realities that may be encountered. As a result, six additional first-order themes needed to be included ["builds trust by communicating approval" (coded A1), "disagrees" (coded A2), "encourages" (coded A3), "request for substantiation" (coded A4), "makes a negative personal judgment" (coded B1), "affective influence" (coded B2)], as well as four second-order themes related to communicating disagreement (A2) ["primary challenges" (coded A21), protests a "misinterpretation of the situation" (coded A22), "denounces inconsistent decisions" (coded A23) and "demands application of the rules" (coded A24)].

To meet our third hypothesis, third-order themes ["misinterpretation of the situation without argument" (coded A221) and "misinterpretation of the situation with argument" (coded A222)] were associated with the category A22. During these two stages, each semantic unit ( $N = 405$ ) was distributed in a single one similar to the eleven themes of second order (see Tables 11 & 12).

### **Validity and Reliability of the Coding Process**

Fifty semantic units were randomly selected and distributed by the author and a sport psychologist with a PhD who was experienced in the application of qualitative approaches. Special attention was paid to meaning units that had not been assigned to the same categories by the coders and the ensuing discussion systematically resulted in a consensus on the interpretation. Based on this grading scale, the author assigned each semantic unit ( $n = 405$ ) to a category and theme. The sport psychologist then did the same to measure the reliability of coding.

Reliability points were estimated using a Kappa index ( $k$ ) which represents the normalized proportion of inter-observer agreement in excess of what would be expected on the basis of chance or random assignments. We used MacKappa software (Watkins, 1998) which calculates both general and conditional coefficients, and tests the statistical significance of

agreement among many observers assigning objects to nominal scales as based on Fleiss's (1971) computational formulae.

Table 11: *Breakdown of Semantic Units by Contextual Factor*

Period	Opponent	Yellow Card	Game Phases	A1	A21	A221	A222	A23	A24	A2	A3	A4	A	B1	B2	B	C	Total
P1	Negative	No	217	0	7	14	2	0	8	31	10	3	44	3	0	3	0	47
		Yes	30	0	3	0	0	1	0	4	3	0	7	2	0	2	0	9
	Balanced	No	464	3	18	28	7	4	3	60	16	6	85	2	0	2	1	88
		Yes	12	0	2	1	0	0	0	3	3	0	6	0	0	0	0	6
	Favourable	No	100	0	9	7	2	2	0	20	1	0	21	1	0	1	1	23
		Yes	19	0	1	0	0	1	0	2	0	0	2	0	0	0	0	2
Total P1			842	3	40	50	11	8	11	120	33	9	165	8	0	8	2	175
P2	Negative	No	6	0	1	2	7	3	1	14	2	3	19	1	0	1	0	20
		Yes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Balanced	No	3	0	0	0	0	1	0	1	1	1	3	1	0	1	4	8
		Yes	1	1	0	0	1	1	0	2	1	0	4	0	0	0	2	6
	Favourable	No	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Yes	1	2	0	0	2	0	0	2	0	0	4	0	4	4	0	8
Total P2			14	3	1	2	10	5	1	19	4	4	30	2	4	6	6	42
P3	Negative	No	357	1	15	15	4	3	6	43	16	13	73	6	0	6	1	80
		Yes	37	0	1	1	0	0	0	2	2	0	4	0	0	0	0	4
	Balanced	No	134	2	7	10	4	4	1	26	4	4	36	4	0	4	1	41
		Yes	28	0	2	1	0	0	0	3	1	0	4	0	0	0	0	4
	Favourable	No	183	0	12	9	4	1	1	27	5	1	33	1	0	1	1	35
		Yes	126	0	7	3	1	1	0	12	8	1	21	3	0	3	0	24
Total P3			865	3	44	39	13	9	8	113	36	19	171	14	0	3	3	188
Total			1721	9	85	91	34	22	20	252	73	32	366	24	4	28	11	405



Table 12: *Content Analysis of Verbal and Gestural Transcripts*

Categories	1 <sup>st</sup> -order themes	2 <sup>nd</sup> -order themes	3 <sup>rd</sup> -order themes	Examples	Code	N (%)	Kappa	z
Technical communication A (n=366; 90.38%)	To build trust through agreement A1			"Good call, ref!"	A1	9 (2.22)	0.94	3.81**
	To communicate disagreement A2 (n=252; 62.22%)	Primary challenges A21 Misinterpretation of game situation A22 (n=125; 30.86%)	No argued A221 Argued A222	"Hey! Hey! What are you doing?"	A21	85 (20.98)	0.93	6.99**
				"But there was no offensive foul!"	A221	91 (22.47)	0.83	6.29**
				"Mr. Referee, there can be no passive play. First there's a game of transition and then start of the attack"	A222	34 (8.39)	0.95	5.49**
				"The passive play one side and the other is huge."	A23	22 (5.43)	0.93	6.69**
		Inconsistent decisions A23		"That's wrong. That's a fault. When you do that, that's a fault. Oh yeah, yeah. You can't do that!"	A24	20 (4.94)	0.64	3.55**
	To influence decision making A3			"They've been attacking for twenty seconds, You have to raise your arm." (Forewarning signal for passive play)	A3	73 (18.02)	0.91	6.78**
Request for substantiation A4			"I don't get it Ref! What are you blowing your whistle for? What are you blowing your whistle for? "	A4	32 (7.90)	0.98	6.08**	
Interpersonal communications B (n=28; 6.91%)	Negative personal judgment B1			"Who paid you for that call?"	B1	24 (5.93)	0.95	5.49**
	Affective influence B2			"No, no I'm not shouting. Okay, excuse me, sorry."	B2	4 (0.99)	0.99	2.73**
Miscellaneous C (n=11; 2.72%)				"Mr. Referee, the floor's wet."	C	11 (2.72)	0.95	3.99**

The overall Kappa revealed a considerable rate of agreement between the two coders ( $k = .89$ ;  $z = 41.26$ ,  $p < .0001$ ). All the conditional coefficients were also high and significant (see Table 14). Taken as a whole, these results showed acceptable reliability of the coding. The encoding also proved to be valid to the extent that the miscellaneous category (coded C) received only 11 semantic units, i.e. 2.72% of the corpus.

### **Statistical Design**

- In order to evaluate the main and interaction effects of the three contextual factors [game periods (first halftime vs. second halftime), opponent ratio between the teams (favorable, balanced, negative), and threat of disciplinary action on the coach (yellow card vs. no yellow card)] on the occurrences, we performed a factorial analysis of variances (ANOVAs) ( $2 \times 3 \times 2$ ) on the semantic units ( $n = 363$ ) from the first and second halftime game phases ( $n = 1707$ ) and on each category (A, B and C), each first-order theme (A1, A2, A3 and A4), and each second-order theme (A21, A22, A23 and A24).
- In order to check the highlighting of the coach's technical expertise, we used an ANOVA with repeated measure and without categorical predictor, on total semantic units ( $n = 405$ ) in all 14 games, on each category, on each first-order theme and on each second-order theme.
- In order to determine if coaches make more closely argued speeches during the halftime break than during game periods, chi-square tests were conducted on the third-order theme (A221 vs. A222).
- In order to determine a time effect on A11, an ANOVA principal factor (first halftime vs. halftime break vs. second halftime) was used on A11 semantic units ( $n = 9$ ) in all 14 games.

## Results

### Main and Interaction Effects of Contextual Factors

Factorial analysis of variances (ANOVAs) revealed no main or interaction effects for either total occurrences or occurrences within a category. Despite this lack of statistical difference, there seems to be a tendency of an interaction effect of (yellow card) x (period) on total occurrences [ $F(1, 1695) = 3.14, p = .07$ ]. When coaches are shown a yellow card (cautioned), they seem to communicate more often during the first halftime ( $M = 0.30, SD = 0.16$ ) than in the second halftime ( $M = 0.14, SD = 0.10$ ).

However, ANOVAs revealed (a) two significant yellow card main effects: one for influencing decision-making (A3 occurrences, [for example, “*They’ve been attacking for twenty seconds, You have to raise your arm.*” -Forewarning signal for passive play-]) and one for communicating disagreements on game situations (A22 occurrences [for example, “*But no! There was no offensive foul*”]), and (b) three significant interaction effects on influencing decision-making (A3 occurrences).

#### Two yellow card main effects.

ANOVAs highlight a yellow card main effect to (a) influence decision-making,  $F(1, 1695) = 9.29, p < .001$ , (A3 occurrences) and (b) communicate disagreements on game situations,  $F(1, 1695) = 3.75, p = .05$ , (A22 occurrences). Indeed, Fisher's LSD post hoc comparisons revealed a significance difference ( $p = .02$ ) in influencing decision-making when coaches are cautioned ( $M = 0.067, SD = 0.25$ ) than when they are not cautioned ( $M = 0.036, SD = 0.19$ ), although conversely, coaches communicate disagreements on game situations significantly ( $p = .002$ ) less often when they are cautioned ( $M = 0.03, SD = 0.005$ ) than they when are not cautioned ( $M = 0.08, SD = 0.016$ ).

#### Interaction effect (Period) x (Opposing ratio) on A3 occurrences.

ANOVA,  $F(2, 1695) = 5.73, p = .003$ , highlights an interaction effect (period) x (opposing ratio). Indeed, Fisher's LSD post hoc comparisons revealed a significant difference ( $p = .04$ ) in influencing referee decision-making in the first halftime between a negative opposing ratio ( $M = 0.052, SD = 0.03$ ) and a favorable opposing ratio ( $M = 0.008, SD = 0.03$ ).

**Interaction effect (Period) x (Yellow Card) on A3 occurrences.**

ANOVA,  $F(1, 1695) = 4.12, p = .04$ , highlights an interaction effect (period) x (yellow card). Indeed, Fisher's LSD post hoc comparisons revealed a significant difference (all  $p$ 's < .05) in influencing decision-making between the first halftime with yellow card situations ( $M = 0.12, SD = 0.03$ ) and the first halftime without yellow card situations ( $M = 0.03, SD = 0.01$ ), and the second halftime with and without yellow card situations ( $M = 0.05, SD = 0.02$ ), ( $M = 0.03, SD = 0.01$ ) respectively.

**Interaction effect (Period) x (Yellow Card) x (Opposing ratio) on A3 occurrences.**

ANOVA,  $F(2, 1695) = 4.15, p = .02$ , highlights an interaction effect (period) x (yellow card) x (opposing ratio) on A3 occurrences. Indeed, Fisher's LSD post hoc comparisons revealed a significant difference (all  $p$ 's < .05) in influencing decision-making between the first halftime with a yellow card and balanced opposing ratio situations ( $M = 0.25, SD = 0.04$ ) and all other situations.

**Importance of Technical Communication**

ANOVA with repeated measures revealed a main effect,  $F(2, 26) = 42.38, p < .001$ , on the occurrences category used. Indeed, Fisher's LSD post hoc comparisons revealed a significant difference ( $p < .0001$ ) between technical communication occurrences ( $M = 26.14, SD = 14.05$ ) and relational communication occurrences ( $M = 2.00, SD = 1.73$ ) or another category ( $M = 0.73, SD = 0.94$ ).

ANOVA with repeated measures revealed a main effect,  $F(6, 78) = 30.77, p < .001$ , on the first-order theme occurrences used. Indeed, Fisher's LSD post hoc comparisons revealed a

significant difference (all  $p$ 's < .0001) between disagreement on game situations (A2) occurrences ( $M = 18.00$ ,  $SD = 10.47$ ) and all others first-order themes, and (all  $p$ 's < .05) between influencing decision-making (A3) occurrences ( $M = 5.21$ ,  $SD = 3.57$ ) and all first-order themes.

Finally, ANOVA with repeated measures revealed a main effect,  $F(9, 117) = 16.59$ ,  $p < .001$ , on the second-order theme occurrences used. Indeed, Fisher's LSD post hoc comparisons revealed a significant difference (all  $p$ 's < .0001) between misinterpretation of game situation (A22) occurrences ( $M = 8.93$ ,  $SD = 5.51$ ) and all other second-order themes (see figure 14).

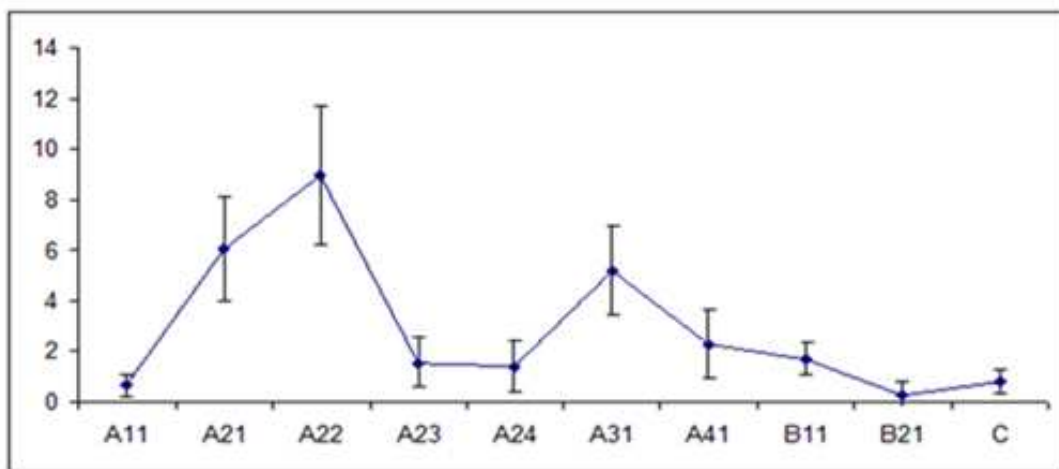


Figure 14: Mean per match of second order themes

### Adapting Coach Communications to the Information Processing Used by Referees

(1) The results of the chi-square test comparing the frequency of game misinterpretation situations by referees, with argument (A221) versus without argument (A222) during play versus during the halftime break is significant ( $\chi^2 = 14,17$ ;  $ddl = 4$ ;  $p < .01$ ). Indeed, during the halftime break, coaches made more argued criticisms ( $f = 83.33\%$ ) than non-argued criticisms ( $f = 16.67\%$ ), an effect that was reversed during game periods: ( $f = 21.2\%$ ) argued versus ( $f = 78.8\%$ ) non-argued (see Table 13).

Table 13: *Breakdown of Second-Order Themes (A22)*

	Game Periods	Halftime break	Total
A221	89	2	91
A222	24	10	34
Total	113	12	125

(2) ANOVA on semantic units for building trust reveal no time effect on the attempt to build trust,  $F(2, 39) = 0.00, p = 1$ . Moreover, we should note that this means of influence (seeking trust from referees) represents only a very small part of the means of influence expressed ( $n = 9$ ; 2.22%).

### Discussion

The main goal of the present study was to identify the social influence processes used by professional team handball coaches when they communicate with referees during a game.

The first hypothesis of different contextual factors affecting coaches' communications with referees is partially verified and allows us, in accordance with Lyle (2007), to highlight some regularity in the practices of expert coaches during the game. First, the results show a tendency of an interaction effect of (yellow card) x (period) on total occurrences. This seems to reveal that a first-half yellow card stimulates momentarily the coach-referee communications. Indeed, coaches communicate less often with referees during the second half because they are more aware of the risk of two minutes suspension. This tendency needs to be confirmed by other studies because of the small number of games studied. Second, when referees awarded a coach a yellow card, the coach tried more often to influence referee decision-making, and communicated disagreement on game situations less often, whereas when the coach is not cautioned, he communicated disagreement on game situations more often, and tried less often to influence referee decision-making. So, being cautioned generated a change in the coach's

communication strategy: the coach used a better strategy, in our opinion: using anchoring heuristics. Third, influencing referee decision-making appears to be an anchoring heuristic used more often by coaches during the first halftime when the opposing ratio was negative and during the first halftime when referees awarded the coach a yellow card.

The second hypothesis that coaches use their technical skills more than other means to influence referees is verified. Indeed, more than 90% of the set of coach's communications toward referees were technical communications and were done primarily and significantly to express disagreement on the interpretation of the situation. Thus, it seems that the coaches seek to establish their power by presenting a skill asymmetry in order to influence the referees' perception or decisions, because in the professional male handball environment, all coaches have played at this level, while the referees have not.

The coaches also criticized the referees for their lack of intimate knowledge of the activity (Dosseville & Garnarczyk, 2007). In this sense, the original French and Raven (1959) bases of power model posited five bases of power: reward, coercion, legitimate, expert and referent. Because of their status, referees have the power of coercion. They can assign disciplinary sanctions to both coaches and players, and permanently eject them from the playing field if necessary. Regarding expertise, coaches' technical knowledge and experience in their activity help them determine more accurately the location and time of potential problems. Therefore, game expertise is more awarded to coaches than referees. This might explain why coaches are more likely to express their disagreement on game situations than all other things. Regarding reward, coaches do not seek any reward from referees, but more from their peers or through their team's results. On the other hand, referees appreciate coaches telling them they have officiated the game well. This makes them feel more integrated into the environment. Therefore, there is a desire among referees to be rewarded by the coaches. In this coach-referee interaction, it is interesting to note that coercion and reward power are allocated asymmetrically

between the actors in order to avoid manifest submission. Legitimate power is assigned by the institution, so it is owned by the referees. The referent power is individual charismatic power. Therefore, it does not depend on the position occupied (referee or coach) but on each individual's characteristics (see Figure 15).

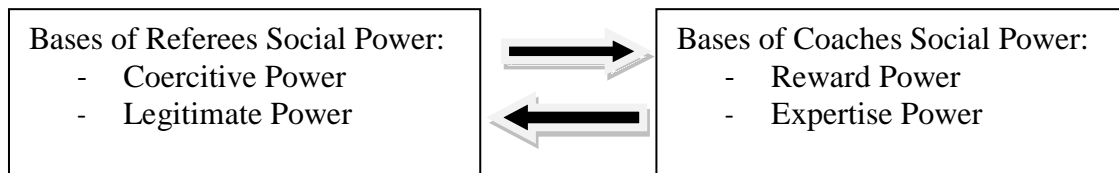


Figure 15: Distribution of bases of social power in coach-referee interactions

The third hypothesis, where the message is adapted to the referees' presumed information processing (heuristic vs. systematic), was partially verified. On the one hand, the tone of the speech takes account of the presumed means of information processing. Indeed, during halftime, the referees can process information using the systematic method. And it is during halftime that coaches make argued criticisms of the referees' interpretation of play, certainly hoping to focus their attention differently during the second halftime. Conversely, during play, because the referees process information heuristically, the coaches can influence them using direct speech requiring no arguments. These results, which conform to the models of the persuasion theory *Elaboration Likelihood Model* (Petty & Cacioppo, 1986) and *Heuristic Model of Persuasion* (Chaiken, 1980) lead us to believe that the strategies used by the coaches will be effective in terms of influence. However, on the other hand, no effect related to the period of play was found for semantic units concerning the attempt to build trust with the referees; the number of occurrences of semantic units was very low (9/405; 2.22%). These results with regard to this influence strategy are in opposition with the mechanisms of persuasion. Indeed, when the perceiver uses a heuristic approach, he is influenced by a message from a trusted source [31]. In a same way, the world-class coach studied by Debanne and Fontayne (2009) attempt to create a



positive relationship with the referees from the outset of the match. He showed them that he agreed with their decisions, even and especially those that were to their disadvantage, to create a climate of confidence and be able to weigh on the final decision at the appropriate time. The difference here can be explained by: (a) the difference in level between the coach studied by Debanne and Fontayne (2009) and this study, as well as by the coaches' experience (the four semantic units in this category were expressed by the most experienced coach); and (b) the fact that the referees' trust in the coaches can be built on many occasions after the games, both formal and informal (press conferences, e-mail exchanges, etc.), during which this type of strategy could be practiced. However, the results of this exploratory study will have to be confirmed by further studies.

## Chapitre 5      Contrôle Cognitif de l'Entraîneur en Match

1.    Debanne, T., & Chauvin, C. (soumis). Cognitive control modes used by professional handball coaches during official games. *Journal of Cognitive Engineering and Decision-Making*

### Abstract

This paper aims to identify the dynamic adjustment of the cognitive control mode used by three professional head coaches during the defensive part of a handball match, and in particular, to highlight the contextual factors that have an effect on these modes. Two main aspects characterize cognitive control modes: the level of abstraction (symbolic/subsymbolic), and the origin (internal-anticipative, external-reactive) of the data used for control. Verbal communications between three coaches and their teams were recorded during fifteen matches. The verbal meaningful units were encoded using a general cognitive method introduced by Amalberti and Hoc (1998) and coded using a predicate–arguments format, using MacSHAPA software. Analysis shows relationships between the mode of cognitive control used by a coach and the level of difficulty characterizing the situation. When the level of difficulty is low, a coach favours a reactive mode of control guided by affordances, whereas he favours a more abstract level of control and more internal data when he faces a difficult situation. In this second case, different coaching styles are available. The goal of such studies is to identify the cognitive control modes that are the most satisfying according to the main features of a match.

*Keywords:* competitive context, team management, cooperative activity, decision-making, coaching styles, naturalistic decision-making.

Coaching activity is a dynamic and chaotic activity (Bowes & Jones, 2006), generated by on-going events. It cannot be explained according to a linear and rationalistic approach (e.g., Bowes & Jones, 2006; Cushion, Armour, & Jones, 2003; Jones, 2000; Jones & Wallace, 2005; Potrac, Brewer, Jones, Armour, & Hoff, 2000), as coaches constantly have to deal with constraints. This is particularly true in team-sport competitive situations, which are dynamic and complex environments (e.g., Fiore & Salas, 2006; Hagemann, Strauss, & Büsch, 2008; Lyle, 2002; Macquet, 2009) and make up a specific subclass within the generic class of dynamic situations. This kind of situation offers rare opportunities to examine the dynamics of cognitive control (Hoc & Amalberti, 2007).

This paper focuses on coaching activities for handball teams. It aims to identify the main cognitive control modes used by three handball coaches during the defensive part of a handball match, and in particular, to highlight contextual factors that have an effect on these modes.

Handball is a team sport in which two teams of seven players each (six outfield players and a goalkeeper on each team) pass a ball to each other in order to throw it into the other team's goal. A standard match consists of two 30-minute periods, and the team scoring the most goals wins. Substitutes may enter the court at any time and repeatedly. Team handball, like other team sports, is an invasion game, but it is also a collision contact sport, as is ice hockey, where contact is a necessary and integral part of play (Silva, 1983). In this type of game, the defensive players' main objective is to stop the offensive players from reaching the goal. In order to do so, the defensive players are organized in different systems in order to attempt to push their opponents away from the scoring area and to place as many of their own players between the ball and the goal.

This paper is divided into four main parts. The main cognitive and cooperative features of a coach's activity are identified in the first section. The method used to analyse this activity is

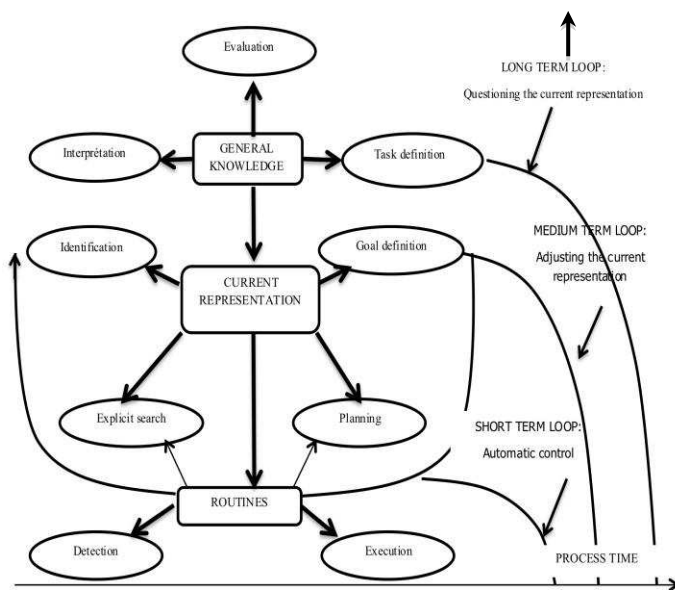
then explained. Results are presented in the third part, then discussed in the fourth and last section.

### Theoretical Background

The activity of handball coaches has three main features: It occurs in a highly dynamic situation, it applies to a team and has to take opponents' behaviours and intentions into account. This activity can be described using the theoretical framework designed by Hoc and Amalberti (1995), and Hoc (2001) to account for cognitive and cooperative activities in dynamic situations. It can be also analysed using the notion of cognitive control defined subsequently by the same authors (Hoc & Amalberti, 2007).

#### A cognitive architecture of the dynamic situation management.

Hoc and Amalberti (1995) proposed a cognitive architecture of dynamic situation management (DSM) to account for individual cognitive activities (cf. Figure 16). Largely inspired by Rasmussen's (1986) step ladder model of diagnosis and decision-making, this architecture distinguishes three feedback loops in terms of the decision's abstraction level and temporal



span.

**Figure 16** : Dynamic Situation Management model (Hoc & Amalberti, 1995)

This model can be extended to team cooperation. Hoc (2001) thus proposed analysing cooperation on three different levels:

1. Action level. At this level, cooperative activities consist in creating, detecting, anticipating, and resolving interference locally. Interference creation can be positive when it consists in mutual control or cross-checking. In this case, one agent can inform another of their disagreement, or give advice.
2. Planning level. At this level, a common frame of reference (COFOR) is explicitly generated and maintained as a common representation of the situation. The situation includes the environment (currently referred to as situation awareness —SA), as well as the agents' activities. COFOR also includes common goals, common plans, and function allocation.
3. Meta-cooperation level. Just as the planning level activity can facilitate the action level activity, the meta-cooperation level activity facilitates the planning level activity. It includes high-level knowledge that is useful to other levels, such as mental models of the other agents and of one self.

These models show that a specific system can be controlled at different abstraction and temporal levels.

### **Cognitive control.**

Cognitive control is a construct from contemporary cognitive neuroscience that refers to processes that allow information processing and behaviour to vary adaptively from moment to moment depending on current goals, rather than remaining rigid and inflexible. Research conducted in cognitive neuroscience identifies two control modes (Braver, 2012). Braver explains (Braver, Ibid) that the proactive control mode can be conceptualized as a form of “early selection,” in which goal-relevant information is actively maintained in a sustained manner, prior to the occurrence of cognitively demanding events, in order to optimally bias attention, perception and action systems in a goal-driven manner. In contrast, in reactive control, attention

is recruited as a “late correction” mechanism that is mobilized only as needed in a just-in-time manner, such as after a high interference event is detected. Thus, proactive control relies upon anticipating and preventing interference before it occurs, whereas reactive control relies upon detecting and resolving interference after its onset.

In cognitive ergonomics, Hoc and Amalberti (2007) gave a slightly different definition of this notion. They defined “cognitive control” as “the authority that makes it possible to bring into play, in the correct order and with the appropriate intensity, the cognitive representations and operations required for adaptation, according to external and internal requirements. It includes direct control and supervisory control from one control level to another” (p.28-29). The specific feature of their approach is that they classify several cognitive control modes according to two dimensions. On the one hand, they consider the origin of the data used for control (internal vs. external data) in relation to anticipative versus reactive processes; and, on the other hand, the level of abstraction of the data required for control (symbolic vs. subsymbolic). Crossing the two dimensions generates four control modes among which cognitive control is distributed (cf. Figure 17). Symbolic control of external data refers to the interpretation of external data, such as concepts or signs, whereas symbolic control of internal data refers to the processing of internal representations. Subsymbolic control can rely on internal data (internal coordination of actions for example), whereas subsymbolic control of external data is guided by affordances. Metacognitive control is implied in this distribution to ensure situation mastery.

Hoc and Amalberti (2007) explain that routinization enables the expert to perform more and more activities without symbolic control. In the same time, the availability of internal representations enables the cognitive system to operate with less external data gathered from the environment. However, they point also out that symbolic control can precede or replace subsymbolic or routine control when the expert face a difficult situation.

Hoc and Amalberti (2007) explain that routinization enables the expert to perform more and more activities without symbolic control. At the same time, the availability of internal representations enables the cognitive system to operate with less external data gathered from the environment. However, they also point out that symbolic control can precede or replace subsymbolic or routine control when the expert faces a difficult situation.

In this paper, we propose examining the mode of cognitive control used by a handball coach; i.e. to identify its adjustment according to the situation feature and, particularly, to its level of difficulty. Cognitive control will be analysed in terms of abstraction level (subsymbolic or symbolic) and in terms of the data used (external or internal).

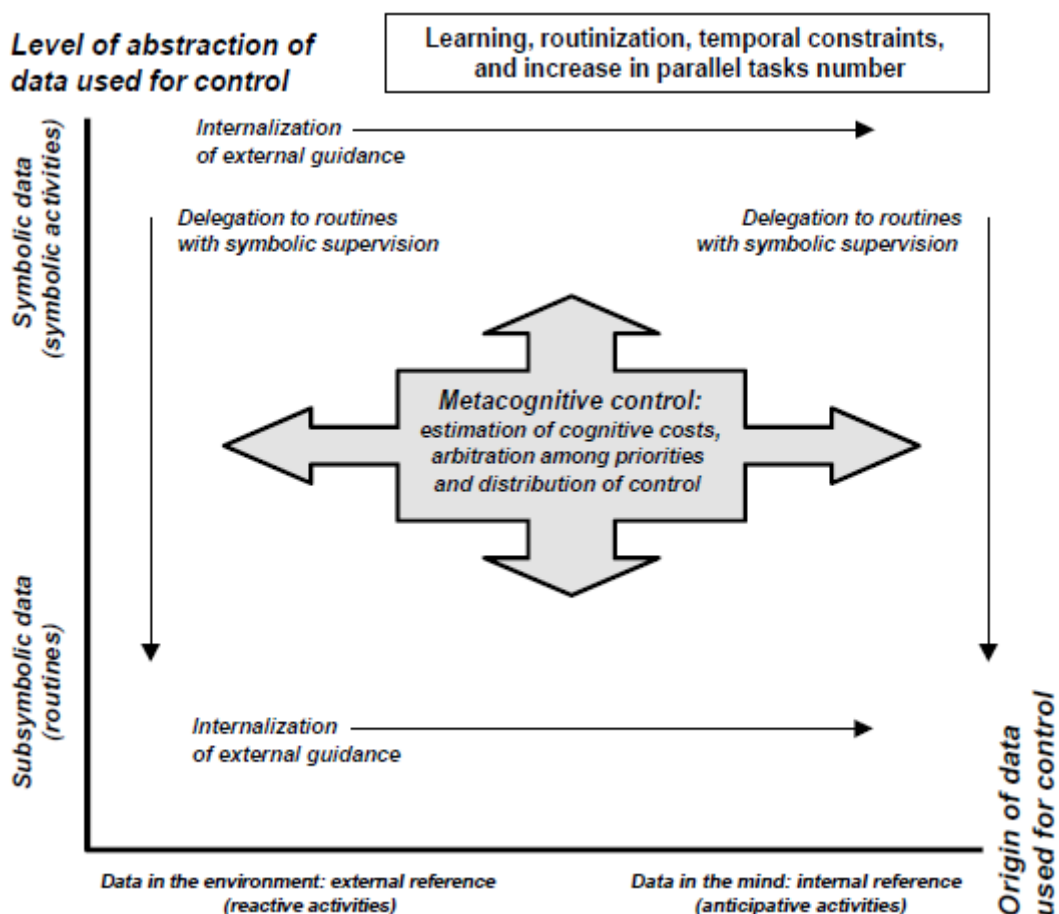


Figure 17: Modes of cognitive control (from, Amalberti & Hoc, 2007, p.43)

We propose, in this paper, to examine the mode of cognitive control used by a handball coach; i.e. to identify its adjustment according to the situation feature and, particularly, to its level of difficulty. The cognitive control will be analysed in terms of abstraction level (subsymbolic or symbolic) as well as in terms of the data used (external or internal).

## **Method**

### **Participants**

This paper focuses on the activity of three head coaches ( $C_H$ ,  $C_L$ , and  $C_Z$ ), observed during 15 matches of France's top male professional championship.  $C_H$  is 47 years old, has 12 years of experience as a professional coach and has been selected 163 times for the French national team. He was observed during five matches.  $C_L$  is 38 years old, has four years of experience as a professional coach and has been selected 23 times for the French national team. He was observed during four matches.  $C_Z$  is 50 years old, and has ten years of experience as a professional coach. He was observed during six matches.

Each team was ranked differently. Indeed, throughout the entire study,  $C_H$ 's team was in last place, with no hope of leaving the relegation zone.  $C_Z$ 's team was ranked number one throughout the study and dominated the championship.  $C_L$ 's team was ranked eighth out of fourteen at the beginning of the study. During the study, however, with many top players injured, his team lost all of its matches and fell back to twelfth place, risking finishing in the relegation zone.

### **Data Collection**

#### **Procedure.**

The kinds of data collected were (a) main situational features (main events of each match), (b) the coach's verbal communication with defensive players, and (c) self-confrontation interviews. Each match was video recorded from the first to the final whistle of the game. Verbal communication between the coach and the players was collected using a digital voice



recorder connected to a microphone. Self-confrontation interviews with the coach were conducted during the week following the match, using video recordings in natural settings and interview techniques of stimulated recall (Lyle, 2003). The audiotapes from the matches and self-confrontations were transcribed. We removed (a) all communications between the coach and all other participants in the game (i.e., his assistant, referees, medical staff, officials [scorekeeper, timekeeper, delegate]), except his own players, (b) criticisms or praise, and (c) truisms (i.e., comments made by the coach that state the obvious), as mentioned by Hastié (1999).

### **Unit of analysis.**

Before dividing the corpus into elementary units, we defined the unit of analysis. Meaningful themes were chosen as the unit for analysis rather than physical linguistic units, such as words or sentences. A meaningful unit is thus considered as a “segment of text that is comprehensible by itself and contains one idea, episode, or piece of information” (Tesch, 1990, p. 116).

From this definition, the authors chose one of the 15 matches at random and, separately, divided the associated corpus into meaningful units. The first author divided the match transcript into 114 meaningful units, and the second author into 116 meaningful units. Both coders shared 108 meaningful units, indicating satisfactory inter-coder agreement (93.1%). Special attention was paid to the part of the corpus that was not similarly divided by the coders. The ensuing discussion systematically resulted in a consensus on interpretation. Then, on this basis, the overall corpus was divided into meaningful units ( $n = 1664$ ).

### **Data Analysis**

All data (situational features, coach communication, and self-confrontation data) were synchronised. The verbal meaningful units were encoded using a general cognitive method introduced by Amalberti and Hoc (1998). It consists of inferring elementary cognitive activities

from overt behaviour, the context, a general cognitive architecture, and knowledge of the application domain. These units were coded using a predicate–arguments format, with MacSHAPA software. MacSHAPA is a software tool built to help human factors investigators carry out protocol analysis. It allows them to develop sophisticated coding schemes – relying on predicate calculus - and to use statistical routines to analyse the data once fully encoded (Sanderson et al., 1994).

The predicates were classified into several classes according to the coding scheme defined by Hoc (2001) (see Table 14). Each predicate has several arguments:

1. CR-ITF and PLA-ACT-PLAN predicates. According to Debanne and Fontayne’s study (2009), they are composed of the same three arguments (a) players’ involvement, (b) structure, and (c) technique.
2. PLA-ENV predicate is related to situation awareness. According to Endsley’s model (1995), it is composed of three arguments (Information, Comprehension, and Anticipation). Situation awareness may concern either the opposite team or one’s own team.

Table 14:

*Extracts of Verbal Protocols*

Predicate	Main argument	Examples
CR-ITF (creation of an interference with a player’s behavior [Action level])	Structure	<i>Don’t remain flattened! Get out on the players!</i>
	Involvement	<i>Run! Come back!</i>
	Technique	<i>If you go back, you must fall with him.</i>
	Structure	<i>Change defense system, align, 0-6.</i>
PLA-ACT-PLAN (plan maintenance or elaboration [Planning level])	Involvement	<i>The first half-time, you forget it. Now you must impose yourself, physically, with your team.</i>
	Technique	<i>Don’t hesitate to pull his arms.</i>
PLA-ENV (maintenance or elaboration of a shared situation awareness [Planning level])	Information	<i>He does not score as many goals as you think.</i>
	Comprehension	<i>Actually, we are in trouble only on Morgan’s duels. Everything else is OK.</i>

	Anticipation	<i>Careful, they will play "Szeged" (name of combination).</i>
PLA-ACT-REPFCT (maintenance or setting of role allocation [Planning level])		<i>Cedric, you will change with Morgan.</i>
META (activities of metacooperation eliciting the different structures of knowledge used by the operators [general knowledge, task-related knowledge, knowledge about partners, etc.])	None	
OTHER		

To test the reliability of the coding scheme, 50 semantic units were selected randomly and classified by both authors, who are experienced in qualitative methods of research. Special attention was paid to meaning units that were not assigned to the same categories by the coders, and the discussion that ensued systematically resulted in a consensus on the interpretation. Then, on the basis of this analysis grid, the two coders classified all of the semantic units. The overall Kappa revealed a satisfying rate of agreement between the two coders ( $k = .71$ ;  $z = 25.94$ ,  $p < .0001$ ). All of the conditional coefficients were also high and significant.

The verbal unit (composed of a predicate and an argument) constitutes the dependent variable. Five independent variables were considered. Two of them make it possible to characterise the game, (a) the game period (first or second half-time or break time period), and (b) the game phase (defensive or offensive). Three of them characterise the situation's difficulty level (difficult vs. easy), (a) the ratio of strength between the two teams (unfavourable to the team [difficult], favourable [easy] or balanced<sup>40</sup>), (b) the match outcome (negative when it was lost [difficult] and positive when the match was won [easy]), and (c) the coach-team system ranking (bad ranking [difficult], and high ranking [easy]).

Dependent variables are distributed between the two dimensions of cognitive control mentioned above (subsymbolic-symbolic; external-internal) as follows:

<sup>40</sup>Ratio of strength between the two is deduced from the mean score's difference ( $\Delta_{\text{score}}$ ) during each period. This ratio of strength between the two teams is considered as unfavourable when  $\Delta_{\text{score}} < -2$  (UNFAV), balanced when  $-2 \leq \Delta_{\text{score}} \leq 2$  (BAL), and favourable when  $\Delta_{\text{score}} > 2$  (FAV).

1. Predicates make it possible to locate elementary units on the external-internal dimension. The cooperative activities carried out at the action level (CR-ITF) are considered to be driven by external data and to indicate a reactive mode of control. The cooperative activities carried out at a planning level (PLA-ACT-PLAN, PLA-ENV, PLA-REPFCT) are considered to be driven by internal data and to indicate an anticipative mode of control.
2. Arguments make it possible to locate elementary units on the subsymbolic-symbolic dimension. Considering that it is difficult to know which argument is more sub-symbolic or more symbolic than another, we questioned coaches on this point during the self-confrontation interviews, then classified the arguments based on their explanations; Table 15 sums up this categorization.

Table 15:

*Breakdown of Dependent Variables Among the Two Dimensions of Cognitive Control*

Subsymbolic-symbolic dimension	External-internal dimension	
	External data(reactive)	Internal data (proactive)
Subsymbolic	CR-ITF <sub>Involvement</sub>	PLA-ACT-PLAN <sub>Involvement</sub>
		PLA-ACT-PLAN <sub>Structure</sub>
	CR-ITF <sub>Structure</sub>	PLA-ACT-PLAN <sub>Technique</sub>
Symbolic	CR-ITF <sub>Technique</sub>	PLA-ENV <sub>Identification</sub>
		PLA-ENV <sub>Comprehension</sub>
		PLA-ENV <sub>Anticipation</sub>

### Statistical Design

Chi-square tests were used to identify any significant link between factors considered two by two. Multiple Correspondence Analysis (MCA) was performed to detect patterns of contributory factors associated with predicates and arguments. MCA is a geometric data

analysis technique that is the counterpart of Principal Component Analysis for categorical data. It is used to detect underlying structures in a data set by representing data as points in low-dimensional Euclidean spaces (Burt, 1950).

## **Hypothesis**

The general hypothesis is the following: the level of difficulty faced during a match will influence the cognitive control modes used by the coach. When facing a difficult situation, coaches will use more internal and symbolic data and conversely. Three kinds of indicators were considered to assess the situation's level of difficulty. The first is specific to a team and, therefore, to a coach; it is related to the team ranking. The others are specific to a match; they consist in the ratio of strength recorded during the match on the one hand and in the match's final outcome on the other. Using these indicators, we can express more specific hypotheses.

Considering the static indicator (teams ranking), we make the following assumptions:

1. The verbal protocols of  $C_Z$  will contain a greater proportion of CR-ITF predicates and a greater proportion of involvement argument than the other coaches' protocols.
2.  $C_L$  and  $C_H$  will use a greater proportion of PLA-ACT-PLAN, PLA-ENV and PLA-REPFCT predicates, and a greater proportion of structure and technique arguments (for the PLA-ACT-PLAN predicate) as well as a greater proportion of comprehension and anticipation arguments (for the PLA-ENV predicate) than  $C_Z$ .

If we consider match features, we can assume a coach will use a greater proportion of CR-ITF predicates and a greater proportion of involvement arguments when the ratio of strength is favourable to the team and, finally, when his team has won. Conversely, a coach would use a greater proportion of PLA-ACT-PLAN predicates and a greater proportion of structure or technique arguments when the ratio of strength is unfavourable to the team and when the team has lost the match.

## **Results**

First of all, it must be emphasized that, among the 15 matches, seven were won and eight were lost.  $C_Z$ 's team won all six of its matches, whereas  $C_L$ 's lost all of its.  $C_H$ 's team won one match and lost the four others. The “coach-team system” and “match outcomes” variables are, therefore, almost identical.

We analysed 1 664 verbal units (coded in terms of predicate and argument). Predicates belonging to the metacognition level were almost non-existent. They have, therefore, been removed from the database. As one can notice (see Figure 3), two predicates are predominant: CR-ITF (coach interference with player's actions) and PLA-ACT-PLAN (plan maintenance or generation).

### **Effect of the Coach-Team System Variable on Predicate Breakdown among Match Periods.**

The three coaches differed in the way they used the predicates throughout the matches. There is a strong link between the “coach-team system” and the match period for the PLA-ACT-PLAN predicate,  $\chi^2(2,682) = 16.76, p = .000229$ .  $C_H$  used this predicate more than expected during the match, whereas  $C_Z$  used it more than expected during the break time period. There is also a link between both variables for the PLA-REPFCT predicate,  $\chi^2(2,175) = 20.03, p = .000045$ .  $C_L$  used this predicate more than expected during the break time period and less than expected during the game period, whereas the opposite effect was observed for  $C_H$ . Last, one may notice that  $C_H$  never used PLA-ENV during the break periods, unlike his colleagues.

### **Effect of Match Features on Predicate Breakdown**

Since the CR-ITF category is absent in the break time period, the results of predicate and argument analysis will be presented separately for the two half-times of matches and for the break period.

#### **During half-times.**

Two predicates are predominant during the two half-times of each match (cf. Figure 18): CR-ITF (coach interference with players' actions) and PLA-ACT-PLAN (plan maintenance or

generation). CR-ITF is present only during the defensive phases, whereas PLA-ACT-PLAN appears in both the offensive and defensive phases. We will, first of all, consider the effect of the coach-team system variable on these predicates and arguments. Then, we will examine the effect of match features.

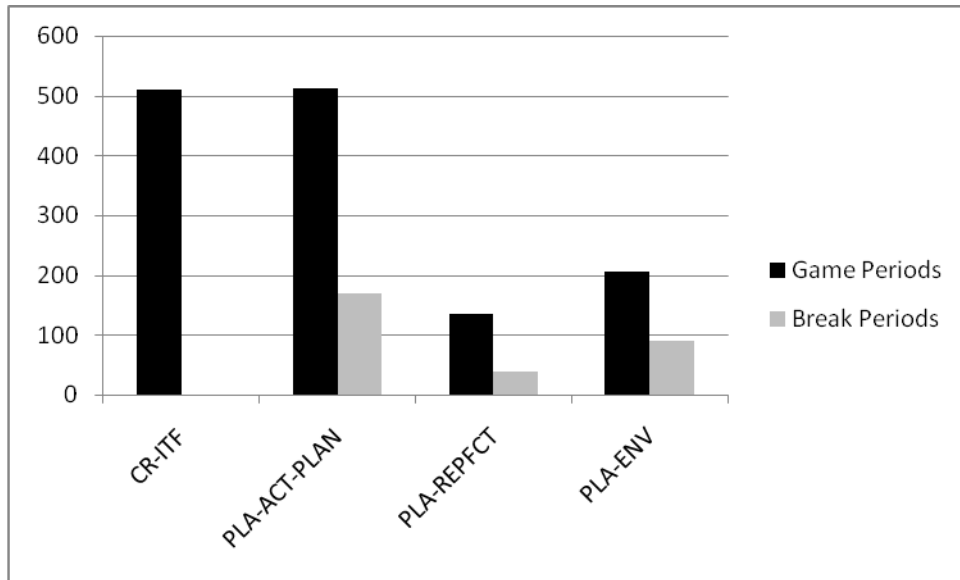


Figure 18: Breakdown of units into predicates categories during the two main phases of matches

### *Effect of the “coach-team system variable”.*

#### *Concerning predicate breakdown.*

There is a highly significant relationship between the “coach” variable and the “predicate” variable,  $\chi^2(6,1366) = 92.68, p = 0$ . This relationship is particularly obvious for the predicate CR-ITF, which is overrepresented in  $C_Z$ 's protocols, and underrepresented in  $C_H$ 's. The relationship is also pronounced for the PLA-REPFCT predicate which is underrepresented in  $C_L$  and  $C_Z$ 's protocols and overrepresented in  $C_H$ 's. It is strong for the PLA-ACT-PLAN predicate, overrepresented in  $C_H$ 's protocols and underrepresented in  $C_Z$ 's. For the PLA-ENV predicate, it also appears overrepresented in  $C_L$ 's protocols and underrepresented in  $C_H$ 's.

#### *Concerning the PLA-ACT-PLAN argument breakdown.*

There is a significant relationship between the “coach-team system” variable and the “argument” variable,  $\chi^2(4,408) = 10.62, p = .0031$ . This relationship is particularly obvious for

the “structure” argument, which is overrepresented in  $C_L$ 's protocols and underrepresented in  $C_H$ 's, and for the “involvement” argument, which is greater than expected in  $C_H$ 's protocols.

*Concerning the PLA-ENV argument breakdown.*

There is also a relationship between PLA-ENV arguments and the coach variable,  $\chi^2(4,200) = 26.64, p = .000024$ .  $C_H$  uses more information than his colleagues, proportionally.  $C_L$  uses more anticipation and less information.

*Concerning the CR-ITF argument breakdown.*

There is a strong relationship between the argument of CR-ITF and the “coach” variable,  $\chi^2(4,502) = 60.49, p = 0$ . The “structure” argument is overrepresented in  $C_L$ 's protocols and underrepresented in  $C_H$ 's and, even more, in  $C_Z$ 's, whereas the opposite link can be observed for the “involvement” argument. The “technique” argument is also underrepresented in  $C_L$ 's.

*Multiple Correspondence Analysis.*

A Multiple Correspondence Analysis (MCA) was conducted in addition to the Chi-square tests. This analysis was conducted with three main variables: the “coach-team system”, the main predicates (PLA-ACT-PLAN and CR-ITF) as well as their arguments (involvement, structure and technique). The PLA-ENV predicate was not considered because it is not associated with the same arguments.

Axis 1 explains 26.83% of the inertia. It opposes:

- The modalities: “coach-team system” ( $C_L$ ), predicate (PLA-ACT-PLAN) and argument (structure), on the negative side, to
- The modalities: “coach-team system” ( $C_Z$ ) and argument (involvement), on the positive side.

Axis 2 explains 22.86% of the inertia. It opposes:

- The modalities: “coach-team system” ( $C_H$ ) and argument (technique), on the negative side, to



- The modalities: “coach-team system” (C<sub>L</sub>).

Axis 3 explains 19.79% of the inertia. It opposes:

- The modalities: “coach-team system” (C<sub>Z</sub>) and argument (technique), on the negative side, to
- The modalities: “coach-team system” (C<sub>H</sub>) and argument (involvement), on the positive side.

Crossing these axes shows several patterns of modalities.

Crossing axes 1 and 2 highlights the following patterns (cf. Figure 19): a) Predicate (CR-ITF) – “coach-team system” (C<sub>Z</sub>) – argument (involvement), b) “coach-team system” (C<sub>L</sub>) – argument (structure), and c) “coach-team system” (C<sub>H</sub>) – argument (technique).

Crossing axes 1 and 3 highlights the following pattern: Predicate (PLA-ACT-PLAN) – “coach-team system” (C<sub>L</sub>) – argument (structure).

Last, crossing axes 2 and 3 highlights the pattern: Predicate (CR-ITF)- “coach-team system” (C<sub>L</sub>) – argument (structure).

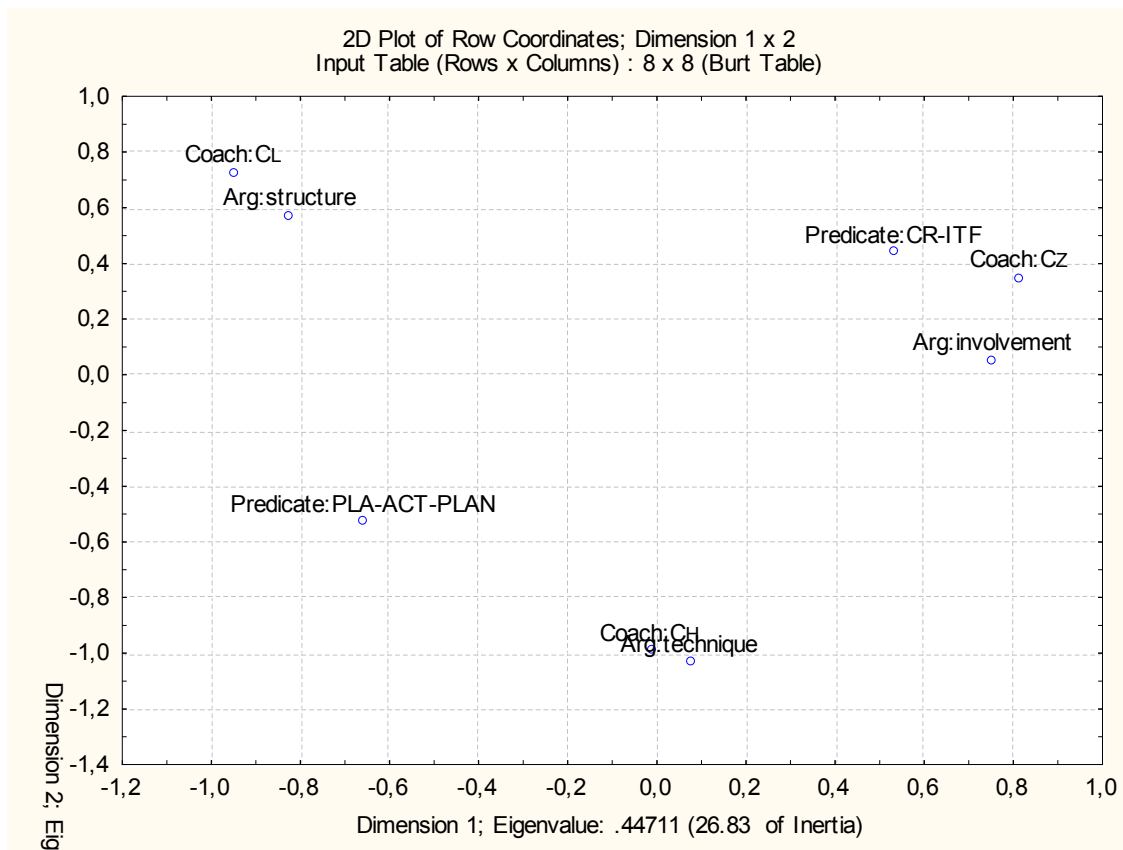


Figure 19: Multiple Correspondances Analysis on the main variables

### *The effects of match features.*

#### *Concerning predicate breakdown.*

There is a highly significant relationship between match outcome and the occurrence of the various predicates,  $\chi^2(3,1366) = 23.20, p = 0.000037$ . The proportion of CR-ITF predicates in won matches is greater than the hypothesized proportions, whereas PLA-ACT-PLAN and PLA-REPFCT appear proportionally more often in lost matches. Similarly, there is a highly significant relationship between the “ratio of strength” variable and the “predicate” one,  $\chi^2(6,1366) = 37.06, p = .000002$ . However, the proportion of PLA-ENV predicates does not deviate from the expectations.

There is also a highly significant relationship between the ratio of strength and the occurrence of the various predicates,  $\chi^2(6,1366) = 37.06, p = .000002$ . The proportion of CR-

ITF predicates is less than the hypothesized one when the ratio is negative and is greater when the ratio is positive. Conversely, the proportion of PLA-REPFCT is overrepresented when the ratio of strength is unfavourable to the team and underrepresented when it is favourable or balanced. Last, the occurrence of PLA-ACT-PLAN is less than expected when the ratio of strength is favourable for the team, whereas the occurrence of PLA-ENV is slightly smaller when the ratio of strength is unfavourable.

It seemed interesting to analyse the distribution of the predicates for  $C_H$  in more detail, since this coach obtained contrasted results (his team lost four matches and won one). However, no significant results were found at this intra-individual level.

*Concerning the breakdown of PLA-ACT-PLAN arguments.*

There is a significant relationship between match outcome and the occurrence of the arguments of the Predicate PLA-ACT-PLAN,  $\chi^2(2,408) = 12.17, p = .0023$ . The proportion of the “structure” argument is greater in lost matches than the hypothesized proportion and less in won matches. However, the relation between “argument” and “ratio of strength” is not significant.

*Concerning the breakdown of CR-ITF arguments.*

Argument occurrence of the CR-ITF predicate varies significantly according to match outcome,  $\chi^2(2,502) = 43.88, p = 0$ . The proportion of the “structure” argument is higher than the hypothesized proportion in lost matches and smaller in won matches, whereas the proportion of the “involvement” argument is higher than the hypothesized proportion in won matches and lower in lost matches.

Similarly, there is a link between the arguments of CR-ITF and the ratio of strength observed throughout the matches,  $\chi^2(4,502) = 10.33, p = .035$ . “Structure” is overrepresented when the team’s score is unfavourable and underrepresented when it is favourable.

*Concerning PLA-ENV arguments.*

There is a link between match outcomes and the arguments of PLA-ENV,  $\chi^2(2,200) = 12.13, p = .0023$ ; Information is more often present in won matches than expected whereas anticipation is more often present in lost matches. However, there is no link between this variable and the ratio of strength observed throughout each match.

At the intra-individual level of the “C<sub>H</sub>-team system”, a significant relationship appears between match outcome and the occurrence of the arguments of the Predicate PLA-ACT-PLAN,  $\chi^2(2,178) = 19.47, p = .000059$ . The “involvement” argument is the main argument used in the won match. Conversely, the “structure” argument is mainly used in lost matches.

When examining only C<sub>H</sub>, the results also highlight a significant relationship between the match outcome and the occurrence of the arguments of the Predicate CR-ITF,  $\chi^2(2,149) = 8.4, p = .015$ . The “involvement” argument is overrepresented in the won match, whereas the “structure” argument is overrepresented in lost matches.

#### **During break periods.**

Three predicates are represented during break periods (cf. Figure 3): PLA-ACT-PLAN, PLA-ENV and PLA-ACT-REPFCT.

#### ***Effect of the “coach-team system” variable.***

A relationship does exist between the predicate and the coach variables, since C<sub>H</sub> never mentions the environment (PLA-ENV). The relation remain significant when we consider just the other two predicates (PLA-ACT-PLAN and PLA-ACT-REPFCT),  $\chi^2(2,208) = 6.06, p = .048$ . One may observe, proportionally, more PLA-ACT-REPFCT and fewer PLA-ACT-PLAN predicates in C<sub>L</sub>'s protocols than in the others. This opposite pattern characterised C<sub>Z</sub>'s protocols.

#### ***The effects of match features.***

The occurrence of those predicates also depends strongly on match outcome,  $\chi^2(4,298) = 32.92, p = 0$ . In lost matches, there is an overrepresentation of the PLA-REPFCT and an

---

underrepresentation of the PLA-ACT-PLAN predicates. The opposite pattern characterised won matches. There is no significant relationship between the predicates used during the break period and the ratio of strength. This analysis was not carried out at the intra-individual level of  $C_H$ , because of the number of verbal units recorded in the won match was insufficient.

### Discussion

The present study aimed to identify the main cognitive control modes used by handball coaches during the defensive part of a handball match, and particularly to highlight contextual factors having an effect on these modes. The results show that the cognitive control activity of a team handball coach consists mainly (a) in creating interference with a player's behaviour and (b) in maintaining or elaborating a plan.

Concerning the game phase, the results are in accordance with the general hypothesis. When the team ranking is good ("coach-team system" comprised of  $C_Z$  and his team), when the game outcome is positive and when the ratio of strength is favourable to the team, the CR-ITF predicate is overrepresented. The coach interferes with his team's actions. He therefore uses a reactive mode of cognitive control. In these cases, the association of the CR-ITF predicate and the "involvement" argument is also overrepresented, indicating that he processes subsymbolic data. Conversely, when the team ranking is mixed or bad, when the match outcome is negative and when the ratio of strength is not favourable for the team, the PLA-ACT-PLAN or PLA-REPFCT predicate is overrepresented, indicating that the coaches use more often a proactive cognitive control mode, consisting in planning or re-planning their actions or in modifying the role allocation among the team members. For the coach  $C_L$  and for lost matches, the "structure" argument is overrepresented in association with the PLA-ACT-PLAN and CR-ITF predicates, indicating the processing of symbolic data. However, the occurrence of the PLA-ENV predicate -as well as the occurrence of its arguments - does not vary notably according to the level of difficulty. Predicate occurrence is slightly lower when the ratio of strength is unfavourable to

the team. It is also underrepresented by  $C_H$  but overrepresented in  $C_L$  protocols. It must be noticed that information is more often present in won matches than expected whereas anticipation is more often present in lost matches.

Concerning the break phases, the results show an overrepresentation of the PLA-REPFCT and an underrepresentation of the PLA-ACT-PLAN predicates in lost matches, and an overrepresentation of the PLA-ACT-PLAN and an underrepresentation of the PLA-REPFCT predicates in won matches. Indeed, when the team ranking is good (“coach-team system” comprising  $C_Z$  and his team), the coach will have confidence in the best composition of his team. He knows which particular adjustments he can make. So he can focus on the COFOR. Conversely, when the team ranking is mixed or bad, the coaches ( $C_H$  and, even more,  $C_L$ ) will take advantage of the break time period to modify the function allocation between the team members. Therefore they try to answer to the following questions: Which players should make up the team? Which positions should they play? Will they have enough resources to solve the problems?

The results show an obvious difference between the mode of cognitive control used by  $C_Z$  (reactive and subsymbolic) and by his two colleagues (anticipative and symbolic). They point out, furthermore, a difference in coaching style between  $C_H$  and  $C_L$  concerning cooperative activity between the coach and his players. During the game, the first, more often than the second, attempts to modify the allocation of roles among the team members. His plans are also more often in relation with the involvement of the team members. Conversely, he is less concerned with shared situation awareness, and it must be emphasized that he provides no information concerning the environment during the break time period. In comparison,  $C_L$  tries to maintain his team’s situation awareness. His interactions with his team primarily concerned the team’s structure and seldom technical aspects of the game. These differences between the cognitive control modes used by these two coaches can be explained when we consider team

characteristics: C<sub>H</sub>'s team is composed of young players and their autonomy and ability to manage problems on their own are quite low. This is probably why C<sub>H</sub> does not try to improve their situation awareness during the break phase. The frequent use of role allocation by C<sub>H</sub> may also be explained by the players' youth. Indeed, as stated during C<sub>H</sub> self-confrontation interviews, this coach turned to substitution players as a sanction for poor performance and, especially, after an inadequate action.

Coaching styles are usually analysed in terms of leadership styles (e.g. Chelladurai, 1990 for review; Kent & Chelladurai, 2001). This study provides an original point of view on this topic. It reveals the existence of two main styles of coaching depending on the situation's difficulty: Reactive-subsymbolic on the one hand, and anticipative-symbolic on the other. In this way, it completes the work of Mouchet, Harvey and Light (2013), conducted with rugby coaches and identifying reactive or proactive profiles. Mouchet et al. (2013) explained these 'styles' using personal characteristics, past experiences, objectives for the team, expectations for the game and characteristics of the players. Inside the "anticipative-symbolic" style, the present study shows that, when the situation's level of difficulty is high, the coach's cooperative activity may consist either in modifying role allocation, or in planning or re-planning his team's activity. When modifying role allocation, a coach may choose to replace one or more players with substitute players and/or to reposition first-team players (e.g. between back and wing player). When planning or re-planning his team's activity, he may (a) change the team structure by adjusting a player's position on the court (laterally or in depth), or (b) change the team organization (i.e., new choice of defence system). One may notice that these two coaching styles are not exclusive; rather, they represent two extremes on a continuum.

From a practical point of view, these findings are expected to impact coach training and, more generally, the training of supervisors in dynamic and competitive situations. Following this study, we may suggest that a coach:

1. Increase players' physical and mental involvement and guide player's actions when he assesses team performance as sufficient or when he thinks that the team has the ability to manage the situation on its own. In such cases, he can use the break time period to assure COFOR maintenance.
2. Act on role allocation or/and action planning when he assesses his team performance as insufficient, or when he thinks that his team cannot manage the situation on its own. In such cases, action planning may consist in (a) adjustments concerning the players' positioning on the field in depth (in order to be not too far from, or too close to, the target) and in laterality (team density), (b) choosing the most relevant team organisation (i.e., defence system) considering the opponent characteristics, and (c) choosing the best suited players for this team organization.

From a theoretical point of view, this study confirms the fact that symbolic control can precede or replace subsymbolic or routine control when the expert faces a difficult situation as shown by Hoc and Amalberti (2007). It also shows that a reactive mode of control is sufficient when there are no particular difficulties. On the contrary, the coach is required to modify his plans when the situation shows them to be ineffective and therefore adopt a more anticipative mode of control. This result may appear to contradict studies reported by Braver (2012) showing that a proactive pattern was observed in a low load condition whereas the pattern was more reactive in a high load condition. But, it must be emphasized that our study was conducted with experts observed in naturalistic settings and it is known that experts are flexible. That is to say that they are able to adapt to ambiguous, changing and complex environments because they can call upon a wide range of strategies to respond to the characteristics of a situation, and in particular to manage uncertainty. They know how and when to use a strategy, and when to change strategies.

The main limit of this study is related to the fact that a given coach was almost always confronted with situations presenting the same level of difficulty. Therefore, except for one



coach, it was not possible to carry out an intra-individual analysis of the cognitive control adjustments according to the situation features. It would be interesting to conduct similar studies in more varying contexts. Another limit concerns the coaches' profiles. All of them are experts and, one a super-expert<sup>41</sup> and it is well known that expertise influences coaches' decision-making (Debanne, Angel, & Fontayne, 2013). It would be interesting to study the ability of less experienced coaches to adjust their mode of cognitive control. For this topic also, it would be necessary to conduct complementary studies.

---

<sup>41</sup>The notion of "Super-expert" refers to the top experts in a particular field (Raufaste, 2001).

2. Debanne, T., Angel, V., & Fontayne, P. (2013). Decision-Making during Games by Professional Handball Coaches Using Regulatory Focus Theory. *Journal of Applied Sport Psychology*.

#### **Abstract**

The main goal of this study, based on regulatory focus theory, is to assess the effects of the reward structure on the defensive strategy of handball teams. The results show that (a) a promotional defensive strategy is more often preferred in the second half of the second half-time than in any other game period, (b) second division coaches are more likely to put their players in regulatory fit situations than are first division coaches, and could thus be more influenced by affordance situations than first division coaches, who would be more concerned with the ratio of strength between the teams.

**Key-words:** dynamic environment; self-regulation; competition; motivation; performance

Team sport competitive situations make up a specific subclass in the generic class of dynamic situations (Debanne & Chauvin, 2013; Fiore & Salas, 2006; Hagemann, Strauss, & Büsch, 2008; Macquet, 2009), which share a common characteristic: the fact that the situation is evolving, even without any intervention from the operator. In this kind of specific situation, the coach is required to make many decisions that have major consequences on the outcome of the game and the relevance of these choices is a reflection of the coach's skill in team management (Horton, Baker, & Deakin, 2005). Despite an increase in coaching science research (see Gilbert & Trudel, 2004, for review), few studies have focused on the decision-making process during actual competitions (Debanne & Fontayne, 2009; 2012; Duke & Corlett, 1992; Gilbert, Trudel, & Haughian, 1999; Hagemann et al., 2008; Jones, Housner, & Kornspan, 1997; Smith & Cushion, 2006; Wilcox & Trudel, 1998) and none, to our knowledge, have focused on the choice of a defensive strategy, despite it appearing to be an important element for coaches (Lyle, 2002). This is why the goal of this article is to perform for the first time, to our knowledge, a quasi-experimental study in a real competitive environment and to examine specifically how coaches make decisions concerning defensive strategies in specific contexts (time remaining, score, man-advantage or man-disadvantage) that must be taken into account in the coaching process (Côté, Young, North, & Duffy, 2007; Gilbert, 2007; Lyle, 2007). Indeed, these contextual factors can affect the interpretation of rewards that is strongly influenced by active goals held by teammates. In particular, a distinction is made between approach goals, desirable end states that one wants to work toward, and avoidance goals, undesirable end states that one wishes to prevent from occurring (Carver & Scheier, 1998).

### **Regulatory Focus Theory**

Regulatory focus theory (Higgins, 1997, 1998) provides a framework to examine how situational differences influence people's decisions depending on their self-regulatory

orientation, and has great potential for the understanding and enhancement of sport performance (Plessner, Unkelbach, Memmert, Baltes, & Kolb, 2009). According to this theory, decision-making in dynamic environments depends on two self-regulatory and motivational principles which govern human behaviors and strategies or tactics to reach a goal: (a) a promotion focus is sensitive to the presence or absence of positive outcomes and uses approaches as a strategic means (e.g., “*we have to win this game*”; “*we need to get this ball back quickly*”), (b) a prevention focus is sensitive to the presence or absence of negative outcomes and uses avoidance as a strategic means (e.g., “*we can’t lose this game*”; “*we must prevent the opposing team from scoring a goal*”).

Scholer, Zou, Fujita, Stroessner, and Higgins (2010) showed that a promotional orientation of behavior becomes a motivational necessity when an individual is in a state of loss; when the individual is in a prevention-focused regulatory state; and when the risky option alone offers the possibility of avoiding loss. Although there are stable individual differences in dominant chronic regulatory focus (Higgins, 1997), one’s current focus also depends on situational factors (Higgins, 1998; Higgins & Silberman, 1998; Shah & Higgins, 2001) and situations often induce a regulatory focus that can override this long-term tendency (Shah, Higgins, & Friedman, 1998). The influence of the regulatory focus on the way we see and cope with the world (Scholer & Higgins, 2010) depends on the interaction between one’s regulatory focus and the environment’s local reward structure, that is, the gains or losses resulting from one’s actions (Higgins, 2000; Maddox, Baldwin, & Markman, 2006). When a promotional person is in an environment promoting maximized gains, or when a preventive person is in an environment minimizing losses, it is called a regulatory fit. Conversely, when the regulatory focus and the reward structure do not match, it is called a regulatory mismatch.

Fit between the regulatory-focus-induced processing characteristics and the nature of the environment influences performance positively (Otto, Markman, Gureckis, & Love, 2010).

This has been shown even in tasks that heavily involve motor skills, where authors have considered only subjects' chronic orientation (Kutzner, Förderer, & Plessner, 2012; Memmert, Unkelbach, & Ganns, 2010; Plessner et al., 2009). This positive link between fit and performance can be explained in two ways. Firstly, many authors highlighted the cognitive consequences of regulatory fit (Grimm, Markman, Maddox, & Baldwin, 2008; Higgins, 2000; Maddox, Baldwin, & Markman, 2006; Worthy, Maddox, & Markman, 2007). They showed that compared to a mismatch, a fit between the situational regulatory focus and the task's reward structure leads to greater cognitive flexibility, defined as the ability to spontaneously restructure one's knowledge in many ways, in an adaptive response to radically changing situational demands (Spiro & Jehng, 1990). More precisely, Memmert et al. (2010) showed a positive regulatory fit effect on the allocation of attentional resources (i.e., a broader scope of attention) contributing to improve performance in a detection task, while Freitas and Higgins (2002) showed that a fit leads to a feeling of doing something right and feeling good about it. Indeed, if one "*feels right*" about what one is doing, the task does not require one's full attention, and thus, one is open to more alternatives or flexible solutions. Secondly, regulatory fit contributes to value by increasing the strength of engagement to complete a task through the improvement of intrinsic motivation and motivational intensity or persistence in spite of difficulties encountered (Bianco, Higgins, & Klem, 2003; Förster, Higgins, & Idson, 1998; Higgins & Spiegel, 2004). Actually, it is also possible to explain regulatory fit's consequences with Feeling-as-information theory (Schwarz, 2012) which is an extension of Mood-as-information theory (Schwarz & Clore, 1983). In a general way, Schwarz (2012) explains how a feeling, conceptualized as a combination of moods, emotions, metacognitive experiences, and bodily sensations, is able to influence individuals' judgments and behaviors, depending on whether the situation is considered as "benign" (absence of risk) or "problematic" (presence of risk). Thus, we could consider that a regulatory fit situation provides a positive feeling (as

“feeling right”) similarly to a situation perceived as benign and that a regulatory mismatch situation provides a negative feeling similar to a situation perceived as problematic.

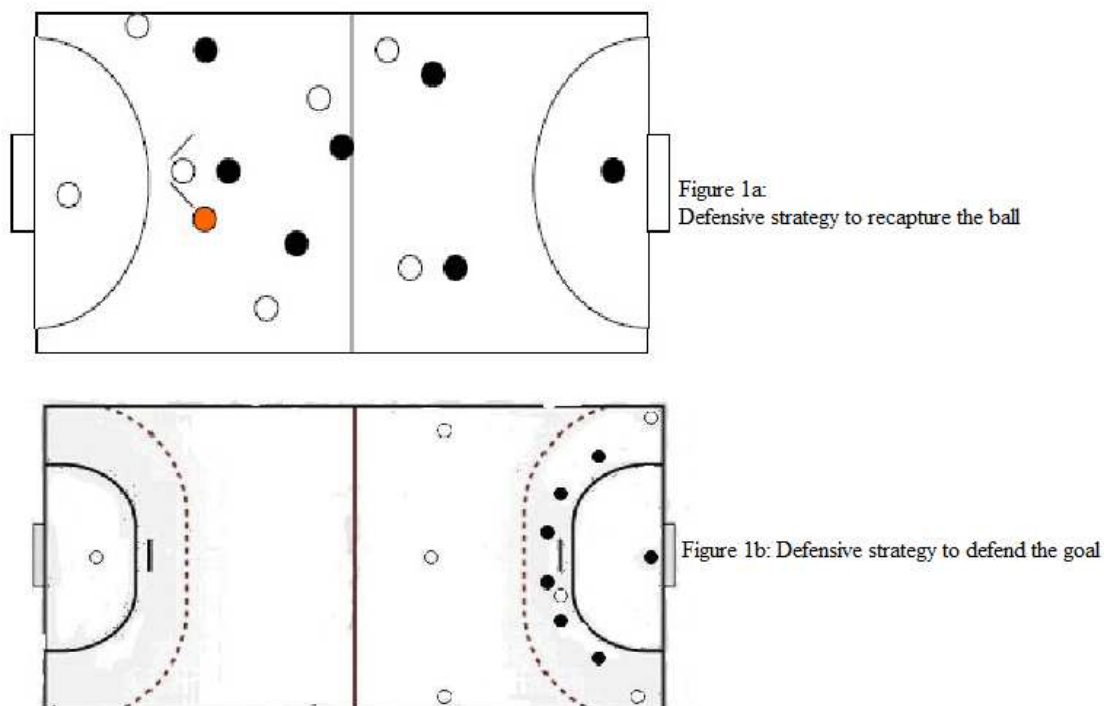
Research in organizational and team literature has convincingly demonstrated that the characteristics and demands of the environment in which an organization is embedded interact with its structure to determine the organization’s ultimate effectiveness (Beersma et al., 2003; Hollenbeck et al., 2002; Thompson, 1967). Depending on the degree of fit between the characteristics of the structure and the demands of the environment, a particular organizational structure is advantageous in some task environments but a hindrance in others (Galunic & Eisenhardt, 1994). In the same way, Dimotakis, Davison, and Hollenbeck (2012) showed that achieving regulatory fit by aligning team structure with the task characteristics is operationally important. Therefore, these authors suggest that managers would be wise to consider matching team structure to the regulatory focus of desired task outcomes, and could create and train teams that are optimally suited to address promotion- or prevention-oriented tasks.

### **Defensive Strategy as the Regulatory Focus of Players**

Gréhaigne, Godbout, and Bouthier (1997) showed that players’ intentions are represented primarily in the defensive phase of the game, either when recapturing the ball or when defending the goal. Furthermore, coaches can translate their intention of ball recovery by choosing a specific team structure in which defenders spread out around the field in order to try to catch the ball during throws between offensive players. This team structure is more effective in intercepting the ball (see Figure 20a). The intention to intercept the ball is associated with a gains reward structure based on gain seeking (gaining the ball), and necessitates a promotional focus, so that the reward structure and regulatory focus fit. Conversely, the intention to defend the goal can be met by choosing another specific team structure, which consists in positioning all the players along the goal area line. This team structure reduces gaps between defensive players and decreases the offensive players’ possibilities of approaching the goal (see Figure 20b). The

intention to defend the goal is associated with a reward structure based on avoiding loss (preventing a goal), and necessitates a preventive focus to make the reward structure and the focus orientation fit. One issue that seems to remain largely unconsidered in applied sport science is the influence of coaches' division level on their strategic and tactical choices during the evolution of the game. In an exploratory perspective, we propose that due to differences among coaches in their levels of experience of high levels of competition and of talent management, coaches have a potential effect on the choice to attain or to maintain a regulatory fit between the defense strategy and the reward structure.

Figure 20: Defensive Strategy to recapture the ball or defend the goal



### Reward Structure Linked to Game Situation

Based on current research (Debanne & Fontayne, 2012; Lyle, 2007), it seems likely that a number of contextual factors affect the coaching process, because they modify the reward structure during the match. Indeed the reward structure is a setting that affects an evaluation of

success (Ames, 1992) based on a comparison between the actual situation and the desired end state (victory). It is also a dynamic structure evolving with the score difference between the teams, and the numerical difference as well. Thus, while the match is in progress, coaches can choose to seek gain (for instance, while their team is leading or/and when it has a one-man advantage after two-minute suspension[s]) or to avoid loss (for instance, while their team is leading and/or is at a numerical disadvantage after two-minute suspension[s]). By considering the dynamic aspect of this structure, the time remaining to the end of the game appears to be a critical parameter that could affect the intensity of the present reward structure. Indeed, being ahead by four points during the first half-time does not have the same consequence on the reward structure as it would a few minutes before the end of the match.

### **Hypothesis**

Based on the theoretic background, we postulate that the reward structure affects coaches' decision-making processes, and we make the following hypotheses:

1. The choice of a defensive strategy depends on the reward structure. Specifically, when there is a gains reward structure situation, coaches tend to choose a defensive strategy promoting the recapture of the ball, so the players have a promotion focus. Conversely, when there is a losses reward structure situation, coaches tend to choose a defensive strategy promoting the defense of the goal, so the players have a prevention-focus.
2. There is an effect of regulatory fit on defensive performance. When the defensive strategy fits with the situation's reward structure (a regulatory fit situation), performance would be better than during a mismatch situation.
3. There is an effect of the coach's level on regulatory fit. First division coaches put their players in regulatory fit situations more often than do second division coaches.

### **Method**



The research was conducted in accordance with ethical standards (Harris & Atkinson, 2009), and was approved by the Ethics Committee of Paris-Sud University.

### **Participants**

All of the handball professional coaches ( $n = 30$ ) from the top two male professional French championships (first division [ $n = 14$ ] and second division [ $n = 16$ ]) during the 2011-2012 season participated in this study. All raw data was collected through the video recording of 36 games (18 first division games and 18 second division games), downloaded from the website [www.dartfish.tv](http://www.dartfish.tv). These games were selected using a simple random method, with the only criterion being that each coach could be observed at least twice.

### **Presentation of Variables**

This study includes two dependent variables, (a) defensive strategies, (b) defensive performance, and two independent variables, (a) situation's reward structure, (b) game periods.

In accordance with Chabaud, Berthier, Massarelli, and Farget (2011), defensive strategies are evaluated with three modes depending on the positions of the defensive players on the court, (a) aligned defense (all the players line up around the 6-metre goal line, [1]), (b) staged defense (only one player cruises outside the nine-meter perimeter, defense, [2]), and (c) high staged defense (at least two defensive players cruise outside the nine-meter perimeter, [3]) (see Figure 21).

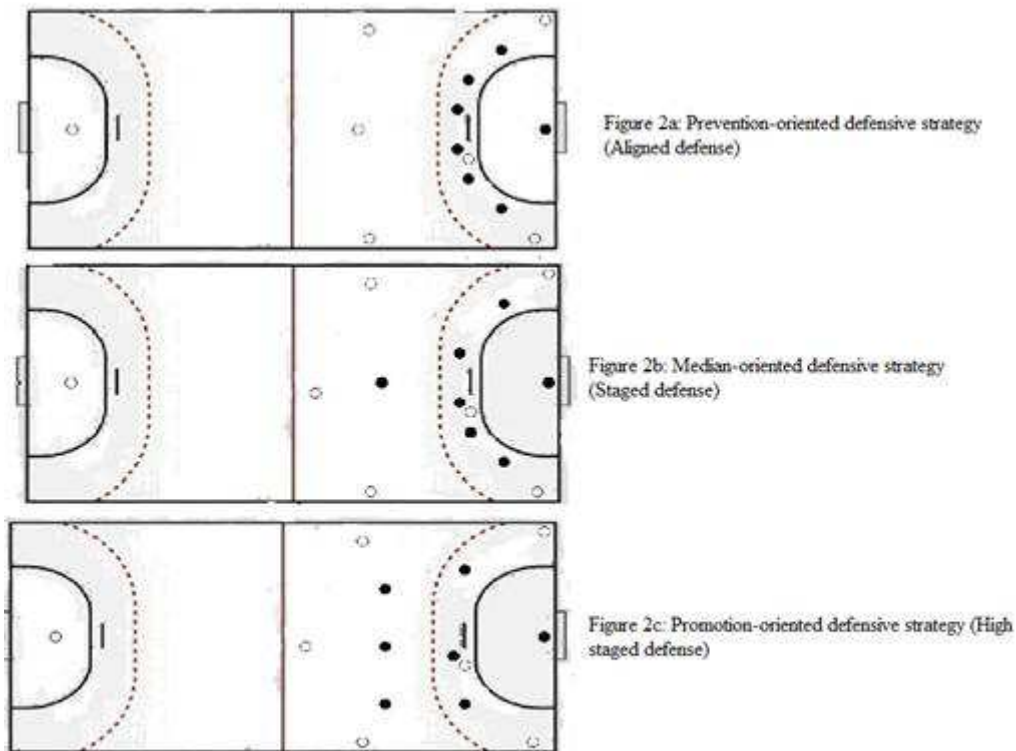


Figure 21: Prevention and promotion level of various defensive strategies

Defensive performance is noted with the result of each game phase (“goal” if a goal was scored by the opponent [-1], and “no goal” [0]).

The situation’s reward structure (gains, neutral, losses and “unclear”) can be characterized combining two contextual factors (see Table 17), (a) numerical difference between the teams (numerical inferiority, when the opposing team has a one-man or more advantage over one’s own team [INF], numerical equality [EQU], and numerical superiority when one’s own team has a one-man or more advantage over the opposing team [SUP]), and (b) ratio of strength between the teams, defined as a group of players confronting another group of players for an object (Gréhaigne et al., 1997), and deduced from the score’s difference ( $\Delta_{\text{score}}$ ). This ratio of strength between the two teams is considered as unfavorable when  $\Delta_{\text{score}} < -2$  [UNFAV], balanced when  $-2 \leq \Delta_{\text{score}} \leq 2$  [BAL], and favorable when  $\Delta_{\text{score}} > 2$  [FAV]). However, just before the end of the game, we choose arbitrarily that during the final two defensive phases, if  $\Delta_{\text{score}} < 0$ , then the ratio of strength is considered as unfavorable [UNFAV]; if  $\Delta_{\text{score}} = 0$ , then the ratio of

strength is considered as balanced [BAL]; and if  $\Delta_{\text{score}} > 0$ , then the ratio of strength is considered as favorable [FAV]. The reward structure is arranged as follows: if the numerical difference between the two teams and the ratio of strength is equivalent in terms of reward structure, both help to characterize the reward structure (SUP and UNFAV characterize a gains reward structure; INF and FAV characterize a losses reward structure). If one of the two variables is neutral, the second would characterize the reward structure. If the numerical difference between the two teams and the ratio of strength is heterogeneous in terms of reward structure, the latter is qualified as “unclear”.

Table 17: *Distribution of Game Situations Between Reward Structure and Contextual Factors*

Numerical Difference	Opposing Relationship	Reward Structure	<i>N</i>
INFERIORITY	<i>UNFAVORABLE</i>	Unclear	83
	<i>BALANCED</i>	Losses	144
	<i>FAVORABLE</i>	Losses	80
EQUALITY	<i>UNFAVORABLE</i>	Gains	570
	<i>BALANCED</i>	Neutral	1243
	<i>FAVORABLE</i>	Losses	628
SUPERIORITY	<i>UNFAVORABLE</i>	Gains	108
	<i>BALANCED</i>	Gains	182
	<i>FAVORABLE</i>	Unclear	96

*N* = Number of observations

Four game periods are identified for each match (first half of the first half-time [P11], second half of the first half-time [P12], first half of the second half-time [P21], and second half of the second half-time [P22]).

## Procedure

The first step consisted in breaking down into sequences the attack and defense phases in each of the thirty-six observed games ( $n = 8222$ ). Only placed defenses (defense phase when the defense sets up after a stoppage in play or when a counter attack was stopped, allowing defensive players to close the gaps around the goal-area line) were kept for further investigation ( $n = 3134$ )

because only these phases are useful for identifying the defensive strategy, and thereby, the coaches' decision-making processes. They can be structured with different defense systems (6-0; 5-1; 3-2-1; 4-2; 3-3, or man-to-man defense, for example).

In a second step, the reward structure of each game phase was linked to the 3134 defensive phases. However, situations in which the reward structure was "unclear" were excluded from analysis ( $n = 179$ ).

In a third step, we associated each defensive strategy with a particular focus. The characteristic "aligned defense" (6-0 defense system) is associated with a preventive focus because all the players seek to protect their goal and want, above all, to avoid conceding a goal, whereas "staged defense" (5-1 or 3-2-1 defense systems) is associated with a median focus, and "high staged defense" (4-2; 3-3; or man-to-man defense system) is associated with a promotion focus because all the defensive players seek to prevent the opponents from keeping the ball and so seek to recapture it.

In a fourth step, each match was divided into four quarters.

Finally, in order to determine the effect of regulatory fit on defensive performance, we (a) identified regulatory fit by crossing the regulatory focus with the situation's reward structure (see Table 17) and noted (a) the result of each game phase, (b) the situations in which the teams were in numerical superiority ( $n = 386$ ), in numerical equality ( $n = 2441$ ), or in numerical inferiority ( $n = 307$ ) in order to compare the situations with the same number of players.

Table 17: *Level of Regulatory Fit*

Reward Structure	Defensive Strategy	<i>Level of Regulatory Fit</i>	<i>N</i>
Losses	<i>Prevention</i>	Fit	654
	<i>Promotion</i>	Mismatch	28
	<i>Median</i>	Median	170
Gains	<i>Prevention</i>	Mismatch	339
	<i>Promotion</i>	Fit	168
	<i>Median</i>	Median	353
Neutral	<i>Prevention</i>	Median	691
	<i>Promotion</i>	Median	40
	<i>Median</i>	Median	512

*N* = Number of observations

### Reliability

To guarantee the reliability of the coding scheme, we asked three professional coaches to code the data independently. They met expert-coach criteria (Côté, Salmela, Trudel, Baria, & Russel, 1995) with (a) a minimum of ten years of coaching experience, (b) a performance outcome measure, having played at the international level, and (c) recognition as among the best to develop elite athletes. Each agreed to code three matches, so, a sample of nine matches was coded, allowing us to assess coding reliability ( $n = 777$ ). The reliability points were estimated using a kappa index ( $k$ ) which represents the normalized proportion of inter-observer agreement in excess of what would be expected on the basis of chance or random assignments. We used MacKappa software (Watkins, 2002), which calculates both general and conditional coefficients and tests the statistical significance of agreement among many observers assigning objects to nominal scales based on Fleiss' (1971) computational formulae. The overall kappa revealed a considerable degree of agreement among the coders ( $k = 0.99$ ;  $z = 28.37$ ,  $p < .0001$ ). All of the conditional coefficients were also high and significant (see Table 18). Taken as a whole, these results showed acceptable reliability of the coding.

Table 18: *Reliability of Coding Sample*

Defensive Strategies	No. (%)	Kappa	Z
Prevention	485 (62.4)	0.99	8.04***
Median	220 (28.3)	0.98	10.29***
Promotion	72 ( 9.3)	0.97	8.55***
Overall	777	0.99	28.37***

\*\*\*  $p < .001$

### Data Analysis

A 2 (Coach Level: First Division vs. Second Division) x 3 (Reward Structure: Gain vs. Neutral vs. Loss) x 4 (Game Periods: P11 vs. P12 vs. P21 vs. P22) Analysis of Variance (ANOVA) was performed to determine the effects of the coach's level (first division versus second division), the reward structure of game situations (gains versus neutral versus losses) and the game periods (P11 versus P12 versus P21 versus P22) on the defensive strategy chosen.

Two other ANOVAs, with a principal factor, were performed to determine the effects of regulatory fit levels (fit versus median versus mismatch) on defensive performance, one in man-advantage game situations and the other in numerical equality game situations (in game situations with numerical inferiority, all defensive systems are aligned, therefore as there is no variance, it is unnecessary to perform an ANOVA).

### Results

The first ANOVA (2 x 3 x 4) revealed two main effects and two interaction effects on the choice of defensive strategy.

#### Main Effect of Reward Structure on Defensive Strategy

The ANOVA revealed a significant main effect of the reward structure on defensive strategy,  $F(2, 2931) = 137.16, p < .00001$ . Fisher's LSD post-hoc comparisons ( $ps < .0001$ ) showed that the defensive strategy is more often promotion-oriented ( $M = 1.77, SD = 0.02$ ) in a

gains reward structure situation than in a neutral reward structure ( $M = 1.47$ ,  $SD = 0.02$ ) or a losses reward structure ( $M = 1.27$ ,  $SD = 0.02$ ) situation.

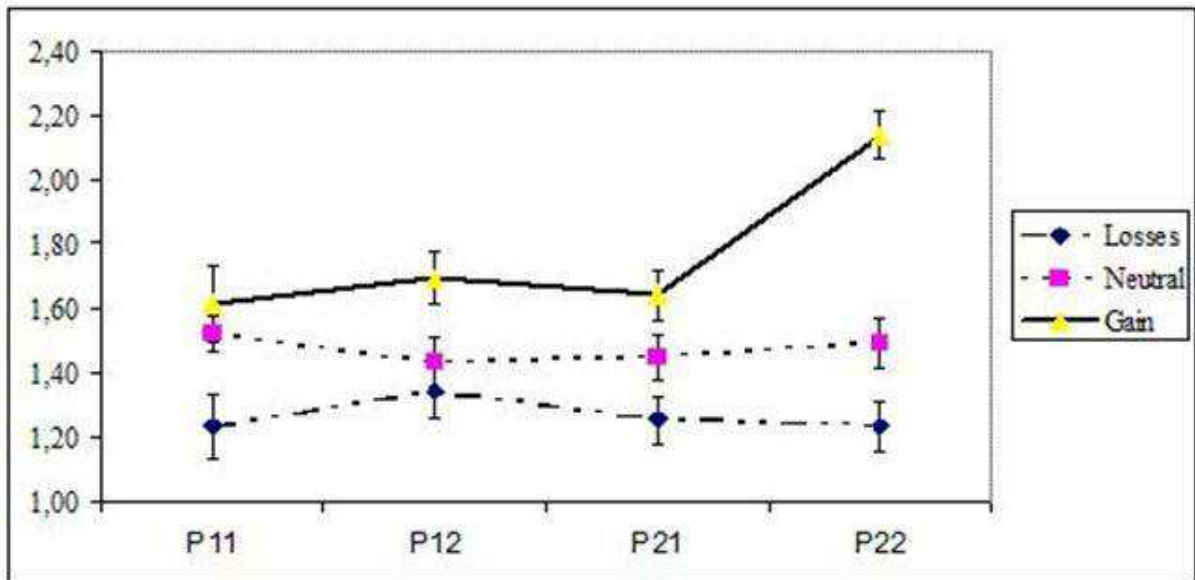
### **Main Effect of Game Period on Defensive Strategy**

The ANOVA also revealed a significant main effect of game periods on defensive strategies,  $F(3, 2931) = 12.99$ ,  $p < .00001$ . Post-hoc comparisons revealed a significant difference between (P22) and all others ( $ps < .00001$ ). Indeed, during P22, the defensive strategy is more promotion oriented ( $M = 1.62$ ,  $SD = 0.02$ ) than during other periods: ( $M = 1.45$ ,  $SD = 0.03$ ), ( $M = 1.48$ ,  $SD = 0.02$ ), ( $M = 1.45$ ,  $SD = 0.02$ ) for P11, P12 and P21 respectively.

### **Interaction Effect (Reward Structure) x (Game Periods) on Defensive Strategy**

The ANOVA revealed an interaction effect of game periods and reward structure on defensive strategy,  $F(6, 2931) = 15.41$ ,  $p < .00001$ , (see Figure 22). Fisher's LSD post-hoc comparisons showed (a) when there is a losses reward structure, the defensive strategy is significantly ( $p < .05$ ) more often prevention oriented during the second half of the second half-time than during the second half of the first half-time, (b) when there is a gains reward structure, the defensive strategy is more often promotion-oriented during the second half of the second half-time than in any other game period ( $ps < .0001$ ).

Figure 22: Interaction effect (Reward Structure) x (Game Periods) on defensive strategy



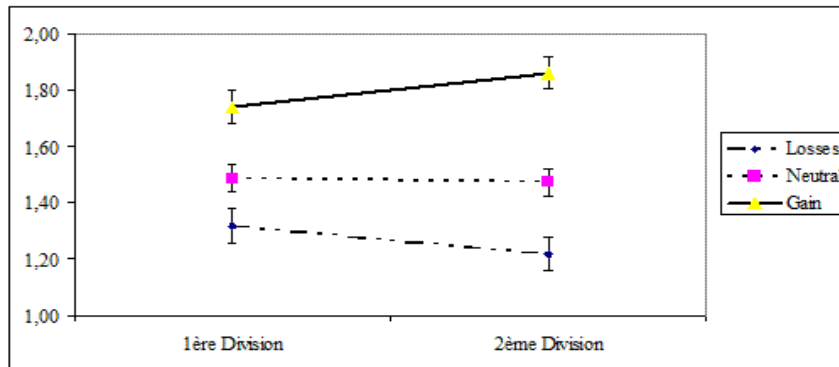
### Interaction Effect (Coach's Level) x (Reward Structure) on Defensive Strategy

The ANOVA revealed a significant interaction effect of the coach's level (first versus second division) with the reward structure on the defensive strategy used,  $F(2, 2931) = 6.56, p = .001$  (see Figure 23). Indeed, Fisher's LSD post-hoc comparisons showed a significant difference ( $p = .003$ ) between the defensive strategy chosen by first division coaches ( $M = 1.70, SD = 0.04$ ) and that chosen by second division coaches ( $M = 1.83, SD = 0.04$ ) during a gains reward structure; and Fisher's LSD post-hoc comparisons showed a significant difference ( $p = .001$ ) between the defensive strategy chosen by first division coaches ( $M = 1.31, SD = 0.03$ ) and second division coaches ( $M = 1.23, SD = 0.03$ ) during a losses reward structure. In this sense, second division coaches put their players in regulatory fit situations significantly more often than first division coaches.

No significant difference ( $p = .67$ ) was found between first division coaches ( $M = 1.46, SD = 0.02$ ) and second division coaches ( $M = 1.47, SD = 0.02$ ) during a neutral reward structure.



Figure 23 : Interaction effect (Reward Structure) x (Coach's Level) on defensive strategy



### Effect of the Regulatory Fit Level on Performance

ANOVAs performed to assess the effect of regulatory fit on defensive performance, one for man-advantage situations, and the other for numerical equality, revealed no significant effect,  $F(2, 1196) = 1.11, p = .33$ ,  $F(2, 288) = 0.30, p = .74$ , respectively.

### Discussion

The aim of this study was to assess the effects of the reward structure on coaches' decision-making processes concerning defensive strategies during matches. Defensive strategies are associated with the regulatory focus (prevention versus promotion) of defensive players. Our results confirm the hypothesis of a reward structure effect on defensive strategy. Indeed, the more the reward structure is gains oriented, the more often coaches tend to choose promotion-oriented defensive strategies. However, coaches take the reward structure into account more during the second half of second half-time than during other periods. This promotion-oriented strategic choice during the second half of the second half-time can be linked with "the goal looms larger effect" in which motivation to reach the goal increases (e.g., intensity of efforts in order to gain a match) as the distance to the goal decreases (Förster et al., 1998). Indeed, these authors highlighted that promotion-focused individuals show greater approach strength as the goal looms larger whereas prevention-focused individuals show greater avoidance strength as the goal looms larger. Thus if the final goal is to win the match, chronic preventive coaches would

prefer a preventive strategy whereas chronic promotional coaches would prefer a promotional strategy, when victory is near. Chronic preventive coaches would prefer a preventive defense strategy in order to prevent the opposing team from scoring a goal and chronic promotional coaches would prefer a promotional defense strategy in order to get the ball back quickly and insure the victory scoring another point.

The results of this study show no regulatory fit effect on defensive performance (based on score) and appear to contradict previous studies (Maddox et al., 2006; Otto et al., 2010). So, our second hypothesis cannot be validated. Therefore, our findings do not indicate the right way to achieve high defensive performance. This can be explained by three factors. Firstly, the coaching decision-making context is much more complex than most of the experiments conducted in the individual regulatory focus literature, and particularly during matches in a competitive environment where coaches' central goal is their own team's performance. For this, the object of their action is neither their own team, nor the opposing team, but the opposition relationship between the two, defined as an antagonist link existing between two groups of players confronted by virtue of certain rules of a game that determine a pattern of interaction (Gréhaigne et al., 1997). Therefore, the coach seeks the defensive strategy that will create the most difficulties for the opponent. So, the reward structure appears only as an external factor to this opposition relationship. Secondly, within a hierarchy of approach and avoidance motivations, the levels of approach and avoidance are independent (Elliot & Church, 1997; Elliot & Trash, 2002; Higgins, 1997; Higgins, Roney, Crowe, & Hymes, 1994). Many authors (Higgins, 1997; Scholer, Stroessner, & Higgins, 2008) distinguish three hierarchical levels of self-regulation through a regulatory focus frame: the system (characterized by the end-states that regulate behavior), strategic levels (means or process of moving towards a desired end-state or moving away from undesired end-states), and tactical levels (instantiation of a strategy in a given context). This study focused only on the strategic level (mean or process) and not on the tactical

level of the players' focus orientation. In so far as these levels are independent, it may well appear—at the tactical level—that the guidelines focus on promotional strategies for prevention, and vice versa, as guidance in a preventive focus of promotional strategies. For example, when defensive strategy is prevention-oriented, one defensive player can take the tactical initiative to get out of aligned defense to intercept the ball. Finally, during the second half of the second half-time and when the reward structure is gains-oriented, if the defensive strategy does not change, the number of offensive phases could be insufficient to hope to score, even with great offensive efficacy. This is why coaches choose a promotion-oriented defensive strategy, from which they hope to capture the ball quickly, in order to (a) reduce the length of opponent offensive phases, and (b) to score quickly. With this defensive strategy choice, coaches hope to obtain more offensive phases than with initial defensive strategy and so to keep a chance of winning the match. We note that this strategy should also be tested before this last game period, especially when the team is in a losses reward structure. Indeed, choose a promotional defensive strategy in a losses reward structure could be the only way to reach a gains reward strategy that is likely to be reinforced during the last game period as suggested by results of the study.

Last, the fact that our results contradict our third hypothesis (first-division's coaches' choices are more likely to choose a regulatory fit between strategic orientation and situational reward structure than are second-division's coaches) is particularly interesting. Indeed, second division coaches more significantly aligned the orientation of their players' focus with the reward structure. This may mean that second division coaches are more influenced by the affordance related to the situation's reward structure than are first division coaches, who would be more concerned with the balance of the ratio of strength between the teams and the defensive system that would cause real problems for the opposing team. First division coaches would allow their team to acquire more assertive game strategies, and be less susceptible to changes in environmental factors, with variations at the tactical level (depending on what encourages the

reward structure) while maintaining a given defensive strategy. On the tactical level, the coach would have to provide his or her players with the guidance of a focus of either a preventive or promotional type. This would explain how first division coaches change their defensive strategy less based on game evolution than do second division coaches.

### **Practical Implications**

Our results and regulatory focus theory in general, suggest some practical implications for coaches. One can recommend (a) measuring the players' chronic regulatory focus, using the General Regulatory Focus Measure (Lockwood, Jordan & Kunda, 2002) or the Regulatory Focus Questionnaire (Higgins et al., 2001), complementary to physical fitness or skills of players, and playing players with a chronic focus which fits with the situation's reward structure or the defensive strategy used, (b) using defensive strategies that are promotion oriented when there is a gains reward structure, before the last game period, in order to test the efficacy of these defensive strategies, without waiting for the last moment, (c) taking into account the probable change of the opponent's defensive strategy when the opponent's reward structure is gain-oriented and during the second half of the second half-time, and anticipate it especially during team time-out.

### **Limitations and Future Research**

As with any research, our study has a number of limitations that should be acknowledged. First, our data were collected only from handball teams, which may limit the generalizability of our results to specific issues of handball. Others studies should investigate equivalent regulatory processes in other team sports, such as soccer or rugby. In addition, we did not evaluate the coaches' influence; while, in some situations, the coaches may have conveyed their desired strategy through signals or hand gestures, and in others they may have used words at yet other times they may not have had any influence at all. Also, sometimes only a few words may be exchanged, and in other situations there may be time for a minute or two of explanation or

discussion. This could impact the extent to which regulatory fit could be matched. The present study highlighted an interaction effect of the coaches' level with the reward structure on the choice of a defensive strategy. We did not check the coaches' chronic regulatory orientation, although it may explain why some coaches change their defensive strategies, while others do not. Indeed, empirical research demonstrates that promotion-focused individuals are more open to change, whereas prevention-focused individuals prefer stability (Lieberman, Idson, Camacho, & Higgins, 1999). In an experiment where participants were asked to choose one of two specific investment funds for their retirement plan (take specific action) or relinquish the decision and be random (engage in inaction), prevention-focused decision-makers were significantly more likely to engage in inaction than were promotion-focused decision-makers (Chernev, 2004). Finally, while this study highlighted a reward structure effect on coaches' decision-making processes concerning defensive strategies, it did not clearly evaluate the importance of this effect. We did not, for instance, consider the effect of each component of the reward structure (ratio of strength and numerical difference between the two teams). Therefore, we encourage further research in this direction.

---

**5.3. Debanne, T., &Laffaye, G. (soumis). Motivational factors predict the defensive system in team handball: A model based on regulatory focus theory. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*.**

**Abstract**

**Objectives:** The main goal of this study, based on regulatory focus theory, is to model coaches' decision-making processes regarding handball teams' defensive system based on specific contextual factors (game period, score, man-advantage) and to determine the weight of each of these factors.

**Design:** The raw data was collected through the video recording of 41 games selected using a simple random method. The dependent variable was the defensive strategies (DEF: aligned or staged), and the three independent variables (categorical or ordinal) were (a) numerical difference between the teams (NUM), (b) score's difference between the teams (SCORE), and (c) game periods (PERIOD).

**Method:** A logistic regression design (logit model) was used to explain the link between DEF and the three categorical independent variables (NUM, SCORE and PERIOD). Additionally, the Wald test was used to test the true value of the parameter based on the sample estimate and a multivariate logistic model was proposed.

**Results:** Each factor is weighted differently during the decision-making process used in selecting the defensive system and combining these variables increases the effect on this process: for instance, a staged defense is 43 times more likely to be chosen during the final period in an unfavorable situation and in a man-advantage.

**Conclusion:** The statistical model found allows a coach to anticipate his opponent's strategy behavior, and appears as a promising way in field of virtual environments to increase credibility of context building, specifically in team sport.

*Keywords:* coaching; motivation; self-regulation; logistic regression; odds ratio

Motivational factors predict the defensive system in team handball: A model based on regulatory focus theory.

Examination of recent research in the area of coaching practice and development reveals that coaching is, fundamentally, a decision-making process (Abraham et al., 2006) occurring in a dynamic environment. Coaching is dynamic and chaotic (Bowes & Jones, 2006), generated by on-going events, and therefore cannot be explained using a linear and rationalistic approach (e.g., Bowes & Jones, 2006). Coaches are constantly dealing with constraints, and this is particularly true for competitive team sport situations, which many authors consider to be dynamic and complex environments (e.g., Hagemann et al., 2008).

Despite these features, the expert coaches' practices are likely to show some regularity (through identified variables), and follow generic rules, heuristics or patterns providing a link between decision-making and practice (Lyle, 2007). This suggests that one part of this decision-making process can be predicted using a statistical model. Côté and colleagues' (1995) Coaching Model provides a framework for identifying and understanding why and how coaches make the training and competitive decisions that they do, emphasizing the importance of contextual factors in the coaching process. More recently, numerous authors (Côté et al., 2007; Gilbert, 2007; Lyle, 2007) reaffirmed the need to take these contextual factors into account in coaching process studies. Furthermore, Brehmer (1992) encouraged a more systematic introduction of motivational factors in experiments seeking to study motivational factors in dynamic decision-making in a non-experimental fashion.

### **Regulatory Focus Theory (RFT)**

Motivation has a strong influence on cognition and behavior (Maddox et al., 2006; Otto et al., 2010; Worthy et al., 2007). For instance, a promotional orientation of behavior becomes a motivational necessity when an individual is in a state of loss, and when the risky option alone

offers the possibility of avoiding loss (Scholer et al., 2010). Therefore, one's current focus depends on situational factors (Higgins, 1998; Higgins & Silberman, 1998; Shah & Higgins, 2001) and situations often induce a regulatory focus that can override dominant chronic regulatory focus (Shah et al., 1998).

Many recent studies have explored the influence of active goals (approach goals [desirable end-states that one wants to work toward] and avoidance goals [undesirable end-states that one wishes to prevent from occurring]) on behavior (Aarts et al., 2004; Ferguson & Bargh, 2004; Fishbach et al., 2003; Higgins, 2000). RFT (Higgins, 1997, 1998) provides a framework that helps examine how situational differences influence people's decisions. According to this theory, decision-making in dynamic environments depends on two motivational principles which govern human behaviors and strategies to reach a goal: (a) a promotion focus which is sensitive to the presence or absence of positive outcomes and approaches as a strategic means, for example: "*retrieve the ball quickly*"; and (b) a prevention focus which is sensitive to the presence or absence of negative outcomes and avoidance as a strategic means, for example: "*we need to stay in front of the ball to protect the goal*".

Although people may differ as to which focus they habitually prefer, both foci are present in our behavioral repertoire and situational cues have been shown to activate the suitable regulatory focus in a wide variety of both judgmental and behavioral tasks (see Higgins & Spiegel, 2004, for a review). The focus that is activated is usually the one that best fits the specific situation's reward structure in terms of response strategy, that is, the gains or losses resulting from one's actions (Higgins, 2000; Maddox et al., 2006). When a promotional person (i.e., person with chronic promotion regulatory focus) finds himself or herself in an environment promoting maximized gains, or when a preventive person is in an environment promoting minimized losses, we may conclude regulatory fit. Conversely, when the regulatory focus and the reward structure do not match, we have a regulatory mismatch.



In sport sciences, most studies focused on sport performance from RFT were performed in experimental settings. These studies highlighted the link between athletes' chronic regulatory orientation and the situational reward structure on sport performance (e.g., Kutzner et al., 2012; Plessner et al., 2008). However, such studies in ecological context are very rare. To our knowledge, only Worthy and colleagues (2009) have performed such an ecological approach. Debanne and colleagues (2013) also performed an ecological study, but rather than focusing directly on sport performance, they focused on the effects of motivational factors on team handball professional coach's decision-making process during official games. The present study is, therefore, one of the few that has been conducted in an ecological setting. It hereby furthers Debanne and colleagues' (2013) previous attempts to model the coach's decision-making process under specific contextual factors, and to determine the load of each specific contextual factor in defensive system choice.

### **Defensive System as Players' Focus Orientation**

Team sports are characterised by a relationship of opposition between two teams with antagonist interests. Each team uses individual or collective strategies to gain the upperhand in this power struggle (Gréhaigne & Godbout, 1995). The handball coaches' choice of defensive system appears central (Debanne & Fontayne, 2009, Lyle, 2002) to these collective strategies. Thus, the coach must choose the appropriate defensive system in the context of the power struggle.

However, in a recent study, Debanne et al. (2013) studied professional handball coaches' decision-making processes in the French professional male championship. They showed that contextual factors, that are both motivational and temporal factors, also impact the handball coaches' choice of defensive system. These authors conducted a quasi-experimental study in a real competitive environment with professional coaches, highlighting that some motivational factors (score difference, numerical difference) affected the situation's reward structure, defined

as a setting that affects specific evaluation of success (Ames, 1992), and is crystallized in the tension between the actual situation and the desired end state. Thus, while the match is in progress, the coach may choose to seek gain (for instance, while his team is led and/or when it has a one-man advantage due to 2-min suspension[s]) or seek to avoid loss (for instance, while his team is leading and/or is at a numerical disadvantage after 2-min suspension[s]). These defensive system choices induce the players' specific focus orientation:

1. A team structure where defenders spread out around the field to intercept the ball during passes between offensive players is associated with a gains reward structure based on gain seeking (gaining the ball), and necessitates a promotional focus in order for the reward structure and regulatory focus to fit.
2. A team structure where all defensive players are positioned along the goal area line in order to protect the goal with a view to prevent gaps between defensive players and decrease the offensive players' possibilities of approaching the goal (see Figure 1) is associated with a reward structure based on avoiding loss (preventing a goal), and necessitates a preventive focus to make the reward structure and the focus orientation fit.

Debanne and colleagues (2013) showed a main reward structure effect on the defensive strategies they used; the more the reward structure is gain oriented, the more often coaches tend to choose promotion-oriented defensive strategies. They also showed a main game periods effect on the adopted defensive system; during the second half of the second half-time, the defensive system is more promotion oriented than during other periods, highlighting "the goal looms larger effect" in which motivation increases as the distance to the goal decreases (Förster et al., 1998). Moreover, they highlighted an interaction effect of the situation's reward structure and game periods on the defensive strategies coaches used; when there is a losses reward structure, the defensive system is significantly more frequently prevention oriented during the second half of the second half-time than during the second half of the first half-time, and when there is a gains

reward structure, the defensive system is more often promotion oriented during the second half of the second half-time than during any other game period.

However, these authors do not clearly assess the importance of this effect and the proportion of each component (score's difference and numerical difference between the two teams), and encourage future research in this sense. Therefore, the aim of the present study is to model the decision-making process (choice of defensive system) under specific motivational (score difference, numerical difference) and temporal factors (game period) and to determine the load of each one.

### **Hypothesis**

Based on this theoretical background, we hypothesized:

1. When there are gains motivational factors, the coach will choose staged defense (players' promotion-oriented focus). Thus, when the difference in scores between the teams is unfavorable, or when numerical difference between the teams is man advantage, the coach will choose staged defense.
2. When there are losses motivational factors, the coach will choose aligned defense (players' prevention-oriented focus). Thus, when the difference in scores between the teams is favorable, or when numerical difference between the teams is man disadvantage, coach will choose aligned defense.
3. During the last game period, gains motivational factors effects will be increased. Therefore, during the last game period, if score difference between the teams is unfavorable, and/or numerical difference between the teams is man advantage, the probability of choosing staged defense will increase.

### **Method**

The research was conducted in accordance with ethical standards (Harris & Atkinson, 2009), and was approved by the local Ethics Committee of the University of Paris-Sud. The

---

method for data collection and analysis previously validated by Debanne et al. (2013) was replicated in the present study.

### **Participants**

Conversely to the study of Debanne and colleagues (2013), only the best professional league was retained for analysis. Thus, all of the professional handball coaches ( $N=14$ ) from the French first division professional male championship during the 2011-2012 season participated in this study.

### **Materiel and Design**

The raw data was collected through the video recording of 41 games, and downloaded from the website [www.dartish.tv](http://www.dartish.tv). Games were selected using a simple random method (i.e., each game has an equi-probability of being chosen [Yates et al., 2003]), with the only criterion being that each coach should be observed at least five times, in order to normalize the inter-individual difference between coaches.

This study includes one dependent variable, defensive strategies (DEF), and three independent variables (categorical or ordinal), including two motivational factors: (a) numerical difference between the teams, (b) score difference between the teams, and one temporal factor: (c) the game periods (Table 19). Based on the positions of the defensive players on the field, defensive strategies (DEF) evaluated (a) aligned defense (all the players line up around the six-meter goal line, [coded aligned, with Value 1]), and (b) staged defense (one or more players cruise outside the nine-meter perimeter, defense, [coded staged, with Value 2]), (see Figure 2). The numerical difference (NUM) between the teams may be numerical inferiority, (when the opposing team has a one-man [or more] advantage over one's own team [coded INF, with Value 1]), numerical equality (coded EQU, with Value 2), and numerical superiority (when one's own team has a one-man [or more] advantage over the opposing team [coded SUP, with Value 3]). The score's difference between the two team (SCORE) is considered as unfavorable when

SCORE < -2 [coded UNFAV, with Value 1], balanced when  $-2 \leq \text{SCORE} \leq 2$  [coded BAL, with Value 2], and favorable when SCORE > 2 [coded FAV, with Value 3]). However, just before the end of the game, we arbitrarily chose that during the final two defensive phases, the ratio of strength would be considered unfavorable (coded UNFAV) if SCORE < 0, the score's difference would be considered balanced (coded BAL) if SCORE = 0, and it would be considered favorable (coded FAV) SCORE > 0. In accordance with Debanne and colleagues (2013), two game periods (PERIOD) were identified for each match: the first half-time and first half of the second half-time [P1, with Value 0], and the second half of the second half-time [P2 with Value 1].

Table 19

*Breakdown of Defense Systems by Contextual Factor*

Game Periods	Ratio of Strength	of $\Delta$ NUM	Aligned Defense	Staged Defense	Total	
P1	BAL	EGAL	558	513	1071	
		INF	114	2	116	
		SUP	49	107	156	
	FAV	EGAL	293	188	481	
		INF	55	7	62	
		SUP	23	48	71	
	UNFAV	EGAL	206	228	434	
		INF	58	10	68	
		SUP	16	57	73	
	P2	BAL	EGAL	133	135	268
			INF	29	2	31
			SUP	12	24	36
FAV		EGAL	137	69	206	
		INF	24	1	25	
		SUP	12	19	31	
UNFAV		EGAL	55	163	218	
		INF	23	2	25	
		SUP	1	43	44	
Total			1798	1618	3416	

**Procedure**

The first step involved breaking down each of the 41 observed games ( $N = 4656$ ) into sequences of defense phases. The coaches' decision making processes are only inferred from game observation. Consequently, the choice of the defensive system can be taken into account only in placed defenses. Placed defenses are phases where the defense sets up after a stoppage in play or when a counter attack is countered, allowing defensive players to close the gaps around the goal-area line. They can be structured with different defense systems: 6-0; 5-1; 3-2-1; 4-2; 3-3, or a man-to-man defense system, for example. 73.4% of the defensive phases were analyzed ( $N = 3416$ ). In a second step, the first author coded each defensive system (aligned vs. staged). We associated each defensive system with the three independent variables (numerical difference, ratio of strength, and game periods), as shown in Table 19.

To test the reliability of the coding scheme, we asked three professional coaches to code the data independently. They met expert-coach criteria (Côté et al., 1995) with (a) a minimum of ten years of coaching experience, (b) a performance outcome measure, having played at the international level, and (c) recognition as being among the best to develop elite athletes. Each agreed to code three matches, so a sample of nine matches was coded, allowing us to assess coding reliability ( $N = 777$ ). The reliability points were estimated using a kappa index ( $k$ ), which represents the normalized proportion of inter-observer agreement in excess of what would be expected based on chance or random assignments. We used MacKappa software (Watkins, 2002), which calculates both general and conditional coefficients, and tests the statistical significance of agreement among many observers assigning objects to nominal scales based on Fleiss' (1971) computational formulae. The overall kappa revealed a significant agreement among the coders ( $k = 0.99$ ;  $z = 28.37$ ,  $p < .0001$ ). All of the conditional coefficients were also high and significant (see Table 20). Overall, these results showed acceptable reliability of the coding.

Table 20  
*Reliability of Coding Sample*

DefensiveStrategies	No. (%)	Kappa	Z
Prevention	485 (62.4)	0.99	8.04***
Median	220 (28.3)	0.98	10.29***
Promotion	72 ( 9.3)	0.97	8.55***
Overall	777	0.99	28.37***

\*\*\*  $p < .001$

The statistical approach was designed in two steps (STATISTICA 10.0 for Windows) using a logistic regression design (logit model) in order to explain the link between the binary dependent variable (DEF) and the three categorical independent variables (NUM, SCORE and PERIOD). The “logit” model solves the following problem:

$$\text{Ln} [p/(1-p)] = \alpha + \beta X + e \quad \text{equation 1}$$

where  $p$  is the probability that the event  $Y$  occurs (aligned defense:  $Y=1$ );  $p/(1-p)$  is the odds ratio and  $\text{Ln}[p/(1-p)]$  is the log odds ratio or “logit”. Additionally, the Wald test was used to test the true value of the parameter based on the sample estimate. The first step consists in studying the link between each independent variable (IV) and the dependent variable (DV) using (a) a univariate regression model (Spearman’s rank correlation coefficient for nonparametric measure), and (b) the calculation of odds-ratio (with  $p < .05$ ). The second step consists in crossing the effect of the three independent variables on DV, under the condition that the IV has a significant link with the DV in the univariate model. A multivariate logistic model is then proposed.

## Results

### Univariate Regression Model

#### Spearman’s coefficient correlation.

The univariate Spearman linear regression shows a significant effect (all  $ps < .05$ ) of all three independent variables as presented in Table 21.

Table 21:

*Spearman's coefficient correlation*

VI \ PERIOD	P1 + P2	P1	P2
PERIOD	.05*	-	-
RATIO	-.15*	-.08*	-.31*
NUM	.29*	.29*	.32*

\* $p < .05$ **Calculation of odds ratio.*****Percent correct prediction and overall odds ratio.***

The "Percent Correct Predictions" statistic assumes that if the estimated  $p$  is greater than or equal to .5, then the event is expected to occur and not occur otherwise. The aligned defensive system is predicted for 78.4% of the occurrences whereas the staged defensive system is predicted for 43.3% of the occurrences. Overall, the model predicted 68.7% of occurrences. The overall odds ratio is 1.11, meaning that the aligned defensive system has 1.11 times more chance of appearing than the staged one.

***Odds ratio for independent variables.***

The game periods have a significant effect on defensive system. Indeed, during the second half of the second half-time, a staged defense has a 1.06 times greater chance of occurring than an aligned defense, ( $p < .02$ ) while during P1, aligned defense has 1.18 times chance of occurring than staged defense ( $p < .02$ ). The numerical difference has a high significant effect on defensive system; during a numerical inferiority an aligned defense has a 13.46 times greater chance of occurring ( $p < .005$ ), while during a numerical superiority a 2.64 times greater chance for staged defense to occur ( $ps < .01$ ). Lastly, the score's difference shows a significant effect as well; in a favorable SCORE, an aligned defense has a 1.64 times greater chance of occurring ( $p < .01$ ), whereas in an unfavorable SCORE, a staged defense also has a 1.4 times greater chance of occurring than the aligned one ( $p < .001$ ).



---

## Multivariate Regression Model

### **PERIOD x SCORE interaction effect.**

When combining the effect of the IV, only the mixed PERIOD x SCORE has a significant effect on defensive system in two situations (P2 x Favorable SCORE; P2 x Unfavorable SCORE):

During P1, in a favorable SCORE, the aligned defense has 1.52 times greater probability of occurring than a staged one, while in an unfavorable score, the staged defense has 1.05 times greater probability of occurring than an aligned one ( $p < .01$ ). During the last period in a favorable SCORE, an aligned defense has 1.94 times greater probability of occurring than staged one ( $p < .01$ ), while in an unfavorable SCORE, the probability of a staged defense was 2.63 times greater during the last period ( $p < .01$ ).

### **PERIOD x NUM interaction effect.**

During P1, in a situation of numerical superiority, staged defense has a 2.4 times greater probability of occurring than aligned one ( $p < .01$ ), while in a situation of numerical inferiority, an aligned defense has 11.9 times greater probability of occurring than staged one. ( $p < .001$ ) During P2, in a situation of numerical superiority, a staged defense has a 3.44 times greater probability of occurring than an aligned one ( $p < .01$ ), while in a situation of numerical inferiority, an aligned defense has 15.2 times greater probability of occurring during the last period than a staged one ( $p < .001$ ).

### **SCORE x NUM interaction effect.**

In a situation of numerical superiority and unfavorable SCORE, a staged defense has a 5.89 times greater probability of occurring than an aligned one. In a situation of numerical inferiority and favorable SCORE, an aligned defense has a 9.88 times greater probability of occurring than a staged one ( $p < .001$ ).

### **PERIOD x SCORE x NUM interaction effect.**

In a situation of numerical superiority, (a) with an unfavorable SCORE, a staged defense has 43 times greater probability of occurring during the last period than an aligned defense ( $p < .001$ ), (b) with a favorable SCORE, an aligned defense has a 1.58 times greater probability of occurring during the last period than an staged defense ( $p < .05$ ).

In a situation of numerical inferiority, (a) with an unfavorable SCORE, an aligned defense has 11.5 times greater probability of occurring during the last period than a staged defense ( $p < .001$ ), (b) with a favorable SCORE, an aligned defense has 24 times greater probability of occurring during the last period than a staged defense ( $p < .001$ ).

In a situation of numerical balance (a) with an unfavorable SCORE, a staged defense has a 2.7 times greater probability of occurring during the last period with respect to the rest of the game ( $p < .01$ ), (b) with a favorable SCORE, an aligned defense has a 1.44 times greater probability of occurring during the last period with respect to the rest of the game ( $p < .01$ ).

#### **Multiple regression logistic model.**

Table 22 shows the coefficients of correlation for the multiple logistic regression. The Log-Likelihood is -2156. Each estimated coefficient is the expected change in the log odds of having a staged defense for a unit increase in the corresponding predictor variable holding the other predictor variables constant at a certain value. Each exponentiated coefficient is the ratio of two odds, or the change in odds in the multiplicative scale for a unit increase in the corresponding predictor variable holding other variables at a certain value. When written linearly, the equation is:

$$\text{logit}(p) = \log(p/(1-p)) = -2.350 + 0.234*\text{PERIOD} - 0.464*\text{SCORE} + 1.533*\text{NUM}$$

#### *Equation 2*

The fitted model indicates that, with SCORE and NUM maintained at a fixed value, the odds of having a staged defense during the last period (Rest of the game= 0) is  $\exp(.234) = 1.26$ , suggesting that a staged defense has 55% of chance to occur during the last period. The

coefficient for SCORE suggests that, in the last period and for a fixed value of NUM, we will see a 37% decrease in the odds of having a staged defense for a one unit increase in SCORE (1 unit = switch from unfavorable to balance to favorable). Finally, the coefficient of NUM indicates that, in the last period for a fixed value of SCORE, we will see a 82% increase in the odds of having a staged defense for a one unit increase in NUM (1 unit= switch from inferiority to balance to superiority).

Table 22:

*Multiple logistic regression for staged defense*

	Coef	Std.Error	Wald test	Pvalue
Intercept	- 2,350	0,218	10,756	0,000
PERIODE (P1=0, P2=1)	0,234	0,083	2,816	0,005
RATIO( 1= UNFAV 3= FAV)	- 0,464	0,052	8,924	0,000
NUM (1=INF 3= SUP)	1,533	0,096	15,928	0,000

Number of observations: 3416

### Discussion

The main goal of this study was to model the handball coach's decision-making process (defensive system choice) based on RFT. This psychological theory attempts to explain subjects' responses to reward structures. Thus, we modeled coaches' defensive system choice considering both motivational (i.e., score's difference and numerical difference) and temporal factors (game periods). Furthermore, we attempted to determine the weight of each factor. In accordance with the RFT, we made hypothesised that when there are gain-related motivational factors, coaches will choose staged defense (players' promotion-oriented focus). Thus when score difference between the teams is unfavorable, or when numerical difference between the teams is man advantage, coach will choice staged defense. Our results confirm this hypothesis. Indeed, in a situation of numerical superiority, or when the team is led (unfavorable score difference), coaches more frequently choose a staged defensive system (a) to prevent good ball passing between opposing players or/and to prevent middle-distance shots, (b) to attempt to retrieve ball

possession. However, they probably also consider the pertinence of their choice based on the relationship of opposition between the two teams.

Conversely, our second hypothesis was that when there are loss-related motivational factors, coaches will choose aligned defense (players' prevention-oriented focus), that is when score difference between the teams is favorable, or when numerical difference between the teams is man disadvantage, the coach will choose aligned defense. Results confirm this hypothesis:

1. In numerical inferiority, the number of staged defensive systems (3-2 or 4-1) is very small. This suggests that coaches consider numerical inferiority as sufficient to characterize the opposition relationship between the two teams. The choice of an aligned defensive system in a situation of numerical inferiority is consequently independent of the characteristics of the opposing team (for example, a highly skilled opposing team with shots from a back player could encourage a staged defense to avoid such shots).
2. When the team is leading (favorable score difference) coaches more frequently choose an aligned defensive system to attempt to stay in front of the ball and protect the goal. However they also consider the pertinence of their choice based on the relationship of opposition between the two teams.

Among motivational factors which compose situations' reward structures, numerical difference seems to have the strongest impact on choice of defensive system (see coefficients of equation 2). This could easily be explained by the fact that the defensive advantage is a structural advantage of the antagonist interaction between the two teams. Indeed, contrary to the score difference which is temporary (it continuously evolves during the game), the numerical advantage allows the team to be in a more favourable situation. For this reason, numerical advantage may be defined as structural advantage. Consequently, it modifies the opposition relationship between the teams, unlike the game periods or the score difference. This structural advantage induces a structural modification, (i.e. a new defensive system).

Our third hypothesis was that during the last game period (P2), gain-related motivational factor effects will be increased. Therefore, during the last game period, if score difference between the teams is unfavorable, and/or numerical difference between the teams is man advantage, the probability of choosing staged defense will increase. The results show a game period effect on defensive system. Furthermore, combining this variable with one or both of the two components of the reward structure leads to a greater impact on defensive system. Thus, being in the second part of the second half-time catalyzes the effect of each component of the reward structure. This catalyzing effect could be explained by the “Goal looms larger effect” (Förster et al., 1998). Indeed, during the first half time and the first part of the last half time, the coaches choose a defensive system by taking into account the interaction between the teams (with a low influence of the motivational factors). During the second part of the second half time, however, the importance of the motivational factors increases dramatically, with the SCORE factor becoming more predominant than NUM.

### **Perspectives**

The use of Regulatory Focus Theory to explain coaches' decision-making highlights the potential for wider theoretical applications in the field of virtual environment. Indeed, in the last decade, an increasing number of studies has focussed on decision-making process of coaches and athletes in virtual environments (e.g., Araújo et al., [2005] in sailing; Bideau et al [2004] in team handball; De Loor et al., [2011] in soccer). Bénard and colleagues (2006) argue that using context is a good way to ensure variability and spontaneity within the simulation and so to simulate credible actions selection for autonomous agents. These authors are sure that context is a good way of creating better explanations in a non procedural training. Therefore, such a statistical model appears to be a promising perspective in the field of virtual environments to increase credibility of context building, specifically in team sport. We therefore suggest that designers of virtual environments insert these three contextual factors as minimal.

Furthermore, our predictive model could be improved by taking into account other factors characterizing team interactions (strengths and weakness) which could be determined from qualitative approaches such as self-confrontation interviews with stimulated recall (Lyle, 2003).

## CONCLUSION

Dans le cadre de ce travail doctoral, nous avons soutenu que les processus de prise de décisions des entraîneurs experts en situation de match (considérée comme un environnement dynamique, coopératif et compétitif) possédaient certaines régularités, suivaient des règles génériques ou des modèles en fonction des caractéristiques de la situation (e.g., différence au score et différence numérique entre les deux équipes, périodes de jeu, classement de l'équipe). Nous nous sommes donc centrés sur les processus de prise de décisions de l'entraîneur, reconnus comme une composante majeure de la pratique de l'entraîneur (Abraham et al., 2006 ; Nash & Collins, 2006) mais qui demeure toutefois peu investie par la communauté scientifique (Lyle & Vergeer, 2013) pour des raisons déjà évoquées dans le chapitre présentant la problématique générale de la thèse et sur lesquelles nous ne reviendrons donc pas.

Le paradigme théorique général mobilisé dans le cadre de ce travail, et dont nous nous revendiquons, est issu de l'ergonomie cognitive, plus particulièrement de la prise de décision en situation (NDM) dont les caractéristiques ont été présentées au chapitre n°1. Du fait des caractéristiques dynamiques et chaotiques du processus de coaching (Bowes & Jones, 2006), qui ne permettent pas de l'expliquer par une approche linéaire et rationnelle (Bowes & Jones, 2006; Cushion, Armour, & Jones, 2003; Jones, 2000; Jones & Wallace, 2005; Potrac et al., 2000; Potrac & Jones, 1999), nous avons associé à ce paradigme différentes approches (e.g. team cognition) et théories (e.g., théorie du focus régulateur) afin d'éclairer l'activité cognitive de l'entraîneur sous différentes faces. La mobilisation de ce paradigme général et l'association des différentes approches et théories ont permis de comprendre, du moins en partie, par la mise en évidence de différentes connaissances procédurales et des modalités de contrôle cognitif, comment les entraîneurs professionnels d'équipes de handball prenaient leurs décisions. Nous verrons ci-dessous comment une telle compréhension devrait être permettre d'envisager des applications du point de vue de la formation.

Les résultats issus des différentes études ont été discutés dans les articles eux-mêmes. Nous ne répèterons pas ici ce travail de discussion des différents résultats partiels de la thèse. Il s'agit davantage de (a) présenter les avancées majeures qui découlent de ce travail, et de voir en quoi et dans quelle mesure nous avons répondu aux différentes questions présentées dans le chapitre relatif à la problématique générale, (b) de mettre en valeur l'utilisation de modèles théoriques et de procédures méthodologiques dans l'étude des processus de prise de décisions des entraîneurs en situation réelle.

### **1. Principaux Résultats.**

Les résultats des différentes études de notre travail révèlent l'impact de certaines caractéristiques de la situation sur le processus de prise de décisions de l'entraîneur professionnel d'une équipe de handball, en situation de match, comme par exemple la différence de classement, la différence au score ainsi que la différence numérique entre les équipes, et les périodes de jeu. Ils soutiennent ainsi notre thèse, à savoir que les processus de prise de décisions des entraîneurs experts en situation de match possèdent certaines régularités, suivent des règles génériques ou des modèles en fonction des caractéristiques de la situation. En effet, parmi les six études qui ont considéré la différence au score entre les équipes comme variable indépendante, toutes ont montré un effet significatif de cette variable sur les connaissances procédurales mobilisées, comme sur le mode de contrôle cognitif utilisé. De plus, d'autres variables indépendantes ont un effet principal ou d'interaction sur la prise de décisions de l'entraîneur. Par exemple, l'effet de la différence au score entre les équipes sur le choix du système défensif est amplifié en fin de match. Tout ceci met en évidence le caractère particulièrement contextualisé de la prise de décision de l'entraîneur de sport collectif et vient par conséquent renforcer la nécessaire prise en compte du système opérateur-situation, dans l'étude de l'activité cognitive. Plus précisément, il s'agit de prendre en compte les caractéristiques de la situation par rapport à l'équipe adverse. Certes, ceci n'est pas nouveau puisqu'il y a près de 50 ans, au colloque de



---

Vichy sur les sports collectifs (1965) et dans les écrits de Robert Mérand (e.g., Mérand, 1960, 1968, 1976) on défendait l'idée de prendre en compte toute la complexité de la situation (partenaire, adversaire, score, etc...) pour optimiser l'apprentissage du joueur. Nos résultats viennent étayer, au niveau de l'entraîneur, ce vieil adage. Mais surtout, force est de constater que ce principe d'une prise en compte des caractéristiques de la situation doit manifestement être encore diffusé au niveau de la communauté scientifique puisqu'il existe encore bon nombre d'études sur la prise décisions en sports collectifs dans lesquelles seule la dimension coopérative de l'activité est envisagée (e.g., Bossard, 2008 ; De Loor, Bénard, & Chevaillier, 2011).

### **1.1. Hiérarchisation des Tâches et des Buts.**

Du point de vue des tâches à réaliser par l'entraîneur, nous avons pu mettre en évidence (Debanne & Fontayne, 2009, 2012) que l'entraîneur gère la situation de match en effectuant une hiérarchisation des tâches et donc une hiérarchisation des buts, dépendant de l'issue du match, à partir d'une démarche allant du général au particulier. En effet, l'entraîneur veille avant toute chose à ce que les joueurs soient investis physiquement et mentalement. Une fois ceci assuré, il vérifie l'adéquation entre les structures des deux équipes, puis descend au niveau des composantes de chaque système, c'est-à-dire au niveau des duels entre chaque joueur et son adversaire. Quand le résultat du match semble acquis, l'entraîneur va modifier ses buts (gérer les ressources énergétiques, participer à la formation des remplaçants).

### **1.2. Connaissances Procédurales de l'Entraîneur.**

Nous avons mentionné en introduction du document les liens étroits entre les connaissances procédurales des opérateurs et la pertinence, la rapidité de leurs prises de décisions (Abernethy et al., 1993; Starkes, 1987; Thomas et al., 1993). C'est pourquoi, il est apparu essentiel de mettre en évidence les connaissances procédurales utilisées par les entraîneurs dans l'utilisation de routines de fonctionnement, dans leurs tentatives pour influencer

des arbitres, et pour améliorer la coordination de leurs joueurs et leur capacité à anticiper les évènements du match.

### **1.2.1. Routines de fonctionnement.**

L'entraîneur utilise des routines de fonctionnement, c'est-à-dire qu'il procède par étapes et selon une procédure préétablie, afin de mieux traiter les informations pertinentes lui permettant d'intervenir de manière la plus adaptée possible, et ce en fonction de la phase de jeu. En phase offensive, il s'assure que le plan de jeu de l'équipe ainsi que ses caractéristiques structurelles (meneur de jeu, type de défense, etc.) sont adaptés à l'équipe adverse. Ensuite, il se concentre sur le meneur de jeu en charge de l'organisation des tactiques utilisées. Si celui-ci met en place des tactiques inadaptées, l'entraîneur lui donne des instructions. Si malgré ces instructions l'inefficacité perdure, le meneur de jeu est remplacé. En dernier recours, l'entraîneur prend un temps-mort d'équipe et donne des directives très précises au nouveau meneur de jeu quant aux tactiques à jouer. En phase défensive, l'entraîneur modifie les systèmes défensifs et les joueurs qui les mettent en pratique en fonction de la performance de l'équipe, des processus qui ont généré cette performance, mais aussi en fonction du contexte particulier du match (temps restant, score, etc.). Le choix du système défensif s'effectue à partir de connaissances déclaratives sur ces systèmes de jeu. Le choix des joueurs s'effectue en fonction de l'adéquation entre les caractéristiques des joueurs et les exigences du système défensif.

### **1.2.2. Tentatives pour influencer les arbitres.**

Concernant les connaissances procédurales utilisées par les entraîneurs pour influencer les arbitres, il apparaît que les entraîneurs utilisent une asymétrie de compétence, en plaçant le débat sur des aspects d'ordre techniques dans lesquels ils pensent posséder une compétence plus affirmée que les arbitres, et à partir desquels ils manifestent majoritairement leurs désaccords envers l'interprétation de la situation effectuée par les arbitres. Durant les phases de jeu, ils

utilisent des heuristiques d'ancrages concernant l'interprétation des situations de jeu alors qu'ils argumentent davantage durant la mi-temps.

### **1.2.3. Amélioration de la coordination des joueurs et de leur capacité à anticiper.**

Concernant les connaissances procédurales utilisées par les entraîneurs pour améliorer la coordination des joueurs et leur capacité à anticiper les événements du match, il apparaît clairement que les entraîneurs cherchent principalement à développer ou mettre à jour des connaissances procédurales et des modèles mentaux relatifs à la tâche à accomplir plutôt que des connaissances déclaratives et des modèles mentaux relatifs à l'organisation de l'équipe. De plus, durant les phases de jeu, les entraîneurs cherchent principalement à distribuer auprès d'un joueur particulier plutôt que de faire partager les connaissances procédurales. Plus précisément, c'est avec le meneur de jeu que les entraîneurs cherchent à développer les connaissances procédurales dans les modèles mentaux relatifs à l'organisation de l'équipe.

### **1.3. Contrôle Cognitif de l'Entraîneur.**

Les trois études réalisées sur le contrôle cognitif de l'entraîneur en match ont uniquement portées sur la phase défensive. La première (Debanne & Chauvin, 2013 ; Debanne & Chauvin, soumis) s'est basée sur l'association de deux modèles, celui de la gestion de situations dynamiques en activité coopérative présenté par Hoc (2001) et celui des modes de contrôle cognitif présenté par Hoc et Amalberti (2007). La deuxième (Debanne, Angel, & Fontayne, 2013) et la troisième étude (Debanne & Laffaye, soumis) sont basées sur la théorie du focus régulateur, et mettent en évidence l'effet des facteurs motivationnels sur le choix du système défensif.

#### **1.3.1. Modes de contrôle cognitif utilisés.**

Les résultats de l'étude menée sur les modes de contrôle cognitif mettent en évidence une utilisation des modes de contrôle cognitif différenciés en fonction du contexte d'opposition. En

effet, en situation favorable le mode de contrôle utilisé est plus réactif qu'anticipatif, et le niveau d'abstraction des données est plus sub-symbolique que symbolique. Inversement, en situation défavorable, le mode de contrôle cognitif utilisé est davantage anticipatif que réactif et le niveau d'abstraction des données est plus symbolique que sub-symbolique. D'autre part, les résultats montrent différents styles de coaching dans la mesure où l'activité coopérative des entraîneurs au niveau de la planification de l'action peut être réalisée soit par le maintien ou l'ajustement des rôles attribués aux joueurs, soit par le maintien ou l'élaboration d'un plan d'action. En effet, l'entraîneur peut choisir soit de modifier les composantes de son système, en remplaçant les joueurs présents sur le terrain ou en les faisant jouer à d'autres postes, soit de modifier la structure de son équipe en procédant à des ajustements concernant le positionnement individuel du joueur (latéral ou en profondeur) ou à des changements plus importants concernant l'organisation collective dans son ensemble (nouveau système défensif). On peut noter que ces deux styles de coaching ne sont pas exclusifs, ce qui permet d'en concevoir un troisième style, mixte des deux styles présentés ci-dessus.

### **1.3.2. Contrôle cognitif et facteurs motivationnels.**

Les résultats des études menées sur les caractéristiques motivationnelles de la situation de jeu montrent un impact de ces caractéristiques sur le processus de prise de décision. Plus précisément, l'impact des caractéristiques motivationnelles est plus élevé durant la fin de match. Cependant cet impact est différent en fonction du niveau des entraîneurs : les choix des entraîneurs de deuxième division apparaissent plus impactés que les entraîneurs de première division. Ceci peut laisser supposer que plus le niveau des entraîneurs est élevé plus ils se centrent sur les éléments du rapport d'opposition entre les deux équipes et sont par conséquent moins influencés par l'affordance de la situation liée à ces caractéristiques motivationnelles.

## **2. Quelles Conséquences de ces Travaux ?**

### **2.1. Au Niveau de la Formation des Entraîneurs.**

---

Werthner et Trudel (2006) ont suggéré que les entraîneurs acquièrent des connaissances (a) par l'intermédiaire de la formation initiale ou continue, (b) par l'observation d'autres entraîneurs, et (c) par l'intermédiaire d'une réflexion sur leur propre pratique. Le travail présenté ici nous semble pouvoir avoir des répercussions dans ces trois secteurs de formation. En effet, les résultats présentés ici pourraient favorablement alimenter les contenus d'enseignement dispensés dans le cadre de la formation académique des entraîneurs de sports collectifs et plus particulièrement de handball. Par exemple un chapitre sur la relation entraîneur-arbitres, pourrait utilement s'inspirer de l'article présenté ici, avec (a) une présentation des contraintes dans lesquelles s'effectuent les prises de décisions des arbitres, (b) une présentation des modèles de la persuasion, et (c) les techniques différenciées utilisées par les entraîneurs en cours de jeu et lors de la mi-temps. Une même logique de construction pourrait prévaloir concernant les consignes données par l'entraîneur aux joueurs pour leur permettre de développer et/ou de mettre à jour leurs structures de connaissances.

Les travaux de nos différentes études peuvent également permettre aux entraîneurs d'acquérir des connaissances à partir de l'observation de pairs puisque les résultats, de six des sept études, sont issus de l'observation d'entraîneurs en situations réelles et constituent donc en soi des observations de différents entraîneurs à partir desquelles les entraîneurs vont pouvoir se référer ou s'inspirer. Mais un tel processus de formation peut, à partir de ces travaux, être mené plus avant, dans la mesure où nous avons pu construire pour quinze matchs, des montages vidéos avec une bande vidéo centrée sur les événements du terrain et une bande sonore centrée sur les paroles des entraîneurs. Ces montages constituent des documents précieux pour l'observation d'entraîneurs en situations réelles. Ils pourraient être utilisés comme tel mais surtout faire l'objet de séquences de travaux dirigés dans lesquelles les intervenants pourraient attirer l'attention des entraîneurs en formation sur des aspects particuliers.

Enfin, lors des entretiens d'auto-confrontation, les trois entraîneurs ont exprimé l'intérêt qu'ils portaient à ce travail réflexif sur leur propre activité. Il s'agit par conséquent de sensibiliser et d'encourager les entraîneurs à effectuer ce travail réflexif. Pour cela, et afin d'optimiser l'efficacité de cette démarche, nous proposons la méthode suivante : Suite au match et avant tout retour visuel sur celui-ci, les entraîneurs (l'entraîneur principal et son adjoint) indiquent, séparément, les problèmes qu'ils ont eu à gérer, les principales décisions prises au cours de la rencontre au regard de ces problèmes, comme est amené à le faire le chercheur dans la technique de rappel stimulé. Suite à cela, les deux entraîneurs confrontent leurs représentations initiales de la situation « post match » et vérifient leurs accords et discutent de leurs éventuels désaccords. Une fois cette étape réalisée, vient la phase de visionnage à partir de laquelle, au moment de chaque importante prise de décision initialement repérée, ils répondent aux questions suivantes :

- Au vue de la situation du match, sommes-nous pleinement satisfaits de la décision prise ?
- Si non, quelle(s) autre(s) décision(s) aurions-nous pu prendre ?
- Pourquoi ne l'avons-nous pas prise ?

D'autre part, cette activité réflexive peut également et plus simplement s'effectuer à partir de la simple écoute d'enregistrements audio (micro-cravate et dictaphone), à partir desquels l'entraîneur peut réaliser une analyse de contenu naïve tant sur la forme que sur le contenu de ses propos.

Enfin, nos résultats permettent de guider l'activité réflexive de l'entraîneur concernant ses propres prises de décisions en relation avec, par exemple, les différentes tâches, ses routines, arbitres, les instructions données aux joueurs afin de solliciter leurs processus cognitifs, les arbitres.

## **2.2. Au Niveau Théorique et Méthodologique.**

D'un point de vue théorique, notre travail approfondit une option qui n'avait été jusqu'à présent que peu investie. En effet, Macquet et Fleurance (2006) ont étudié les différents modèles théoriques permettant d'étudier l'activité de l'expert en sport. Ces auteurs soulignent qu'en ergonomie de langue française, deux modèles ont été développés, celui de l'anthropologie cognitive située (Theureau, 1992) qui a fait l'objet de nombreux travaux dans le domaine sportif (e.g., Hauw, Berthelot, & Durand, 2003 ; Saury & Durand, 1998 ; Sève & Durand, 1999 ; Sève, Saury, Theureau, & Durand, 2002) et celui de la représentation occurrente (Amalberti, 2001) qui n'a, à notre connaissance, pas été mobilisé dans les études sur l'entraîneur sportif. Or, nous avons mis en évidence le caractère particulièrement opérationnel des modèles théoriques issus de l'ergonomie cognitive (modèle de l'activité coopérative [Hoc, 2001], modèle des modes de contrôle cognitif [Hoc & Amalberti, 2007]). D'un point de vue méthodologique, dans l'analyse de contenu des verbatims, l'utilisation du formalisme prédicat-arguments et du logiciel MacSHAPA apparaît particulièrement originale en STAPS.

### **2.3. Au Niveau des Perspectives de Recherches.**

Les études présentées dans le cadre de ce travail doctoral ne constituent pas un point final, mais marquent davantage une étape imposée par les contraintes institutionnelles et académiques. En effet, le cadre théorique, plus particulièrement le modèle de l'activité coopérative de Hoc (2001), ainsi que le modèle de Hoc et Amalberti (2007) sur les modes de contrôle cognitif, apparaît très prometteur pour l'étude du processus de prise de décisions de l'entraîneur en situation de match. Il en est de même pour la méthode utilisée (formalisme prédicat-arguments). Ainsi, les données recueillies peuvent encore faire l'objet de plusieurs études comme par exemple du point de vue (a) du contrôle cognitif dans la phase offensive, (b) de la coopération entraîneur-principal – entraîneur-adjoint.

---

## Références

- Aarts, H., Gollwitzer, P. M., & Hassin, R. R. (2004). Goal contagion: Perceiving is for pursuing. *Journal of Personality and Social Psychology, 87*, 23-37.
- Abernethy, B., Thomas, K. T., & Thomas, J. T. (1993). Strategies for improving understanding of motor expertise. In J. L. Starkes & F. Allard (Eds.), *Cognitive issues in motor expertise* (pp. 317–356). Amsterdam: Elsevier Science.
- Abraham, C., Collins, D., & Martindale, R. (2006). The coaching schematic: Validation through expert coach consensus. *Journal of Sports Sciences, 24*, 549-564.
- Allais, M. (1953). Le comportement de l'homme rationnel devant le risque : Critique des postulats et axiomes de l'école américaine. *Econometrica, 21*, 503-546.
- Amalberti, R. (1996). *La conduite des systèmes à risques*. Paris: PUF, Coll. Le travail humain.
- Amalberti, R. (2001). La maîtrise des situations dynamiques. *Psychologie Française, 46*, 107-117.
- Amalberti, R. (2009). Activités de supervision dans les systèmes à risques : point de vue ergonomique. In G. de Terssac, I. Boissières, & I. Gaillard (Eds.), *La sécurité en action* (pp. 55-65). Toulouse: Octarès.
- Amalberti, R., & Deblon, F. (1992). Cognitive modelling of fighter aircraft's control process: A step towards intelligent onboard assistance system. *International Journal of Man-Machine studies, 36*, 639-671.
- Amalberti, R., & Hoc, J. M. (1998). Cognitive activity analysis in dynamic situation. Why? How? *Le Travail Humain, 61*, 209-234.
- Ames, C. (1984). Achievement attributions and self-instructions under competitive and individualistic goal structures. *Journal of Educational Psychology, 76*, 478-487.
- Ames, C. (1992). Achievement goals, motivational climate, and motivational processes. In G.C. Roberts (Ed.), *Motivation in sport and exercise* (pp. 161-176). Champaign, IL: Human Kinetics.



- Anderson, J.A. (2003). The Psychology of doing nothing: Forms of decision avoidance result from reason and emotion. *Psychological Bulletin*, *129*, 139–167.
- Arrow, K. (1971). *Essays in the theory of risk bearing*. Chicago: Markham Publishing Co.
- Artman, H. (1998). Co-operation and situation awareness within and between time-scales in dynamic decision making. In Y. Waern (Ed.), *Cooperative process management* (pp. 117-130). London: Taylor and Francis.
- Bainbridge, L. (1978). Forgotten alternatives in skill and workload. *Ergonomics*, *21*, 169-185.
- Bainbridge, L. (1980). Le contrôle de processus. *Bulletin de Psychologie Française*, *34*, 813-832.
- Banks, A.P., & Millward, L.J. (2000). Running shared mental model as a distributed cognitive process. *British Journal of Psychology*, *91*, 513-531.
- Banks, A.P., & Millward, L.J. (2007). Differentiating knowledge in teams: The effect of shared declarative and procedural knowledge on team performance. *Group Dynamics: Theory, Research, and Practice*, *11*, 95-106.
- Banks, A.P., & Millward, L.J. (2009). *Distributed mental models: Mental models in distributed cognitive systems*. *The Journal of Mind and Behavior*, *30*, 249-266.
- Barthe, B., & Queinnec (1999). Terminologie et perspectives d'analyse du travail collectif en ergonomie. *L'Année Psychologique*, *99*, 663-686.
- Beach, L.R. (1990). *Image theory: Decision making in personal and organizational contexts*. London: Wiley.
- Beach, L. R., & Connolly, T. (2005). *The psychology of decision making: People in organizations* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Beach, L. R., & Lipshitz, R. (1993). Why classical decision theory is an inappropriate standard for evaluating and aiding most human decision making. In G.A. Klein, J. Orasanu, R. Calderwood, & C.E. Zsombok (Eds.), *Decision making in action: Models and methods* (pp. 21-35). Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation.

- 
- Beach, L. R., & Mitchell, T. R. (1978). A contingency model for the selection of decision strategies. *Academy of Management Review*, 3, 439-449.
- Beach, L. R., & Mitchell, T. R. (1990). Image theory: A behavioral theory of decisions in organizations. In B. M. Staw, & L. L. Cummings (Eds.), *Research in Organizational Behavior* (pp. 1-41). Greenwich, CT: JAI.
- Beersma, B., Hollenbeck, J. R., Humphrey, S. E., Moon, H., Conlon, D. E., & Ilgen, D. R. (2003). Cooperation, competition, and team performance: Toward a contingency approach. *Academy of Management Journal*, 46, 572–590.
- Bell, D.E. (1982). Regret in decision-making under uncertainty. *Operations Research*, 30, 961-981.
- Bellet, T. X. (1998). *Modélisation et simulation cognitive de l'opérateur humain: une application à la conduite automobile* (Thèse en Psychologie Cognitive – Ergonomie Cognitive). Paris: Université Paris V - René Descartes, Sciences Humaines Sorbonne.
- Berelson, B. (1971). *Content Analysis in Communication Research*, Hafner, New York.
- Bernoulli, D. (1738). Specimen theoriae novae de mensura sortis. *Commentarii Academiae Scientiarum Imperialis Petropolitanae*, 5, 175-192. Translated by L. Sommer as “New expositions of on the measurement of risk”. *Econometrica*, 22, 23-26.
- Berthier, P., Farget, V., Massarelli, R., & Chabaud, P. (2009). Analyse des structures de connaissances des joueurs et entraîneurs experts en handball. In C. Collet, E. Guillet, F. Lebon, J. Saint-Martin, I. Rogowski (Eds.), *Approche Pluridisciplinaire de la Motricité Humaine* (Actes du 13ème Congrès International de l'ACAPS, Lyon, 28 – 30 octobre 2009). pp. 183-184.
- Bianco, A.T., Higgins, E.T., & Klem, A. (2003). How “fun/importance” fit impacts performance: Relating implicit theories to instructions. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 29, 1091-1103.

- 
- Bloom, G. A., Durand-Bush, N., & Salmela, J. H. (1997). Pre- and postcompetition routines of expert coaches of team sports. *The Sport Psychologist, 11*, 127-141.
- Bond, A.H. & Gasser, L (1988). An analysis of problems and research in DAI. In A. H. Bond, & L. Gasser (Eds.), *Readings in Distributed Artificial Intelligence*, (pp. 3-35). San Mateo, California: Morgan Kaufmann.
- Bos, W., & Tarnai, C. (1999). Content analysis in empirical social research. *International Journal of Education Research, 31*, 659-671.
- Bossard, C. (2008). *L'activité décisionnelle en situation dynamique et collaborative. Application à la contre-attaque au football*. Thèse de doctorat, non publié. Université de Bretagne Occidentale. Brest.
- Bothelo, S., Mesquita, I., & Moreno M.P. (2005) A intervenção verbal do treinador de Voleibol na competição. Estudo comparativo entre equipas masculinas e feminas dos escalões de formação. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto, 5*, 174-183.
- Botvinick, M.M., Braver, T.S., Barch, D.M., Carter, C.S., & Cohen, J.D. (2001). Conflict monitoring and cognitive control. *Psychology Review, 108*, 624–652.
- Bouffard-Bouchard, T., & Pinard, A. (1988). Sentiment d'autoefficacité et exercice des processus d'autorégulation chez des étudiants de niveau collégial. *International Journal of Psychology, 23*, 409-431.
- Bourbousson, J., Poizat, G., Saury, J., & Sève, C. (2010). Team coordination in basketball: description of the cognitive connections between teammates. *Journal of Applied Sport Psychology, 22*, 150–166.
- Bourbousson, J., Poizat, G., Saury, J., & Sève, C. (2011). Description of dynamic shared knowledge: An exploratory study during a competitive team sports interaction. *Ergonomics, 54*, 120-138.

- Bourbousson, J., Sève, C., & McGarry, T. (2010a). Space-time coordination patterns in basketball: Part 1. Intra- and inter-couplings among player dyads. *Journal of Sports Sciences*, 28, 339-347.
- Bourbousson, J., Sève, C., & McGarry, T. (2010b). Space-time coordination patterns in basketball: Part 2. The interaction between the two teams. *Journal of Sports Sciences*, 28, 349-358.
- Bouthier, D., & Durey, A. (1995). La compétence d'un entraîneur de rugby. *Éducation Permanente*, 123, 65-77.
- Bouvier-Patron, P. (1996). La question de la réduction de l'incertitude chez F. Knight. *L'Actualité Économique*, 72, 397-415.
- Bowes, I., & Jones, R.L. (2006). Working at the edge of chaos: Understanding coaching as a complex, interpersonal system. *The Sport Psychologist*, 20, 235-245.
- Braver, T. (2012). The variable nature of cognitive control: A dual-mechanisms framework. *Trends in Cognitive Sciences*, 16, 106–113.
- Braver, T.S., Gray, J.R., Burgess, G.C. (2007). Explaining the many varieties of working memory variation: Dual mechanisms of cognitive control. In A. R. A. Conway, C. Jarrold, M. J. Kane, A. Miyake, J. N. Towse (Eds.), *Variation in Working Memory* (pp. 76-106). Oxford: Oxford University Press.
- Brehmer, B. (1990). Strategies in real-time, dynamic decision making. In R.M. Hogarth (Ed.), *Insights in Decision Making* (pp. 262-279). Chicago: University of Chicago Press.
- Brehmer, B. (1992). Dynamic decision making: Human control of complex systems. *Acta Psychologica*, 81, 211-241.
- Brehmer, B. (2000). Dynamic decision-making in command and control. In C. McCann, & P. Pigeau (Eds.), *The human in command: exploring the modern military experience*. (pp.233-248). New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.

- Brehmer, B. & Allard, (1991). Real time, dynamic decision-making: The effects of complexity and feedback delays. In J. Rasmussen, B. Brehmer, & J. Leplat (Eds), *Distributed decision making: Cognitive models of cooperative work* (pp.319-334). New York: Wiley.
- Brunnermeier, M.K., & Parker, J.A. (2005). Optimal expectations. *American Economic Review*, 95, 1092-1118.
- Burgess, G.C., Braver, T.S. (2010). Neural mechanisms of interference control in working memory: Effects of interference expectancy and fluid intelligence. *PLoS ONE*, 5(9): e12861. doi:10.1371/journal.pone.0012861
- Burt, C. (1950). The factorial analysis of qualitative data. *British Journal of Psychology*, 3, 166-185.
- Butera, F. & Pérez, J.-A. (1995). Les modèles explicatifs de l'influence sociale. In G. Mugny, D. Oberlé, & J.-L. Beauvois (Eds.), *La Psychologie Sociale, 1. Relations Humaines, Groupes et Influence Sociale* (pp. 203-224). Grenoble : PUG.
- Cacciabue, P.C., & Hollnagel, E. (1995). Simulation of cognition: Applications. In J.-M. Hoc, P.C. Cacciabue, & E. Hollnagel (Eds.), *Expertise and technology: Cognition and human-computer cooperation* (pp.55-73). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cacioppo, J.T., Petty, R.E., Kao, C.F., & Rodriguez, R. (1986). Central and peripheral routes to persuasion: An individual difference perspective. *Journal of Personality and Social Psychology*, 51, 1032-1043.
- Calderhead, J. (1981). Stimulated Recall: A Method for Research on Teaching. *British Journal of Educational Psychology*, 51, 157-174.
- Campitelli, G. & Gobet, F. (2010). Herbert Simon's decision-making approach: Investigation of cognitive processes in experts. *Review of General Psychology*, 14, 354-364.
- Cannon-Bowers, J. A., Salas, E., & Converse, S. A. (1993). Shared mental models in expert team decision making. In N. J. Castellan, Jr. (Ed.), *Current issues in individual and group decision making* (pp. 221-246). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

- Cardan, G. (1563). *Liber de ludo aleae*.
- Carlier, X., & Hoc, J.-M. (1999). Role of a common frame of reference in cognitive cooperation: sharing tasks in air-traffic control. In J.M. Hoc, P. Millot, E., Hollnagel, & P.C. Cacciabue (Eds.), *Proceedings of CSAPC'99* (pp.67-72). Valenciennes, France: Presses Universitaires de Valenciennes.
- Carver, C. S., & Scheier, M. F. (1982). Control theory: A useful conceptual framework for personality-social, clinical and health psychology, *Psychological Bulletin*, 92, 111-135.
- Carver, C. S., & Scheier, M. F. (1998). *On the self-regulation of behavior*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Castelfranchi, C. (1998). Modelling social action for AI agents. *Artificial Intelligence*, 103, 157-182.
- Cazamian P., Hubault F., & Noulin M. (1996). *Traité d'ergonomie*. Toulouse : Octarès.
- Cellier, J.-M., Eyrolle, H., & Mariné, C. (1997). *Expertise in dynamic environments*. *Ergonomics*, 40, 28-50.
- Chabaud, C., Berthier, P., Massarelli, R. & Farget, V. (2011). Differences in expert knowledge structure between trainer and players with different roles in team sport, <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00707463>.
- Chaiken, S. (1980). Heuristic versus systematic information processing and the use of source versus message cues in persuasion. *Journal of Personality and Social Psychology*, 39, 752-766.
- Chauvin, C. (2003). Gestion des risques lors de la prise de décision en situation d'interaction dynamique : approches systémique et cognitive. *Épique*, 2, 123-134.
- Chauvin, C., Clostermann, J.P., & Hoc, J.-M. (2008). Situation awareness and the decision-making process in a dynamic situation: avoiding collisions at sea. *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*, 2, 1-23.

- 
- Chelladurai, P.(1990). Leadership in sports: A review. *International Journal of Sport Psychology, 21*, 328-354.
- Chernev, A. (2004). Goal orientation and consumer preference for the status quo. *Journal of Consumer Research, 31*, 557-565.
- Cloes, M., Delhaes, J-P., & Piéron, M. (1993). Analyse des comportements d'entraîneurs de volley-ball pendant des rencontres officielles. *Sport, 141*, 16-25.
- Cohen, M. & Tallon, JM. (2000). *Décision dans le risque et l'incertain : l'apport des modèles non-additifs. Revue d'économie politique, 110*, 631-681.
- Conein, B. (1997). L'action avec les objets. In B. Conein, & L. Thevenot (Eds), *Cognition et information en société* (pp. 25-45). Paris : Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales.
- Connolly, T. (1982). On taking action seriously. In G. R. Ungson, & D. N. Braunstein (Eds.), *Decision making: An interdisciplinary inquiry* (pp.42-47). Boston: Kent.
- Cooke, N.J., Gorman, J.C., & Winner, J. (2007). Team cognition. In F. Durso, R. Nickerson, S. Dumais, S. Lewandowsky, & T. Perfect (Eds.), *Handbook of applied cognition* (pp. 239-268). New York, NY: Wiley.
- Cooke, N.J., Kiekel, P.A., Salas, E., Stout, R., Bowers, C., & Cannon-Bowers, J. (2003). Measuring team knowledge: A window to the cognitive underpinnings of team performance. *Group Dynamics: Theory, Research, and Practice, 7*, 179-199.
- Coombs, C.H., Dawes, R.M., & Tversky, A. (1971). *Mathematical psychology: an elementary introduction*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Côté, J. (1998). Coaching research and intervention: an introduction to the special issue. *Avante, 4*, 1-15.
- Côté, J., Salmela, J. H., & Russel, S. (1995). The knowledge of high-performance gymnastic coaches: Competition and training considerations. *The Sport Psychologist, 9*, 76-95.

- 
- Côté, J., Salmela, J. H., Trudel, P., Baria, A., & Russel, S. (1995). The Coaching Model: A grounded assessment of expert gymnastic coaches' knowledge. *Journal of Sport and Exercise Psychology, 17*, 1-17.
- Côté, J., Trudel, P., Bernard, D., Boileau, R., & Marcotte, G. (1993). Observation of coach behaviors during different game score differentials. In C R. Castaldi, P. J. Bishop, & E. Hoeroer, (Eds.), *Safety in Ice Hockey*, (2nd volume, pp. 78-87). American Society for Testing and Materials, Philadelphia.
- Côté, J., Young, B., North, J., & Duffy, P. (2007). Towards a definition of excellence in sport coaching. *International Journal of Coaching Science, 1*, 3–17.
- Crossman, E.R. & Cooke, J.E. (1974). Manual control of slow-response systems. In E. Edwards, & F.P. Lees (Eds.), *The human operator in process control* (pp.53-66). London: Taylor and Francis.
- Curley S., Yates F., & Abrams R. (1986). Psychological sources of ambiguity avoidance. *Organizational Behavior and Human Decision Processes, 38*, 230-256.
- Cushion, C. (2007). Modelling the complexity of the coaching process. *International Journal of Sports Science and Coaching, 1*, 395-401.
- Cushion, C. J., Armour, K. M., & Jones, R. L. (2003). Coach education and continuing professional development: Experience and learning to coach. *Quest, 55*, 215-230.
- Dawes, R.M. (1988). *Rational choice in an uncertain world*. Harcourt Brace Jovanovich, San Diego.
- Debanne, T. (2014). Techniques used by coaches to influence referees in professional team Handball. *International Journal of Sports Science and Coaching, 9*.
- Debanne, T., Angel, V., & Fontayne, P. (in press). Decision-Making during Games by Professional Handball Coaches Using Regulatory Focus Theory. *Journal of Applied Sport Psychology*.



- Debanne, T., & Chauvin, C. (2013). Cognitive control in handball coach' Activity. In H. Chaudet, L. Pellegrin, & N. Bonnardel (Eds.), *Proceedings of the Eleventh International Conference on Naturalistic Decision-Making* (pp. 157-162). Paris, France: Arpege Science Publishing.
- Debanne, T., & Fontayne, P. (2009). A study of a successful experienced elite handball coach's cognitive processes in competition situations. *International Journal of Sports Science and Coaching*, 4, 1-15.
- Debanne, T., & Fontayne, P. (2012). Étude des discours d'entraîneurs professionnels durant une rencontre de Handball selon la perspective du « Coaching Model ». *Science & Motricité*, 76, 11-23.
- DeChurch, L.A., & Mesmer-Magnus, J.R. (2010). The cognitive underpinnings of effective teamwork: A meta-analysis. *Journal of Applied Psychology*, 95, 32-53.
- Decortis, F. (1988). Dimension temporelle de l'activité cognitive lors des démarrages de systèmes complexes, *Le Travail Humain*, 51, 125-138.
- De Finetti, B. (1937). La prévision: Ses lois logiques, ses sources subjectives. *Annales de l'Institut Henri Poincaré*, 7, 1-68. Paris.
- De la Garza, C., & Weill-Fassina, A. (2000). Régulations horizontales et verticales du risque. In T.H. Benchekroun & A. Weill-Fassina (Eds.), *Le travail collectif, perspectives actuelles en ergonomie* (pp.218-234). Toulouse : Octarès.
- De Keyser, V. (1990). Fiabilité humaine et gestion du temps dans les systèmes complexes. In J. Leplat, & G. de Tersac (Eds.). *Les facteurs humains de la fiabilité dans les systèmes complexes* (pp. 85-108). Marseille, France : Octarès.
- Desnoyers, L. (1993). Les indicateurs et les traces de l'activité collective. In F. Six, & X. Vaxevanoglou (Eds.), *Les aspects collectifs du travail, Actes du XXVIIe Congrès de la Société d'Ergonomie de Langue Française* (pp.53-66). Toulouse: Éditions Octarès.

- Dimotakis, N., Davison, R.B., & Hollenbeck, J.R. (2012). Team structure and regulatory focus: The impact of regulatory fit on team dynamic. *Journal of Applied Psychology, 97*, 421-434.
- Dörner D. (1987). On the difficulties people have in dealing with complexity. In J. Rasmussen, K. Duncan, & J. Leplat (Eds), *New Technology and Human Errors* (pp.97-109). London: Wiley.
- Dörner, D. (1989). Die Logik des Mißlingens. Reinbek: Rowohlt [*The logic of failure. London: Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Vol. B 327. (1990).*]
- Dörner, D., & Schölkopf, J. (1991). Controlling complex systems; or, expertise a“grandmother’s know-how”. In K.A. Ericsson, & J. Smith (Eds.), *Towards a general theory of expertise: Prospects and limits* (pp.218-239). New York, NY: Cambridge university press.
- Dosseville, F., & Garnarczyk, C. (2007). L’arbitrage des pratiques sportives : Jugement et décision. *Bulletin de psychologie, 489*, 225-237.
- Douge, B., & Hastié, P. (1993). Coach effectiveness. *Sport Science Review, 2*, 14-29.
- Downward, P., & Jones, M. V. (2007). Effects of crowd size on referee decisions: analysis of the FA Cup. *Journal of Sports Sciences, 25*, 1541-1545.
- Duke, A., & Corlett, J. (1992). Factors affecting university women’s basketball coaches’ time out decision. *Canadian Journal of Sport Sciences, 17*, 333-337.
- Durand-Bush, N., Salmela, J. H., & Green-Demers, I. (2001). The Ottawa mental skills assessment tool (OMSAT-3). *The Sport Psychologist, 15*, 1-19.
- Dweck, C.S. (1986). Motivational processes affecting learning. *American Psychologist, 41*, 1040-1048.
- Eagly, A.H. & Chaiken, S. (1993). *The psychology of attitudes*, Fort Worth: Harcourt, Brace Jovanovich.

- Eccles, D.W., & Johnson, M., B. (2009). Letting the social and cognitive merge. New concepts for an understanding of group functioning in sport. In S. D. Mellalieu, & S. Hanton (Eds.), *Advances in applied sport psychology* (pp. 281-316). London: Taylor & Francis.
- Eccles, D.W., & Tenenbaum, G. (2004). Why an expert team is more than a team of experts: A social-cognitive conceptualization of team coordination and communication in sport. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 26, 542-560.
- Eccles, D.W., & Tenenbaum, G. (2007). A social-cognitive perspective on team functioning in sport. In G. Tenenbaum, & R.C. Eklund (Eds.), *Handbook of sport psychology* (3<sup>rd</sup> ed., pp. 264-283). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.
- Edwards, W. (1954). The theory of decision making. *Psychological Bulletin*, 51, 380-417.
- Edwards, W. (1961). Behavioral decision theory. *Annual Review of Psychology*, 12, 473-498.
- Edwards, W. (1962). Utility, subjective probability, their interaction, and variance preferences. *Journal of Conflict Resolution*, 6, 42-51.
- Edwards, E. & Lees, F.P. (1974). *The human operator in process control*. London: Taylor and Francis.
- Ehrenberg, A. (1991). *Le Culte de la performance*. Paris, Calmann-Lévy.
- Elliot, A.J. & Church, M.A. (1997). A hierarchical model of approach-avoidance motivation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 72, 218-232.
- Elliot, A.J., & Trash, T.M. (2002). Approach-avoidance motivation in personality: Approach and avoidance temperaments and goals. *Journal of Personality and Social Psychology*, 82, 804-818.
- Ellsberg, D. (1961). Risk, ambiguity, and the savage axioms. *Quarterly Journal of Economics*, 75, 585-603.
- Endsley, M.R. (1993). A survey of situation awareness requirements in air-to-air combat fighters. *International Journal of Aviation Psychology*, 3, 157-168.

- 
- Endsley, M.R. (1995a). Measurement of situation awareness in dynamic systems. *Human Factors*, 37, 65-84
- Endsley, M.R. (1995b). Towards a theory of situation awareness. *Human Factors*, 37, 32-64
- Endsley, M.R., (2000). Theoretical underpinnings of situation awareness: a critical review. In M.R. Endsley & D.J. Garland (Eds.), *Situation awareness analysis and measurement* (pp.3-32). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Endsley, M.R. & Hoffman, R.R. (2002). The sacagawea principle. *IEEE Intelligent Systems*, 17, 80-85.
- Endsley, M. R. & Rodgers, M. D. (1994). *Situation awareness information requirements for en route air traffic control*. U.S. Department of Transportation, Federal Aviation Administration. (DOT/FAA/AM-94/27). Washington, DC: Federal Aviation Administration, Office of Aviation Medicine.
- Engrand, E., Lambolez, S., & Trognon A. (Eds.) (2002). *Communication en situation de travail à distance*. Nancy : Presses Universitaires de Nancy.
- Falzon, P. (1991). Co-operative dialogues. In J. Rasmussen, J. Leplat and B. Brehmer (Eds.) *Distributed decision-making: Cognitive Models for Cooperative Work* (pp.145-190). Chichester: Wiley.
- Ferguson, M.J., & Bargh, J. A. (2004). Liking is for doing: The effects of goal pursuit on automatic evaluation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 87, 557-572.
- Fiol, M., & Lebas, M. (1999). Créer des situations de sens pour générer la performance. In L. Collins (Ed.), *Questions de Contrôle* (pp.70-96). Paris : PUF.
- Fiore, S.M., & Salas, E. (2004). Why we need team cognition. In E. Salas & S. M. Fiore (Eds.), *Team cognition: Understanding the factors that drive process and performance* (p. 235-248). Washington, DC: American Psychological Association.

- 
- Fiore, S. M., & Salas, E. (2006). Team cognition and expert teams: Developing insights from cross-disciplinary analysis of exceptional teams. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 4, 369-375.
- Fishburn, P. C. (1988). Expected utility: An anniversary and a new era. *Journal of Risk and Uncertainty*, 1, 267-283.
- Fishburn, P.C. (1989). Retrospective on the utility theory of von Neuman and Morgenstern, *Journal of Risk and Uncertainty*, 2, 127-158.
- Flach, J.M., & Hoffmann, R.R. (2003). The limitations of limitations. *IEEE Intelligent Systems*, 18, 94-97.
- Fleiss, J.L. (1971). Measuring nominal scale agreement among many raters. *Psychological Bulletin*, 76, 378-382.
- Fleurance, P., & Pérez, S. (2008). L'oubli de l'expérience vécue: un déficit d'explication dans l'approche des phénomènes de l'entraînement? In P. Fleurance, & S. Pérez, (Eds.), *Interroger les entraîneur(e)s au travail ? Revisiter les conceptions qui organisent l'entraînement pour repenser le métier d'entraîneur(e)*. Paris ; Les Cahiers de l'INSEP, 39 : Editions de l'INSEP.
- Fleuriel, S. (1997). *Sport de haut niveau ou sport d'élite ? La raison culturelle contre la raison économique : sociologie des stratégies de contrôle d'État de l'élite sportive*, Thèse de doctorat, Université de Nantes.
- Förster, J., Higgins, E.T., & Idson, L.C. (1998). Approach and avoidance strength during goal attainment: Regulatory focus and the “goal looms larger” effect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 75, 1115-1131.
- Foulon-Molenda, S. (2000). A-t-on besoin de se voir pour coopérer!? Contribution théorique issue de la psycholinguistique. *Le Travail Humain*, 63, 97-120.
- Fox, J. (2009). *The myth of the rational market: An history of risk, reward, and delusion on wall street*. New York: Harper Business.

- 
- Fox, C.R., & Tversky, A. (1995). Ambiguity aversion and comparative ignorance, *Quarterly Journal of Economics*, *110*, 585-603.
- Fox, C. R., & Weber, M. (2002). Ambiguity aversion, comparative ignorance, and decision context. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, *88*, 476–498.
- Frank, M.G., & Gilovitch, T. (1988), The dark side of self and social perception: Black uniforms and aggression in professional sports. *Journal of Personality and Social Psychology*, *54*, 74-85.
- Freitas, A. L., & Higgins, E. T. (2002). Enjoying goal-directed action: the role of regulatory fit. *Psychological Science*, *13*, 1–6.
- French, J.R.P., & Raven, B.H. (1959). The bases of social power. In D. Cartwright (Ed.), *Studies in Social Power* (pp. 150-168). Ann Arbor: Institute of Social Research.
- Friedman, R. S., & Kruglanski, A. W. (2003). Leading us not unto temptation: Momentary allurements elicit overriding goal activation. *Journal of Personality and Social Psychology*, *84*, 296-309.
- Friedman, M., & Savage, L. (1948). The utility analysis of choices involving risk. *Journal of Political Economy*, *56*, 279-304.
- Friman, M., Nyberg, C., & Norlander, T. (2004). Threats and aggression directed at soccer referees: an empirical psychological study. *The Qualitative Report*, *9*, 652–672.
- Funder, D. C. (1987). Errors and mistakes. Evaluating the accuracy of social judgment. *Psychological Bulletin*, *101*, 75-90.
- Funke, J. (1991). Solving complex problems: Exploration and control of complex systems. In R. J. Sternberg, & P. A. Frensch (Eds.), *Complex problem solving* (pp. 185–222). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Galperine, P. (1966). Essais sur la formation par étapes des actions et des concepts. In A. Leontiev, A. Luria, & A. Spirnov (Eds.), *Recherches psychologiques en U.R.S.S.* (pp.114-132). Moscou : Édition du progrès.

- 
- Galunic, D. C., & Eisenhardt, K. M. (1994). Renewing the strategy–structure–performance paradigm. In B. M. Staw, & L. L. Cummings (Eds.), *Research in organizational behavior* (pp. 215-255). Greenwich, CT: JAI Press.
- Garfinkel, H. (2002). *Ethnomethodology's program: Working out Durkheim's aphorism*. Lanham, MD: Rowman & Littlefield.
- Garnarczyk, C. (1995). Représentations de l'arbitrage : Consensus ou Divergences ? *Science & Motricité*, 26, 9-20.
- Ghirardato, P., Maccheroni, F., & Marinacci, M. (2004). Differentiating ambiguity and ambiguity attitude. *Journal of Economic Theory*, 118, 133-173.
- Ghirardato, P., & Marinacci, M. (2002). Ambiguity made precise: Comparative foundation, *Journal of Economic Theory*, 102, 251-289.
- Giazitzi, K., Zetou, E., Michalopoulou, M., & Aggelousis, N. (2007). Administration and content analysis of timeout during volleyball games. *Inquiries in Sport & Physical Education*, 5, 156-164.
- Gibson, E.J. (2000). Perceptual learning in development: Some basic concepts. *Ecological Psychology*, 12, 295-302.
- Gibson, J.J. (1977). *The theory of affordances*. In R. Shaw, & J. Bransford, (Eds.) *Perceiving, acting, and knowing: Toward an ecological psychology* (pp. 67-82). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Gibson, J. J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Gibson, J. J., & Crooks, L. E. (1938). A theoretical field-analysis of automobile-driving. *The American journal of psychology*, 51, 453-471.
- Gilbert, W. (2007). Modelling the complexity of the coaching process: A commentary. *International Journal of Sports Science and Coaching*, 4, 417-418.

- 
- Gilbert, W., & Trudel, P. (2000). Validation of the coaching model in a team sport context. *International Sport Journal*, 4, 120-128.
- Gilbert, W., & Trudel, P. (2004). Analysis of coaching science research published from 1970–2001. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 75, 388–399.
- Gilbert, W., Trudel, P., Bloom, G. (1999). Intramural ice hockey officiating: A case study. *Avante*, 1, 63-76.
- Gilbert, W., Trudel, P., & Haughian, L.(1999). Interactive decision-making factors considered by coaches of youth ice hockey during games. *Journal of Teaching in Physical Education*, 18, 290-311.
- Goffman, E. (1961). *Asylums: Essays on the social situation of mental patients and other inmates*. New York: Doubleday Anchor.
- Gollier, C., Hilton, D.J., & Raufaste, E. (2003). Daniel Kahneman et l'analyse de la décision face au risque. *Revue d'Économie Politique*, 113, 295-307
- Gould, D., Gianni, J., Krane, V., & Hodge, K. (1990). Educational needs of elite US national team, pan american, and olympic coaches. *Journal of Teaching in Physical Education*, 9, 332-344.
- Grangeat, M. (2009). *Modéliser les activités professionnelles dans les métiers de l'humain : finalités et enjeux méthodologiques*. Papier présenté dans le cadre du Symposium « Comprendre la qualité de l'expérience professionnelle ». 2<sup>ème</sup> Colloque International Francophone sur les Méthodes Qualitatives. Enjeux et stratégies (RIFReQ) : Lille (France).
- Gréhaigne J.-F. (1992). *L'organisation du jeu en football*. Paris : ACTIO.
- Gréhaigne, J-F., Bouthier, D., & David, B. (1997). Dynamic-system analysis of opponent relationships in collective actions in soccer. *Journal of Sports Sciences*, 15, 137-149.
- Gréhaigne, J-F., Godbout, P. (1995). Tactical knowledge in team sports from a constructivist and cognitivist perspective. *Quest*, 47, 490-505.



- 
- Gréhaigne, J.F., Godbout, P., & Bouthier, D. (1997). Performance assessment in team sports. *Journal of Teaching in Physical Education, 16*, 500-516.
- Gréhaigne, J-F., Godbout, P., & Bouthier, D. (1999). The foundations of tactics and strategy in team sports. *Journal of Teaching in Physical Education, 18*, 159-174.
- Grieve, P. G., & Hogg, M. A. (1999). Subjective uncertainty and intergroup discrimination in the minimal group situation. *Personality and Social Psychology Bulletin, 25*, 926-940.
- Grimm, L., Markman, A., Maddox, W., & Baldwin, G. (2008). Differential effects of regulatory fit on category learning. *Journal of Experimental Social Psychology, 44*, 920-927.
- Guba, E.G. (1990). The alternative paradigm dialogue. In E.G. Guba (Ed.), *The Paradigm Dialogue* (pp. 17-27). Newbury Park: Sage.
- Guillevic, C. (1999). *Psychologie du travail*. Paris, Nathan Université.
- Hagemann, N., Strauss, B., & Büsch, D. (2008). The complex problem-solving competence of team coaches. *Psychology of Sport and Exercise, 9*, 301-317.
- Hammond, K. R. (1982). *Unification of theory and research in judgment and decision-making*. University of Colorado, Center for Research on Judgment and Policy, Boulder.
- Harris, D.J., & Atkinson, G. (2009). **Ethical standards in sport and exercise science research.** *International Journal of Sports Medicine, 30*, 701-702.
- Health C., & Tversky A., (1991). Preference and belief: Ambiguity and competence in choice under uncertainty. *Journal of Risk and Uncertainty, 4*, 5-28.
- Heukelom, F. (2009). *Kahneman and Tversky and the Making of Behavioral Economics*, PhD Thesis, Amsterdam Tinbergen Institute.
- Higgins, E. T. (1997). Beyond pleasure and pain. *American Psychologist, 52*, 1280-1300.
- Higgins, E. T. (1998). Promotion and prevention: Regulatory focus as a motivational principle. In M. E. Zanna (Ed.), *Advances in experimental social psychology* (pp. 1-46). New York: Academic Press.

- 
- Higgins, E. T. (2000). Making a good decision: Value from fit. *American Psychologist*, *55*, 1217-1230.
- Higgins, E., Friedman, R., Harlow, R., Idson, L., Ayduk, O., & Taylor, A. (2001). Achievement orientations from subjective histories of success: Promotion pride versus prevention pride. *European Journal of Social Psychology*, *31*, 3-23.
- Higgins, E.T., Roney, C.J.R., Crowe, E., & Hymes, C. (1994). Ideal versus ought predilections for approach and avoidance: Distinct self-regulatory systems. *Journal of Personality and Social psychology*, *66*, 276-286.
- Higgins, E.T., & Silberman, I. (1998). Development of regulatory focus: Promotion and prevention as ways of living. In J. Heckhausen, & C. S. Dweck (Eds.), *Motivation and self-regulation across the life span* (pp. 78-113). New York, NY: Cambridge University Press.
- Higgins, E.T., & Spiegel, S. (2004). Promotion and prevention strategies for self-regulation. In R.F. Baumeister & K.D. Vohs (Eds), *Handbook of self-regulation: Research, theory and applications* (pp. 171-187). New York: Guilford.
- Hirst, W., Spelke, E., Reaves, C., Caharack, G., & Neisser, U. (1980). Dividing attention without alternation or automaticity. *Journal of Experimental Psychology: General*, *109*, 98-117.
- Hoc, J-M. (1989a). La conduite d'un processus continu à longs délais de réponse. Une activité de diagnostic. *Le Travail Humain*, *52*, 289-316.
- Hoc, J-M. (1989b). Strategies in controlling a continuous process with long latencies: Need for computer support to analysis, *International Journal of Man-machine Studies*, *30*, 47-67.
- Hoc, J-M. (1991). Effet de l'expertise des opérateurs et de la complexité de la situation dans la conduite d'un processus continu à long délai de réponse : le haut fourneau. *Le Travail Humain*, *54*, 225-249.
- Hoc, J-M. (1996). *Supervision et contrôle de processus : la cognition en situation dynamique*. Grenoble, PUG.

- 
- Hoc, J-M. (2001). Towards a cognitive approach to human-machine cooperation in dynamic situations. *International Journal of Human-Computer Studies*, 54, 509-540.
- Hoc, J-M. (2006). Dynamic situations. In W. Karwowski (Ed.), *International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors*. CRC Press.
- Hoc, J-M., & Amalberti, R. (1994). Diagnostic et prise de décision dans les situations dynamiques. *Psychologie Française*, 39, 177-192
- Hoc, J-M., & Amalberti, R. (1995). Diagnosis: Some theoretical questions raised by applied research. *Current Psychology of Cognition*, 14, 73-101
- Hoc, J-M., & Amalberti, R. (2007). Cognitive control dynamics for reaching a satisficing performance in complex situations, *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*, 1, 22-55.
- Hoc, J-M., Amalberti, R., & Plée, G. (2000). Vitesse du processus et temps partagé : planification et concurrence attentionnelle. *L'Année Psychologique*, 100, 629-660.
- Hoc, J-M., & Cellier, J-M. (2001). La gestion d'environnements dynamiques. *Psychologie Française*, 46, 103-106.
- Hoc, J-M., & Moulin, L. (1994). Rapidité du processus contrôlé et planification dans un micromonde dynamique. *L'Année Psychologique*, 94, 521-551.
- Hoffman, R.R., & McNeese, M.D. (2009). An history of macrocognition. *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*, 3, 97-110.
- Hogarth, R. M. (1987). *Judgment and choice: The psychology of decisions*. New York: Wiley.
- Hollenbeck, J. R., Moon, H., Ellis, A. P. J., West, B. J., Ilgen, D. R., & Sheppard, L. (2002). Structural contingency theory and individual differences: Examination of external and internal person-team fit. *Journal of Applied Psychology*, 87, 599-606.
- Hollnagel, E., Mancini, G., & Woods, D. D. (Eds.) (1986). *Intelligent decision support in process environments*. Berlin: Springer Verlag.

- 
- Horton, S., Baker, J., & Deakin, J. (2005). Experts in action: A systematic observation of 5 national team coaches. *International Journal of Sport Psychology*, 36, 299-319.
- Hsu M., Bhatt M., Adolphs R., Tranel, D., & Camerer, C. F. (2005). Neural systems responding to degrees of uncertainty in human decision making. *Science*, 310, 1680-1683.
- Huczynski, A., & Buchanan, D. (2001). *Organizational behaviour: An introductory text*. London: Pearson education.
- Huhns, M.N., & Gasser, L. (Eds), (1989). *Distributed artificial intelligence Vol. 2*, Pitman Publishing, London, and Morgan Kaufmann Publ., CA
- Hume, D. (2000). *A treatise of human nature*. Oxford: Oxford University Press.
- Hutchins, E. (1995). *Cognition in the Wild*, Cambridge, MA: MIT Press.
- James, W. (1890). *The principles of psychology* (Vol. 1). New York: Holt.
- Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental models: Towards a cognitive science of language, inference, and consciousness*. Cambridge, MA: Harvard.
- Jones, D. F., Housner, L. D. & Kornspan, A. S. (1997). Interactive decision making and behavior of experienced and inexperienced basketball coaches practice planning, *Applied Research in Coaching and Athletics Annual*, 10, 201-227.
- Jones, M.V., Paull, G.C., & Erskine, J. (2002). The impact of a team's aggressive reputation on the decisions of association football referees. *Journal of Sport Sciences*, 20, 991-1000.
- Jones, R.L. (2000). Towards a sociology of coaching. In R.L. Jones, & K.M. Armour (Eds.), *The sociology of sport: theory and practice* (pp.33-43). London, Addison, Wesley Longman.
- Jones, R.L. & Wallace, M. (2005). Another bad day at the training ground: coping with ambiguity in the coaching context. *Sport, Education and Society*, 8, 213-229.
- Kahneman, D., Knetsch, J. L., & Thaler, R. H. (1990). Experimental tests of the endowment effect and the coase theorem. *Journal of Political Economy*, 98, 1325-1348.
- Kahneman, D., & Tversky, A. (1974). Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases. *Science*, 185, 1124-1131.

- 
- Kahneman D., & Tversky A. (1979), Prospect Theory: An Analysis of Decision Under Risk, *Econometrica*, 47, 2, 263-292.
- Kahneman, D., & Tversky, A. (1984). Choices, values and frames. *American Psychologist*, 39, 341-350.
- Kahneman, D., & Tversky, A. (2000). *Choices, Values, and Frames*. Cambridge, NY: Cambridge University Press.
- Karni, E. (2013). Axiomatic foundations of expected utility and subjective probability. In M. Machina & K. Viscusi (Eds.) *Handbook of Economics of Risk and Uncertainty*, vol.1 (pp.). North Holland.
- Keeney, R. L., & Raiffa, H. (1976). *Decisions with multiple objectives: Preferences and value tradeoffs*. New York: Wiley.
- Kent, A., & Chelladurai, P. (2001). Perceived transformational leadership, organizational commitment, and citizenship behavior: A case study in intercollegiate athletics. *Journal of Sports Management*, 15, 135–159.
- Keynes, J. M., (1921). *A Treatise on Probability*. London : McMillan. Second edition 1948.
- Keynes, J. M., (1923). *A Tract on Monetary Reform*. London: McMillan.
- Keynes, J. M., (1936). *Théorie générale de l'emploi et de la monnaie*. Paris: Payot, 1982.
- Kim, J. J., & Baxter, M. G. (2001). Multiple brain-memory systems: The whole does not equal the sum of its parts. *Trends in Neurosciences*, 24, 324-330.
- Kintsch, W. (1998). *Comprehension: A paradigm for cognition*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Klein, D.E., Klein, H.A., & Klein, G. (2000). Macrocognition: Linking cognitive psychology and cognitive ergonomics. In: Proceedings of the 5th international conference on human interactions with complex systems, University of Illinois at Urbana-Champaign, Urbana-Champaign, pp 173–177.

- Klein, G. (1993). A recognition-primed decision (RPD) model of rapid decision making. In G. Klein, J. Orasanu, R. Calderwood, & C.E. Zsombok, (Eds.), *Decision making in action: Models and methods* (pp.138-147). Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation.
- Klein, G. (1997). Naturalistic decision making: Where are we going? In C. Zsombok & G. Klein (Eds.), *Naturalistic decision making* (pp. 383-397). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Klein, G. (2001). The fiction of optimization. In G. Gigerenzer, & R. Stelten (Eds.), *Bounded Rationality. The adaptive toolbox* (pp. 103-121). Massachusetts: MIT.
- Klein, G. & Calderwood, R. (1991). Decision models: lessons from the field. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, 21, 1018-1026.
- Klein, G., & Klinger, D. (1991). *Naturalistic decision making*. *Crew System Ergonomics Information Analysis Centre Newsletter*, 2, 1-4.
- Klein, G., Orasanu, J., Calderwood, R., & Zsombok, C.E. (Eds.), (1993). *Decision making in action: Models and methods*. Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation.
- Klein, G., Ross, K. G., Moon, B. M., Klein, D. E., Hoffman, R. R., & Hollnagel, E. (2003). Macrocognition. *IEEE Intelligent Systems*, 18, 81–85.
- Klimoski, R., & Mohammed, S. (1994). Team mental model: Construct or metaphor? *Journal of Management*, 20, 403-437.
- Knight, F. (1921). *Risk, uncertainty and profit*. Cambridge: The Riverside Press.
- Kolmogorov, A.N. (1933). *Grundbegriffe der wahrscheinlichkeits-rechnung*. Berlin: Springer. Chelsea edition (English), 1950.
- Kostulski, K., & Trognon, A. (Eds) (1998). *Communications interactives dans les groupes de travail*. Nancy, PUN.
- Kozlowski, S.W. J., & Bell, B.S. (2001). “Work Groups and Teams in Organizations”. *Articles and Chapters*. Paper 389. <http://digitalcommons.ilr.cornell.edu/articles/389>.
- Kreps, D.M. (1988). *Notes on the theory of choice*. Boulder : Westview Press.

- 
- Kutzner, F. L. W., Förderer, S., & Plessner, H. (2013). Regulatory fit improves putting in top golfers. *Sport, Exercise, and Performance Psychology*, 2, 130-137.
- Lacoste, M. (2000). Le langage et la structure des collectifs. In T.H. Benckroun, & A. Weill-Fassina (Eds.), *Le travail collectif. Perspectives actuelles en ergonomie* (pp. 50-70). Toulouse, France: Octarès.
- Latané, B., Williams, K., & Harkins, S. (1979). Many hands make like the work: The causes and consequences of social loafing, *Journal of Personality and Social Psychology*, 44, 78-94.
- Lebraty, J. F., & Pastorelli-Nègre, I. (2004). Biais cognitifs : Quel statut dans la prise de décision assistée ? *Systèmes d'Information et Management*, 9, 87-116.
- Lee, I., Kannan, S., Kim, M., Sokolsky, O., & Viswanathan, M. (1999). Runtime assurance based on formal specifications. *Proceedings of the International Conference on Parallel and Distributed Processing Techniques and Applications*.  
[http://repository.upenn.edu/cis\\_papers/294](http://repository.upenn.edu/cis_papers/294).
- Leplat, J. (1988). Task complexity in work situations. In L. Goodstein, H. Andersen, S. Olsen, (Eds.), *Tasks, Errors and Mental Models* (pp. 105-115). New York : Taylor and Francis.
- Leplat, J. (1989). Cognitive skills at work. In L. Bainbridge & S.A Ruiz Quintanilla (Eds.), *Developing Skills With Information Technology* (pp. 35-63). Chichester: John Wiley and Sons, UK.
- Leplat, J. (1991). Activités collectives et nouvelles technologies. *Revue Internationale de Psychologie Sociale*, 4, 335-336.
- Leplat J., & Savoyant A. (1983). Ordonnement et coordination des actions dans les travaux individuels et collectifs. *Bulletin de Psychologie*, 37, 271-278
- Lieberman, N., Idson, L. C., Camacho, C. J., & Higgins, T. E. (1999). Promotion and prevention choices between stability and change. *Journal of Personality and Social Psychology*, 77, 1135-1145.

- Lichtenstein, S., & Slovic, P. (1971). Reversals of preference between bids and choices in gambling decisions, *Journal of Experimental Psychology*, 89, 46-55.
- Lim, B. C., & Klein, K.J., (2006). Team mental models and team performance: A field study of the effects of team mental model similarity and accuracy. *Journal of Organizational Behavior*, 27, 403-418.
- Lindman, H. (1971). Inconsistent preferences among gambles. *Journal of Experimental Psychology*, 89, 390-397.
- Lipshitz, R., Klein, G., Orasanu, J., & Salas, E. (2001). Taking stock of NDM. *Journal of Behavioral Decision Making*, 14, 331-352.
- Locke, H.S. & Braver, T.S. (2008). Motivational influences on cognitive control: Behavior, brain activation, and individual differences. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 8, 99-112.
- Lockwood, P., Jordan, C. H., & Kunda, Z. (2002). Motivation by positive or negative role models : Regulatory focus determines who will best inspire us. *Journal of Personality and Social Psychology*, 83, 854-864.
- Logan, G.D. (1979). On the use of a concurrent memory load to measure attention and automaticity. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 5, 189-207.
- Loiselet, A., & Hoc, J.-M. (2001). La gestion des interférences et du référentiel commun dans la coopération: implications pour la conception. *Psychologie Française*, 46, 167-179.
- Lomov, B.F.(1978). Psychological processes and communication. *Soviet Psychology*, 17, 3-22.
- Loomes, G., Starmer C., & Sugden, R. (1991). Observing violations of transitivity by experimental methods. *Econometrica*, 59, 425-439.
- Loomes, G. & Sugden, R. (1982). Regret theory : An alternative theory of rational choice under uncertainty. *The Economic Journal*, 92, 805-824.



- Løvborg, L., & Brehmer, B. (1991). NEWFIRE – A flexible system for running simulated fire fighting experiments. Risø National Laboratory, Denmark, Risø-M-2953.
- Lyle, J. (2002). *Sports coaching concepts: A framework for coaches' behaviour*. London: Routledge.
- Lyle, J. (2003). Stimulated recall: A report on its use in naturalistic research. *British Educational Research Journal*, 29, 861-878.
- Lyle, J. (2007). Modelling the complexity of the coaching process : A commentary. *International Journal of Sports Sciences and Coaching*, 4, 407-409.
- Lyle, J. (2010). Coaches' decision making: A naturalistic decision making Analysis. In J. Lyle, & C. Cushion (Eds.), *Sports Coaching: Professionalisation and Practice* (pp. 27-41). London: Churchill Livingstone.
- Lyle, J. & Vergeer, I. (2013). Recommendations on the methods used to investigate coaches' decision-making In P. Potrac, W. Gilbert, & J. Denison (Eds.), *Handbook for sport coaching* (pp.121-132). New York, NY: Routledge.
- Maafi, H. (2013). Anomalies du choix rationnel en incertitude : Taxonomie des échecs empiriques du principe d'invariance. *Revue d'économie politique*, 123, 29-49.
- MacDonald, A.W., Cohen, J.D., Stenger, V.A., & Carter, C.S. (2000). Dissociating the role of the dorsolateral prefrontal and anterior cingulate cortex in cognitive control. *Science*, 288, 1835-1838.
- Machina, M.J. (1982). « Expected utility » analysis without the independence axiom. *Econometrica*, 50, 277-323.
- Macquet, A.-C. (2009). Recognition within the decision-making process: A case study of expert volleyball players. *Journal of Applied Sport Psychology*, 21, 64-79.
- Maddox, W. T., Baldwin, G. C., & Markman, A. B. (2006). A test of the regulatory fit hypothesis in perceptual classification learning. *Memory & Cognition*, 34, 1377–1397.

- Maggi, B. (1996). Coopération et coordination: enjeux pour l'ergonomie. In J. C. Sperandio (Ed.), *L'ergonomie face aux changements technologiques et organisationnels du travail humain* (pp.11-26). Toulouse, France: Octarès.
- Malone, T.W., & Crowston, K. (1994). The interdisciplinary study of coordination. *Computing Surveys*, 26, 87-119.
- Mariné, C., & Huet, N. (1998). Techniques d'évaluation de la métacognition, I – les méthodes indépendantes de l'exécution des tâches. *L'Année Psychologique*, 98, 711-726.
- Markman, A. B., Maddox, W. T., & Baldwin, G. C. (2005). The implications of advances in research on motivation for cognitive models. *Journal of Experimental and Theoretical Artificial Intelligence*, 17, 371-384
- Marks, M. A., Mathieu, J. E., & Zaccaro, S. J. (2001). A temporally based framework and taxonomy of team processes. *Academy of Management Review*, 26, 356-376.
- Marks, M. A., Sabella, M. J., Burke, C. S., & Zaccaro, S. J. (2002). The impact of cross-training on team effectiveness. *Journal of Applied Psychology*, 87, 3–13.
- Marks, M. A., Zaccaro, S. J., & Mathieu, J. E. (2000). Performance implications of leader briefings and team-interaction training for team adaptation to novel environments. *Journal of Applied Psychology*, 85,971-986.
- Mascarenhas, D., O'Hare, D., & Plessner, H. (2006). The psychological and performance demands of association football refereeing. *International Journal of Sport Psychology*, 37, 99–120.
- Mathieu, J. E., Heffner, T. S., Goodwin, G. E., Cannon-Bowers, J. A., & Salas, E. (2005). Scaling the quality of teammates' mental models: Equifinality and normative comparisons. *Journal of Organizational Behavior*, 26, 37-56.
- Mathieu, J. E., Heffner, T. S., Goodwin, G. F., Salas, E., & Cannon-Bowers, J. A. (2000). The influence of shared mental models on team process and performance. *Journal of Applied Psychology*, 85, 273-283.

- Mathieu, J. E., Rapp, T.L., Maynard, M.T., & Mangos, P.M. (2010). Interactive effects of team and task shared mental models as related to air traffic controllers' collective efficacy and effectiveness. *Human Performance*, 23, 22-40.
- McLennan, J., & Omodei, M. M. (1996). The role of prepriming in recognition-primed decision making. *Perceptual and Motor Skills*, 82, 1059-1069.
- Meister, D. (1985). *Behavioural foundations of system development* (2ndEd.). Malabar, FL: Robert E. Kreiger Publishing Co., Inc.
- Memmert, D., Unkelbach, C., & Ganns, S. (2010). The impact of regulatory fit on performance in an inattentional blindness paradigm. *The Journal of General Psychology*, 137, 129-139.
- Meyer, D. E., & Kieras, D. E. (1997). A computational theory of executive cognitive processes and multiple-task performance. Part I. Basic mechanisms. *Psychological Review*, 104, 2-65.
- Meyer, B.B., & Wenger, M. S. (1998). Athletes and adventure education: An empirical investigation. *International Journal of Sport Psychology*, 29, 243-266.
- Michon, J.A. (1985). A critical view of driver behaviour models. What do we know? What should we do? In L. Evans, & R. Schwing (Eds.), *Human behaviour and traffic safety* (pp.485-520). New York, NY: Pentium Press.
- Miles, M. B. & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*, 2nd ed., Sage, Thousand Oaks, CA.
- Mintzberg, H. (1984). *Le manager au quotidien - Les dix rôles du cadre*. Paris: Les Éditions d'Organisation.
- Mintzberg, H. (1994). Rounding out the manager's job. *Slown Management Review*, 36, 11-26.
- Mohammed, S., & Dumville, B. C. (2001). Team mental models in a team knowledge framework: Expanding theory and measurement across disciplinary boundaries. *Journal of Organizational Behavior*, 22,89-106.
- Moles, A. (1986). *Théorie structurale de la communication et société*. Paris : Masson.

- Mongin, P. (2011). *La théorie de la décision et la psychologie du sens commun*, Cahiers Recherche DRI-2011-01, IHPST Éd., Paris.
- Montmollin (de), M. & De Keyser, V. (1985). Expert logic vs Operator logic. In 2<sup>nd</sup> IFAC/IFIS/IFORS conference on *Analysis, design and evaluation of man-machine systems*, Varèse (Italie), 10-12 Septembre.
- More, K. G., & Franks, I. M. (2002). Measuring coaching effectiveness. In M. Hughes, & I.M. Franks (Eds.), *Notational Analysis of Sport* (pp. 243-256). London : Routledge.
- Moreland, R. L. (2000). Transactive memory: Learning who knows what in work groups and organizations. In L. Thompson, D. Messick, & J. Levine (Eds.), *Shared cognition in organizations: The management of knowledge* (pp. 3–31). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Morineau, T., Hoc, J-M., & Denecker, P. (2003). Cognitive control levels in air traffic radar controller activity. *The International Journal of Aviation Psychology*, 13, 107-130.
- Morgan, B.B, Salas, E., & Glickman, A.S. (1993). An analysis of team evolution and maturation. *Journal of General Psychology*, 120, 277-291.
- Mosier, K.L. (1991). Expert decision making strategies. In R.S. Jensen (Ed.), *Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Symposium on Aviation Psychology* (pp.266-271), Columbus, OH.
- Mosier, K. L. (2008). Technology and “naturalistic” decision making: Myths and realities. In M. C. Schraagen, L. Militello, T. Ormerod, & R. Lipshitz (Eds.), *Naturalistic decision making and macrocognition* (pp. 41-54). Aldershot: Ashgate.
- Mouchet, A. (2011). Les registres de technicité : un concept utile pour analyser l’activité des sujets dans les APSA? *eJRIEPS*, 23, 76-92.
- Mouchet, A., Harvey, S., & Light, R. (2013). A study on in-match rugby coaches' communications with players: a holistic approach. *Physical Education and Sport Pedagogy*, DOI:10.1080/17408989.2012.761683.
- Nash, C., & Collins, D.(2006). Tacit knowledge in expert coaching: science or art? *Quest*, 58, 465-477.

- 
- Navarro, C. (1993). L'étude des activités collectives de travail : aspects fondamentaux et méthodologiques. In F. Six, & X. Vaxevanoglou (Eds.), *Les aspects collectifs du travail. Actes du XXVIIe Congrès de la Société d'Ergonomie de Langue Française* (pp. 91-106). Toulouse, France: Octarès.
- Navon, D. G. (1979). On the economy of the human processing system. *Psychological Review*, 86, 214-255.
- Nelson, T.O., & Narens, L. (1994). Why investigate metacognition? In J. Metcalf, & A.P. Shimamura (Eds.), *Metacognition, knowing about knowing* (pp.1-25). Cambridge, MA: MIT Press.
- Nevill, A. M., Balmer, N. J., & Williams, A. M. (2002). The influence of crowd noise and experience upon refereeing decisions in football. *Psychology of Sport and Exercise*, 3, 261-272.
- Newell, A. (1968). Judgment and its representation: An introduction. In B. Kleinmuntz (Ed.), *Formal representation of human judgment*. New York: Wiley.
- Newell, A., & Simon, H.A. (1972). *Human problem solving*. Englewood Clis, NJ: Prentice-Hall.
- Newell, A. & Rosenbloom, P.S. (1981). Mechanisms of skill acquisition and the law of practice. In J.R. Anderson (Ed.), *Cognitive skills and their acquisition* (pp. 1-55). Hillsdale, N.J: Erlbaum.
- Noizet, A., & Amalberti, R. (2000). Le contrôle cognitif des activités routinières des agents de terrain en centrale nucléaire : un double système de contrôle. *Revue d'Intelligence Artificielle*, 14, 73-92
- Norman, D. A. (1981). Categorization of action slips. *Psychological Review*, 88, 1-15.
- Norman, D. A. (1999). Affordances, conventions, and design. *Interactions*, 6, 38-42.
- Norman, D. A., & Shallice, T. (1986). Attention to action: Willed and automatic control of behavior. In R. J. Davidson, G. E. Schwartz, & D. Shapiro (Eds.), *Consciousness and Self-Regulation (Vol. 4): Advances in Research and Theory* (pp. 1-18). New York: Plenum Press.

- Orasanu, J. M., & Fischer, U. (1997). Finding decisions in natural environments: The view from the cockpit. In C. Zsombok, & G. Klein (Eds.), *Naturalistic decision making* (pp. 343-357). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Otto, A.R., Markman, A.B., Gureckis, T.M., & Love, B.C. (2010). Regulatory fit and systematic exploration in a dynamic decision-making environment. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *36*, 797–804.
- Pastorelli, I. (2008). Environnements instables et cognition : Une revue de littérature. *ORIANE 4ème colloque national sur le risque*, Biarritz : France (2007). HAL: halshs-00268385
- Pastré, P., Mayen, P., & Vergnaud, G. (2006). La didactique professionnelle. *Revue Française de Pédagogie*, *154*, 145-198.
- Payne, J. w., Johnson, E. J., Bettman, J. R., & Coupey, E. (1990). Understanding contingent choice: A computer simulation approach. *IEEE Systems, Man, and Cybernetics*, *20*, 296-309.
- Petty, R.E., & Brinol, P. (2007). Mécanismes psychologiques de la persuasion, *Diogenes*, *217*, 58-78.
- Petty, R.E., & Cacioppo, J.T. (1986). *Communication and persuasion: Central and peripheral routes to attitude change*, Springer, New York.
- Petty, R.E., Cacioppo, J.T. & Goldman, R. (1981). Personal involvement as a determinant of argument-based persuasion, *Journal of Personality and Social Psychology*, *41*, 847-855.
- Picavet, E. (1996). *Choix rationnel et vie publique*. Paris : PUF.
- Plat, M., & Amalberti, R. (2000) Experimental crew training to surprises, In N. Sarter, & R. Amalberti (Eds.), *Cognitive Engineering in the Aviation Domain* (pp.110-123). Hillsdale: LEA.
- Plat M., & Rogalski J. (2000). Traitement de dysfonctionnements d'automatismes et modes de coopérations dans le cockpit. In H. Benchekroun, & A. Weill-Fassina (Eds.), *Le travail collectif, perspectives actuelles en ergonomie* (pp. 135-157). Toulouse, France: Octarès.

- 
- Plessner, H. (1999). Expectancies-biases in gymnastic judging. *Journal of Sport & Exercise Psychology, 21*, 131-144.
- Plessner, H. (2005). Positive and negative effects of prior knowledge on referee decisions in sports. In T. Betsch, & S. Haberstroh (Eds.), *The Routines of Decision Making* (pp. 311-324). Hillsdale : Lawrence Erlbaum.
- Plessner, H., & Betsch, T. (2001). Sequential effects in important referee decisions: The case of penalties in soccer. *Journal of Sport & Exercise Psychology, 23*, 254-259.
- Plessner, H., & Haar, T. (2006). Sports performance judgments from a social cognitive perspective. *Psychology of Sport and Exercise, 7*, 555-575.
- Plessner, H., Unkelbach, C., Memmert, D., Baltes, A. & Kolb, A. (2009). Regulatory fit as a determinant of sport performance. *Psychology of Sport & Exercise, 10*, 108-115.
- Pochon, J.B., Levy, R., Fossati, P., Lehericy, S., Poline, J.-B., Pillon, B., et al. (2002). The neural system that bridges reward and cognition in humans: An fMRI study. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 99*, 5669-5674.
- Pociello, C. (dir.) (1982). *Sports et Sociétés: Approche socio-culturelle des pratiques*. Paris : Vigot.
- Pociello, C. (1995). *Les cultures sportives*. Paris: P.U.F.
- Posner, M.I., & Snyder, C.R.R (1975) Attention and cognitive control. In R.L. Solso (Ed.) *Information processing and cognition: The Loyola symposium*, Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Potrac, P., Brewer, C., Jones, R.L., Armour, K., & Hoff, J. (2000). Towards an holistic understanding of the coaching process. *Quest, 52*, 189-199.
- Priester, J.M. & Petty, R.E. (1995). Source attributions and persuasion: Perceived honesty as a determinant of message scrutiny. *Personality and Social Psychology Bulletin, 21*, 637-654.
- Pruitt, J. S., Cannon-Bowers, J. A., & Salas, E. (1997). In search of naturalistic decisions. In R. Flin, E. Salas, M. Strub, & L. Martin (Eds.), *Decision making under stress: Emerging themes and applications* (pp. 29-42). Brookfield, VT: Ashgate.

- Quiggin, J. (1982). A theory of anticipated utility. *Journal of Economic Behavior and Organization*, 3, 323-343.
- Ragin, C. C. (1992). "Casing" and the Process of Social Inquiry. In C. C. Ragin, & H. S. Becker, (Eds.), *What is a Case? Exploring the Foundations of Social Inquiry* (pp. 217-226). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Rainey, D.W., Larsen, J.D., Stephenson, A., & Olson, T. (1993). Normative rules among umpires: The "phantom tag" at second base. *Journal of Sport Behavior*, 16, 147-155.
- Rainey, D.W., Larsen, J.D., & Willard, M.J. (1987). A computer simulation of sport officiating behaviour. *Journal of Sport Behavior*, 10, 183-191.
- Ramsay, F.P. (1926/1990). Truth and probability. In D.H. Mellor. (Ed.), *F.P. Ramsay: Philosophical papers*. Cambridge, NY: Cambridge University Press.
- Ranney, T.A. (1994). Models of driving behaviour: A review of their evolution. *Accident Analysis & Prevention*, 26, 733-750.
- Rasmussen, J. (1983). Skills, rules, and knowledge; Signals, signs, and symbols, and other distinctions in human performance models. *IEEE transactions on systems, man, and cybernetics*, 13, 257-266.
- Rasmussen, J. (1986). *Information processing and human-machine interaction: An approach to cognitive engineering*. New York: North-Holland.
- Rasmussen, J. (1997): Merging paradigms: Decision Making, Management, and Cognitive Control. In R. Flin, E. Salas, M.E. Strub, & L. Marting (Eds.), *Decision Making under Stress: Emerging Paradigms and Applications* (pp.67-81). Aldershot: Ashgate.
- Raufaste, E. (2001). *Les mécanismes cognitifs du diagnostic médical : Optimisation et expertise*. Paris: PUF.
- Raufaste, E., Eyrolle, H., & Mariné, C. (1998). Pertinence generation in radiological diagnosis: Spreading activation and the nature of expertise. *Cognitive Science*, 22, 4, 517-546.



- Reason, J. (1984). Absent-mindedness and cognitive control. In J. Harris, & P. Morris (Eds.), *Everyday memory actions & absent-mindedness* (pp. 113-132). London: Academic Press.
- Reason, J., 1990. *Human Error*. Cambridge, NY: Cambridge University Press.
- Reimer, T., Park, E. S., & Hinsz, V. B. (2006). Shared and coordinated cognition in competitive and dynamic task environments: An information-processing perspective for team sports. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 4, 376–400.
- Relieu, M., Salembier, P., & Theureau, J. (2004). Introduction au numéro spécial « Activité et Action/Cognition Située ». *@ctivités*, 1, 3-10. <http://www.activites.org/v1n2/intro.pdf>
- Rentsch, J. R., & Klimoski, R. J. (2001). Why do ‘great minds’ think alike? Antecedents of team member schema agreement. *Journal of Organizational Behavior*, 22, 107–120.
- Rey, J.-P., & Weiss, K. (2005). Marqueurs langagiers et relations intergroupes : analyse de discours d’entraîneurs dans le jeu sportif collectif, *Bulletin de psychologie*, 477, 321-328.
- Rix, G., (2005). Typology of experienced rugby referee’s judgement acts. *Movement & Sport Sciences*, 56, 109-124.
- Rix-Lièvre, G., Genebrier, V. (2011). Interactions players-referee during a soccer match: Understanding how altercations appear or not. *Science & Movement*, 72, 27-33.
- Roberts, G.C. (1992). Motivation in sport and exercise Conceptual constraints and convergence. In G. Roberts (Ed.), *Motivation in sport and exercise* (pp. 3-29). Champaign, Il: Human Kinetics Publishers.
- Rogalski, J. (1994). Formation aux activités collectives. *Le Travail Humain*, 57, 367-386.
- Rogalski, J. (2003). Y a-t-il un pilote dans la classe ? Une analyse de l’activité de l’enseignant comme gestion d’un environnement dynamique ouvert. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 23, 343-388.
- Rogalski, J. (2005). Cognitive ergonomics, didactics and discourse analysis for the analysis of teachers’ and trainers’ activity. In N. Marmaras, T. Kontogiannis, & D. Nathanael (Eds.), *Proceedings of the Annual Conference of the European Association of Cognitive*

- 
- Ergonomics* (pp. 123-130). Greece: EACE / National Technical University of Athens /Ergo U.
- Rogalski, J., & Langa, P. (1997). Activités des cadres et propriétés des situations : comparaison de deux sites en France et au Zaïre. *Le Travail Humain*, 60, 273-297.
- Rogalski, J., Samurçay, R. (1993). Représentations de référence: Outils pour le contrôle d'environnements dynamiques. In A. Weill-Fassina, P. Rabardel, & D. Dubois (Eds.), *Représentations pour l'action* (pp.183-208). Toulouse, France: Octarès.
- Ross, K. G., Shafer, J. L., & Klein, G. (2006). Professional judgments and “naturalistic decision making”. In K. A. Ericsson, N. Charness, R. R. Hoffman, & P. J. Feltovich (Eds.), *The Cambridge Handbook of Expertise and Expert Performance* (pp. 403-419). Cambridge: Cambridge University Press.
- Roth, E.M. & Woods, D.D. (1988). Aiding Human Performance. I: cognitive analysis. *Le Travail Humain*, 51, 139-172.
- Rouse, W. B., & Morris, N. M. (1986). On looking into the black box: Prospects and limits in the search for mental models. *Psychological Bulletin*, 100, 349–363.
- Rumelhart, D.E., Hinton, G. E., & Williams, R. J. (1986). Learning internal representations by error propagation. In D. E. Rumelhart, & J. L., McClelland (Eds.), *Parallel distributed processing* (pp. 318-362). MIT Press.
- Russel, J.S. (1999). Are rules all an umpire has to work with? *Journal of Philosophy of Sport*, 26, 27-49.
- Salas, E., Dickinson, T.L., Converse, S, & Tannenbaum, S.I. (1992). Toward an understanding of team performance and training. In R.W. Swezey, & E. Salas (Eds.), *Teams: Their training and performance* (pp.3-29). Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation.
- Salas, E., & Fiore, S. (2004). *Team cognition: Understanding the factors that drive process and performance*. Washington, DC: American Psychological Association.

- Salmela, J. H., Russel, S. J., Côté, J., & Baria, A. (1994). The structure of expert knowledge in coaches. In J. Nitsch (Ed.), *Advances in Sport Psychology* (pp. 56-65). Cologne: Bundesinstitut für sport psychologie.
- Samuelson, W., & Zeckhauser, R. (1988). Status quo bias in decision making. *Journal of Risk and Uncertainty*, 1, 7-59.
- Samurçay, R., & Hoc, J.-M. (1988). De l'analyse du travail à la spécification d'aides à la décision dans des environnements dynamiques. *Psychologie Française*, 33, 187-196.
- Samurçay, R., & Rogalski, J. (1992). Formation aux activités de gestion d'environnements dynamiques : concepts et méthodes. *Éducation permanente*, 111, 227-242.
- Sanderson, P. M., Scott, J., Johnston, T., Mainzer, J., Watanabe, L., & James, J. (1994). MacSHAPA and the enterprise of exploratory sequential data analysis (EDSA). *International Journal of Man-Computer Studies*, 41, 633-681.
- Saury, J., Durand, M., & Theureau, J. (1997). L'action d'un entraîneur expert en voile en situation de compétition, étude de cas, contribution à une analyse ergonomique de l'entraînement. *Science & Motricité*, 31, 21-35.
- Saury, J. & Durand, M. (1998). Practical knowledge in expert coaches: On-site study of coaching in sailing. [\*Research Quarterly for Exercise & Sport\*](#), 3, 254-266.
- Savage, L. (1954). *The foundations of statistics*. New-York: John Wiley.
- Savoyant, A. (1981). Image opérative et problèmes de coordination interindividuelle dans l'activité collective. In *L'image opérative*, Actes du séminaire de 1981 et recueil d'articles (pp. 82-91). Paris, France : Centre d'Education Permanente, Département d'ergonomie et d'écologie humaine.
- Savoyant, A. (1984). Définition et voies d'analyse de l'activité collective des équipes de travail, *Les Cahiers de Psychologie Cognitive*, 4, 273-284.
- Savoyant, A., (1985). Conditions et moyens de la coordination interindividuelle d'opérations d'exécution sensori-motrices. *Le Travail Humain*, 48, 59-79.

- 
- Savoyant, A. (1992). Guidage de l'activité et développement des compétences dans une entreprise d'insertion. *Éducation permanente*, 123, 67-73
- Savoyant, A., & Leplat, J. (1983). Statut et fonction des communications dans l'activité des équipes de travail. *Psychologie Française*, 28, 247-253.
- Schempp, P.G., & McCullick, B. (2010). Coaches' expertise. In J. Lyle, & C. Cushion (Eds.), *Sports Coaching: Professionalisation and practice* (pp.221-231). London: Churchill Livingstone.
- Schmidt, C.(2002). Daniel Kahneman et le renouvellement de la théorie du risque, *Risques*, 52, 105-109.
- Schmidt, K. (1991). Cooperative work: A conceptual framework. In J. Rasmussen, B. Brehmer, & J. Leplat, (Eds.), *Distributed decision-making: Cognitive models for cooperative work* (pp. 75-110). Chichester, UK: Wiley.
- Schneider, W., Dumais, S.T., & Shiffrin, R.M. (1984) Automatic and control processing and attention. In R. Parasuraman, & D.R. Davies (Eds.), *Varieties of attention* (pp.29-61). New York: Academic Press.
- Schneider, W., & Shiffrin, R. M. (1977). Controlled and automatic human information processing. I. Detection, search, and attention. *Psychological Review*, 84, 1–66.
- Scholer, A.A., & Higgins, E.T. (2010). Regulatory focus in a demanding world. In R. Hoyle (Ed.), *Handbook of personality and self-regulation* (pp. 291–314). Wiley-Blackwell.
- Scholer, A.A., Stroessner, S.J., & Higgins, E.T. (2008). Responding to negativity: How a risky tactic can serve a vigilant strategy. *Journal of Personality and Social Psychology*, 44, 767-774.
- Scholer, A.A., Zou, X., Fujita, K., Stroessner, S. J., & Higgins, E. T. (2010).When risk-seeking becomes a motivational necessity. *Journal of Personality and Social Psychology*, 99, 215-231.

- Schraagen, J.M., Militello, L.G., Ormerod, T. & Lipshitz, R., (2008). Foreword. In J. M. Schraagen, L.G. Militello, T. Ormerod, & R. Lipshitz, (Eds.), *Naturalistic Decision Making and Macrocognition* (pp. xxv-xxvi). Aldershot: Ashgate.
- Schwandt, T.A. (1997). *Qualitative inquiry*, Sage: Thousand Oaks, CA.
- Schwartz, Y. (1988). *Expérience et connaissance du travail*. Paris, France : Éditions sociales.
- Schwarz, N. (2012). Feelings-as-information theory. In P. Van Lange, A. Kruglanski, & E. T. Higgins (Eds.), *Handbook of theories of social psychology* (pp. 289-308). Sage: Thousand Oaks, CA.
- Schwarz, N., & Clore, G.L. (1983). Mood, misattribution, and judgments of well-being: Informative and directive functions of affective states. *Journal of Personality and Social Psychology*, 45, 513 - 523.
- Sève, C., Bourbousson, J., Poizat, G., & Saury, J. (2009). Cognition et performance collectives en sport. *Intellectica*, 52, 71-95.
- Sève, C., & Durand, M. (1999). L'action de l'entraîneur de tennis de table comme action située. *Avante*, 5, 69-85.
- Sève, C., Saury, J., Theureau, J., & Durand, M. (2002). Activity organization and knowledge construction during competitive interaction in table tennis. *Cognitive Systems Research*, 3, 501-522.
- Shah, J., & Higgins, E. T. (2001). Regulatory concerns and appraisal efficiency: The general impact of promotion and prevention. *Journal of Personality and Social Psychology*, 80, 693-705.
- Shah, J., Higgins, E. T., & Friedman, R. S. (1998). Performance incentives and means: How regulatory focus influences goal attainment. *Journal of Personality and Social Psychology*, 74, 285-293.
- Shapira, Z. (1999). Aspiration levels and risk-taking: A theoretical model and empirical study on the behaviour of government bond traders, Unpublished paper, New York University.

- Shiffrin, R.M., & Dumais, S.T. (1981) The development of automaticity. In J.R.Anderson (Ed.), *Cognitive skills and their acquisition* (pp.111-140). Hillsdale, N.J.:Erlbaum.
- Silva, J.M., (1981). Normative compliance and rule violating behavior in sport. *International Journal of Sport Psychology*, 12, 10-18.
- Silva, J. M. (1983). The perceived legitimacy of rule violating behavior in sport. *Journal of Sport Psychology*, 5, 438-448.
- Simon, H. A. (1955). A behavioral model of rational choice. *Quarterly Journal of Economics*, 69, 99-118.
- Simon, H. A. (1956). Rational choice and the structure of the environment. *Psychological Review*, 63, 129-138.
- Simon, H. A. (1957). *Models of man: Social and rational*. New York: John Wiley & Sons.
- Simon, H. A. (1969). *The sciences of the artificial*. Cambridge (MA): The MIT Press.
- Simon, H.A. (1979). Rational decision making in business organizations. *American Economic Review*, 69, 493–513.
- Simon, H. A. (1983). *Administration et processus de decision*. Paris, Economica [1947].
- Slovic, P. (1995). The construction of preference. *American Psychologist*, 50, 364-371.
- Slovic P., Lichtenstein, S. (1968). Relative importance of probabilities and payoffs in risk-taking, *Journal of Experimental Psychology monographs*, 78, 1-18.
- Smith, M., & Cushion, J. (2006). An investigation of the in-game behaviours of professional, top-level youth soccer coaches. *Journal of Sports Sciences*, 24, 355-366.
- Smith-Jentsch, K. A., Mathieu, J. E., & Kraiger, K. (2005). Investigating linear and interactive effects of shared mental models on safety and efficiency in a field setting. *Journal of Applied Psychology*, 90,523-535.
- Soubie, J.L., Buratto, F., & Chabaud, C. (1996). La conception de la coopération et la coopération dans la conception. In G. de Terssac, & E. Friedberg (Eds.), *Coopération et Conception* (pp. 187-206). Toulouse, France: Octarès.

- Souchon, N., Cabagno, G., Traclet, A., & Dosseville, F. (2010). Referees' decision-making and player gender: The moderating role of the type of situation. *Journal of Applied Sport Psychology, 22*, 1-16.
- Souchon, N., Cabagno, G., Traclet, A., Trouilloud, D., & Maïo, G. (2009). Referees' use of heuristics : The moderating impact of level of competition. *Journal of Sport Sciences, 27*, 695-700.
- Souchon, N., Coulomb-Cabagno, G., Rascle, O., & Traclet, A. (2004). Referees' decision-making in handball and transgressive behaviors : Influence of their stereotypes about gender of players. *Sex Roles, 51*, 143-150.
- Souchon, N., Fontayne, P., Livingstone, A., Maïo, G. R., Mellac, N., & Genolini, C. (2013). External influences on referees' decisions in judo: The effects of coaches' exclamations during throw situations. *Journal of Applied Sport Psychology, 25*, 223-233.
- Sparkes, A.C. (1998). Validity in qualitative inquiry and the problem of criteria: Implications for sport psychology. *The Sport Psychologist, 12*, 333–345.
- Speer, N.K., Jacoby, L.L., & Braver, T.S. (2003). Strategy-dependent changes in memory: Effects on brain activity and behavior. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience, 3*, 155-167.
- Sperandio, J.C., (1976). De l'espace plan à l'espace mobile aérien : Comparaison expérimentale entre deux supports d'informations spatio-temporelles. *Le Travail Humain, 39*, 139-154.
- Spiro, R.J., & Jehng, J. (1990). Cognitive flexibility and hypertext: Theory and technology for the non-linear and multidimensional traversal of complex subject matter. In D. Nix, & R. Spiro (Eds.), *Cognition, Education, and Multimedia* (pp. 163-205). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Starkes, J.L (1987). Skill in field hockey: The nature of the cognitive advantage. *Journal of Sport Psychology, 9*, 146-160.
- Starmer, C. (2000). Developments in non-expected utility theory: The hunt for a descriptive theory of choice under risk. *Journal of Economic Literature, 38*, 332–382.

- Ste-Marie, D. M. (2003). Expertise in Sport Judges and Referees: Circumventing Information-Processing Limitations. In J. L. Starkes, & A. Ericsson (Eds.), *Expert performance in sport: Advances in research on sport expertise* (pp. 169-190). Champaign: Human Kinetics.
- Stewart, R. (1983). *Managerial behaviour: How research has changed the traditional picture. Perspectives on management*. London: Oxford University Press.
- Stout, R. J., Cannon-Bowers, J. A., Salas, E., & Milanovich, D. M. (1999). Planning, shared mental models, and coordinated performance: An empirical link is established. *Human Factors, 41*, 61-71.
- Suchman, L. A. (1987). *Plans and situated actions - The problem of human-machine communication*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Sugden, R. (1993). An axiomatic foundation for regret theory. *Journal of Economics Theory, 60*, 159-180.
- Summala, H. (1988). Risk control is not risk adjustment: The zero-risk theory of driver behaviour and its implications. *Ergonomics, 31*, 491-506.
- Teiger, C.(1987). L'organisation temporelle des activités. In C. Lévy-Leboyer, & J.C. Spérandio (Eds), *Traité de psychologie du travail* (pp. 659-682). Paris, France : PUF.
- Teodorescu, L. (1977). *Théorie et méthodologie des jeux sportifs*. Paris : Les Editeurs Français Réunis.
- Terressac (de), G., & Chabaud, C. (1990). Référentiel opératif commun et fiabilité. In J. Leplat, & G. de Terressac (Eds.), *Les facteurs humains de la fiabilité dans les systèmes complexes* (pp. 110-139). Toulouse: Octarès Editions.
- Terressac (de), G., & Friedberg, E. (1996). *Coopération et conception*. Toulouse : Octarès.
- Terressac (de), G., & Rogalski, J. (1994). Le travail collectif : introduction. *Le Travail Humain, 57*, 203-208.



- Tesch, R. (1990). *Qualitative research: Analysis types and software tools*. Bristol, PA: Falmer.
- Thaler, R. (1980). Toward a positive theory of consumer choice. *Journal of Economic Behavior Organization, 1*, 39-60.
- Thomas, J.B., Clark, S.M. & Gioia, D.A. (1993). Strategic sensemaking and organizational performance: Linkages among scanning, interpretation, action and outcomes. *Academy of Management Journal, 36*, 239-270.
- Thompson, J. D. (1967). *Organizations in action*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Trognon, A., & Kostulski, K. (1998). De la communication comme activité générique d'usage du langage à la communication comme compétence professionnelle. In K., Kostulski & A., Trognon (Eds.), *Communications interactives dans les groupes de travail* (pp.15-26). Nancy, France : P.U.N.
- Trudel, P., Côté, J., & Bernard, D. (1996). Systematic observation of youth ice hockey coaches during games. *Journal of Sport Behaviors, 19*, 160-175.
- Trudel, P.A., Dionne, J-P., & Bernard, D. (2000). Differences between assessments of penalties in ice hockey by referees, coaches, players and parents. In A.B. Ashare (Ed.), *Safety in ice hockey : Third volume, ASTM STP 1341* (pp. 274-290). American Society for Testing and Materials, West Conshohocken.
- Trudel, P., Haughian, L., & Gilbert, W. (1996). L'utilisation de la technique du rappel stimulé pour mieux comprendre le processus d'intervention de l'entraîneur en sport. *Revue des Sciences de l'Éducation, 22*, 503-522.
- Tversky A. (1969). Intransitivity of preferences. *Psychological Review, 76*, 31-48.
- Tversky, A., & Kahneman, D. (1981). The framing of decision and the psychology of choice, *Science, 211*, 453-458.
- Tversky, A., & Kahneman, D. (1982). Evidential Impact of Base Rates. In D. Kahneman, P. Slovic, & A. Tversky (Eds.), *Judgment under uncertainty: Heuristics and biases* (pp.153-160). New York: Cambridge University Press.

- Tversky, A. & Kahneman, D. (1992). Advances in prospect theory: Cumulative representation of uncertainty. *Risk and uncertainty*, 5, 297-323.
- Uitdewilligen, S., Waller, M.J., & Zijlstra, F. (2010). Team cognition and adaptability in dynamic settings. A review of pertinent work. *International Review of Industrial and Organizational Psychology*, 25, 293-354.
- Unkelbach, C., & Memmert, D. (2008). Game management, context effects, and calibration: The case of yellow cards in soccer. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 30, 95-109.
- Valot, C. (2001). Rôles de la métacognition dans la gestion des situations dynamiques. *Psychologie Française*, 46, 131-141.
- Valot, C. (2002). An ecological approach to metacognitive regulation in the adult. In P. Chambres, M. Izaute, & P.-J. Marescaux (Eds.), *Metacognition: Process, function and use* (pp.135-151). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Van Daele, A. (1988). Écran de visualisation ou communication verbale ? Analyses comparatives de leur utilisation par des opérateurs de coulée continue en sidérurgie. *Le Travail Humain*, 51, 65-79.
- Van Daele, A. (1993). Complexité des systèmes et erreur humaine. *Sécurité*, 6, 25-32.
- Vergeer, I., & Lyle, J.(2007). Mixing methods in assessing coaches' decision making. *Research Quarterly in Exercise and Sport*, 78, 225-235.
- Vergeer, I., & Lyle, J. (2009). Coaching experience : Examining its role in coaches' decision making. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 7, 431-449.
- Villejoubert, G., & Le Floch, V. (2010). Jugement et prise de décision état de l'art et méthodes d'aide à la prise de décision en milieu professionnel. In P. Morchain, & A. Somat (Eds.), *La psychologie sociale : Applicabilité et applications* (pp. 189-214). Rennes, Presses Universitaires de Rennes.
- Von Neumann J. & Morgenstern O. (1944), *Theory of games and economic behaviour*.Princeton: Princeton University Press.

- 
- Wagner, J. A. (1995). Studies of individualism-collectivism: Effects on cooperation in groups. *Academy of Management Journal*, 38, 152-172.
- Wason, P.C., & Johnson-Laird P. N. 1972. *The psychology of deduction: Structure and content*. Cambridge: Harvard University Press.
- Watkins, M.W. (2002). MacKappa [Computer Software], Pennsylvania State University.
- Wegner, D. M., Erber, R., & Raymond, P. (1991). Transactive memory in close relationships. *Journal of Personality and Social Psychology*, 61, 923-929.
- White, N.M., & McDonald, R.J. (2002). Multiple parallel memory systems in the brain of the rat. *Neurobiology of Learning & Memory*, 77, 125-84
- Wilcox, S. & Trudel, P. (1998). Constructing the coaching principles and beliefs of a youth ice hockey coach. *Avante*, 4, 39-66.
- Winograd, T., & Flores, F. (1986). *Understanding computers and cognition: A new foundation for design*. Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation.
- Woods, D.D. (1988). Coping with complexity: The psychology of human behaviour in complex systems. In L.P. Goodstein, H.B. Andersen, & S.E. Olesen (Eds.), *Tasks, errors and mental models* (pp.128-148). London, UK: Taylor and Francis.
- Worthy, D. A., Maddox, W. T., & Markman, A. B. (2007). Regulatory fit effects in a choice task. *Psychonomic Bulletin & Review*, 14, 1125-1132.
- Yates, J. F., Veinott, E. S., & Patalano, A. L. (2003). Hard decisions, bad decisions: On decision quality and decision aiding. In S. L. Schneider, & J. Shanteau (Eds.), *Emerging perspectives on judgment and decision research* (pp. 13-63). New York, NY: Cambridge University Press.
- Yates F., & Zukowski G. (1976). Characterization of ambiguity in decision making, *Behavioral Science*, 21, 19-25.
- Yin, R.K. (1994). *Case study research: Design and methods*, 2nd ed., Sage, Thousand Oaks, CA.

Yinger, R.J. (1986). Examining thought in action: A theoretical and methodology critique of research on interactive teaching. *Teaching and Teacher Education*, 2, 263-28.

Zarifian, P. (1998). *Travail et communication*. Paris, PUF.

Zbrodoff, N.J., & Logan, G.D. (1986). On the autonomy of mental processes: A case study of arithmetic. *Journal of Experimental Psychology: General*, 115, 118-130.

Zsombok, C.E., & Klein, G. (1997). *Naturalistic Decision Making*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.