



HAL
open science

Le phénomène d'intelligence collective dans les équipes de football, entre émergence et évidence : contribution à une approche systémique de la complexité du jeu

Yoann Drolez

► To cite this version:

Yoann Drolez. Le phénomène d'intelligence collective dans les équipes de football, entre émergence et évidence : contribution à une approche systémique de la complexité du jeu. Education. Université de Bordeaux, 2023. Français. NNT : 2023BORD0078 . tel-04106874

HAL Id: tel-04106874

<https://theses.hal.science/tel-04106874v1>

Submitted on 25 May 2023

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

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

THÈSE PRÉSENTÉE POUR OBTENIR LE GRADE DE
DOCTEUR
DE L'UNIVERSITÉ DE BORDEAUX

ÉCOLE DOCTORALE N° 545 : SOCIÉTÉS, POLITIQUE, SANTÉ PUBLIQUE

SPECIALITÉ :

SCIENCES ET TECHNIQUES DES ACTIVITÉS PHYSIQUES ET SPORTIVES

Par Yoann DROLEZ

Le phénomène d'intelligence collective
dans les équipes de football, entre émergence et évidence :
Contribution à une approche systémique de la complexité du jeu

Sous la direction d'Éric DUGAS et la co-direction de Florence DARNIS

Thèse soutenue le 03/04/2023

Membres du jury :

M.	Pascal	LEGRAIN	Professeur des Universités	Université de Bordeaux	Président
M.	Gilles	KERMARREC	Professeur des Universités	Université de Brest	Rapporteur
Mme.	Lucie	MOUGENOT	Professeure des Universités	Université de Picardie	Rapporteuse
Mme.	Estelle	MICHINOV	Professeure des Universités	Université de Rennes 2	Examinatrice
Mme.	Florence	DARNIS	Maître de Conférences HDR	Université de Bordeaux	Co-directrice
M.	Éric	DUGAS	Professeur des Universités	Université de Bordeaux	Directeur

RESUME

Selon une *approche systémique*, cette thèse poursuit un double objectif : questionner et mettre en évidence les comportements traduisant l'intelligence collective des équipes de football au plus haut niveau. A cette fin, nous nous intéressons aux comportements émergeant à l'échelle du groupe, particulièrement au niveau de l'anticipation, de la décision et de la coordination collectives. Dans cette optique, nous postulons que l'intelligence collective des équipes repose en partie sur un *référentiel commun* (Bourbousson & Sève, 2010b ; Hoc, 2003), s'apparentant à une forme de métacognition collective (Michinov, 2007). Ces connaissances partagées permettent aux joueurs d'interagir en limitant les communications verbales. Conçue comme un système complexe, l'équipe est alors capable de s'adapter sous pression temporelle pour faire face à des problèmes variés que les joueurs ne peuvent résoudre seuls. Notre étude s'inscrit dans le cadre théorique de la *Team Cognition* (Cooke et al., 2007) qui étudie les « collectifs restreints » unis par l'interdépendance des objectifs et des tâches, évoluant au sein d'un même espace-temps. Dans le champ de la performance sportive, les recherches portent essentiellement sur les processus cognitifs collectifs mobilisés en contexte incertain. Afin de mettre en lumière les différents comportements qui en découlent, nous mobilisons des outils méthodologiques complémentaires. En premier lieu, nous utilisons un test psychométrique, permettant d'évaluer la capacité d'anticipation collective. En parallèle, nous nous appuyons sur l'analyse notationnelle pour étudier les décisions collectives. Enfin, nous analysons des données spatiotemporelles illustrant la coordination collective. Les principaux résultats révèlent que certaines équipes de football parviennent à anticiper les actions de jeu mieux que le ferait un expert seul. La capacité d'une équipe à anticiper collectivement dépend en partie de son expérience et de sa diversité cognitive. De plus, nous avons mis en évidence la capacité des équipes à coopérer pour faire émerger une décision collective intuitive. Cette dernière était adaptée à la situation dans la majeure partie des actions, même sous forte pression temporelle. Enfin, nos résultats mettent en avant la faculté des équipes de football à coordonner leurs déplacements dans l'espace et le temps pour produire un mouvement d'ensemble cohérent, alors même que l'essentiel de la communication est praxique. Les données illustrent des valeurs élevées de coordination (vitesse ; direction) collectives et dyadiques. *In fine*, les équipes de football font émerger une forme d'intelligence collective tactique, reposant sur des facteurs communs aux collectifs faisant preuve d'intelligence. Dans une perspective pratique, ce travail a pour ambition de contribuer à la compréhension du jeu, des joueurs et des équipes. En effet, l'enrichissement des connaissances sur le fonctionnement du collectif est un enjeu majeur pour les entraîneurs et formateurs. A ce titre, nous formulons des propositions visant à optimiser l'intervention des professionnels de la performance sportive.

Mots clés : intelligence collective ; équipe ; football ; référentiel commun ; système complexe

ABSTRACT :

Following a systemic approach, this thesis has a double objective: to question and highlight the behaviours that reflect the collective intelligence of football teams at the highest level. To this end, we are interested in the behaviours that emerge at the group level, in particular collective anticipation, decision and coordination. From this perspective, we postulate that the collective intelligence of teams is partly based on a shared frame of reference (Bourbousson & Sève, 2010b; Hoc, 2003), similar to a form of collective metacognition (Michinov, 2007). This shared knowledge allows players to interact by limiting verbal communication. Conceived as a complex system, the team is then able to adapt under time pressure to face various problems that the players cannot solve alone. Our study fits into the theoretical framework of Team Cognition (Cooke et al., 2007) which studies small groups united by the interdependence of objectives and tasks, evolving within the same space-time. In the field of sports performance, research focuses on the collective cognitive processes mobilised in an uncertain context. To highlight the different behaviours that result from this, we employ complementary methodological tools. Firstly, we use a psychometric test to evaluate the collective anticipation capacity. In parallel, we apply notational analysis to study collective decisions. Finally, we analyse spatiotemporal data illustrating collective coordination. The main results show that some football teams are able to anticipate game actions better than an expert alone. The ability of a team to anticipate collectively depends in part on its experience and cognitive diversity. In addition, we highlighted the ability of teams to cooperate to make a collective intuitive decision. This one was adapted to the situation in most of the actions, even under strong temporal pressure. Finally, our results highlight the ability of football teams to coordinate their movements in space and time to produce a coherent overall movement, even though most communication is praxis-based. The data illustrated high values of collective and dyadic coordination (speed; direction). In sum, football teams show a form of collective tactical intelligence, based on factors common to collectives showing intelligence. From a practical perspective, this work aims to contribute to the understanding of the game, players and teams. Indeed, the enrichment of knowledge on the functioning of the team is a major challenge for coaches and trainers. In this respect, we formulate proposals aimed at optimising intervention in the field of sports performance.

Key words: collective intelligence; team; football; common frame of reference; complex system

Unité de recherche

Laboratoire Cultures, Éducation, Sociétés (LACES) – UR 7437 – Université de Bordeaux

3 Ter place de la Victoire, 33076 Bordeaux

REMERCIEMENTS

À l'épilogue de ce travail, mes premiers remerciements vont aux professeurs qui m'ont guidé, parfois dérouté, souvent inspiré, depuis l'aube de ma scolarité et durant l'ensemble de mon parcours de formation. Je tiens à vous exprimer mon profond respect et ma sincère reconnaissance. De façon particulière, j'adresse mes remerciements aux enseignants-chercheurs m'ayant permis de mener à bien cette expérience. À Florence DARNIS, qui m'a accompagné fidèlement depuis l'initiative de ce projet de recherche. À Éric DUGAS, qui a su encourager et canaliser mon esprit éclectique tout en lui permettant d'évoluer vers une plus grande rigueur scientifique. À vous deux, je dis merci d'avoir coopéré et largement contribué à la réussite de cette entreprise. Aux membres du jury, Estelle MICHINOV et Pascal LEGRAIN en tant qu'examineurs, Lucie MOUGENOT et Gilles KERMARREC en tant que rapporteurs, merci d'avoir accepté d'évaluer ces écrits. Je remercie également tous les enseignants, techniciens et professionnels ayant participé à cette aventure. Sans exhaustivité, merci à Léo GERVILLE-REACHE pour son aide précieuse concernant le suivi des analyses statistiques, à Pierre MIRALLES de *Footovision*® et aux entraîneurs/formateurs de la Ligue de Football de Nouvelle-Aquitaine, du Pôle Espoir de Talence et de la Section Sportive de Mérignac – notamment à Cyrille COUPY – de m'avoir ouvert les portes de leurs structures.

Aux amis et rencontres significatives, ayant imprimé leur marque sur cette production. À Florian, dont l'aide, l'écoute et les mots de réconfort ont été déterminants. À Jérémie, qui au fil de nos discussions, a fait de nos trajectoires croisées un chemin de partage d'expériences. Merci à tous les deux pour les interactions ayant sensiblement enrichi l'itinéraire de cette réflexion. De même, je remercie ceux qui, indirectement ou involontairement, ont amélioré mon quotidien durant ces rudes années de doctorat : en premier lieu Mathilde, Hélène, Benoît, Samuel, Rémy, Quentin... votre présence a été décisive dans l'accomplissement de cet objectif.

À ma famille, en particulier les membres les plus proches, je souhaiterais exprimer ces mots de remerciement. À ma grand-mère, qui a su dès mon plus jeune âge, allumer en moi les flammes de la curiosité. À ma mère, pour son soutien constant et indéfectible. À ma petite sœur, qui constitue une inépuisable source de motivation. À Groot, qui a assisté aux derniers mois de la « mise au monde » de cette thèse. Merci pour tous les moments d'évasion, les instants de « bonne composition » et les encouragements permanents. Vous m'avez transmis la force nécessaire à la réalisation de cette œuvre.

À vous tous, pour tout ce que vous avez donné, ce manuscrit représente une part de ce que je livre en retour. Quelques pages qui je l'espère, feront à leur tour partie de vous.

Enfin au Football, de passionner la terre entière, d'être un formidable vecteur de cohésion, d'espoir, d'émerveillement et d'émulation. « Ce que je sais de la morale, c'est au football que je le dois » disait Albert Camus. Pour ma part, ce que je sais de mon être, c'est à ce jeu que je le dois.

« Le sport est un phénomène qui, comme un hologramme, porte en lui le tout de la société ; mais il porte aussi sa singularité, qu'est le jeu »

Edgar Morin (2020, p. 36).

SOMMAIRE

RESUME	2
ABSTRACT :	3
REMERCIEMENTS	5
LISTE DES FIGURES	10
LISTE DE TABLEAUX	12
AVANT-PROPOS	13
INTRODUCTION	15
PREMIERE PARTIE : CONCEPTUALISATION D'UN CADRE THEORIQUE DE L'INTELLIGENCE COLLECTIVE	26
CHAPITRE I : DE LA CONNAISSANCE	27
<i>I. 1) De la connaissance des jeux</i>	28
I. 1. A) Le jeu : origine, signification, évolution.....	31
I. 1. B) Les universaux des jeux sportifs collectifs	33
I. 1. C) Le football : du jeu ancestral au sport civilisationnel	37
I. 1. D) De l'essence à la logique interne de l'activité football.....	39
<i>I. 2) De la connaissance des joueurs</i>	43
I. 2. A) L'anticipation des faits de jeu.....	46
I. 2. B) La prise de décision en cours de jeu.....	49
I. 2. C) La coordination des actions de jeu	52
<i>I. 3) De la connaissance des équipes</i>	58
I. 3. A) Activité collective et coopération.....	59
I. 3. B) Le référentiel commun de connaissances partagées	62
I. 3. C) Le courant de la Team Cognition	68
CHAPITRE II : DE L'INTELLIGENCE	78
<i>II. 1) De l'intelligence de la complexité</i>	79
II. 1. A) Définir la complexité	80
II. 1. B) Les systèmes auto-organisés	85
II. 1. C) Propriétés des équipes comme systèmes complexes.....	87
<i>II. 2) De l'intelligence protéenne</i>	92
II. 2. A) La poursuite d'une définition universelle.....	92
II. 2. B) La théorie des intelligences multiples	97
II. 2. C) Les intelligences en jeu.....	100
<i>II. 3) De l'intelligence collective</i>	107
II. 3. A) Un domaine interdisciplinaire à la croisée des sciences.....	108
II. 3. B) L'émergence des comportements collectifs intelligents	113
II. 3. C) L'intelligence collective dans les équipes de football	118

DEUXIEME PARTIE : DEMONSTRATION EMPIRIQUE DES COMPORTEMENTS COLLECTIFS EN JEU	126
CHAPITRE III : DE L'ANTICIPATION COLLECTIVE	130
<i>III. 1) Méthodologie spécifique</i>	132
III. 1. A) Construction du test et recueil des données.....	133
III. 1. B) Population de l'étude	137
III. 1. C) Traitement des données.....	139
<i>III. 2) Résultats</i>	142
<i>III. 3) Discussion partielle</i>	157
III. 3. A) La lecture de jeu partagée.....	162
III. 3. B) L'impact de l'expertise/expérience sur l'anticipation collective	164
III. 3. C) Performance et co-construction du référentiel commun.....	166
CHAPITRE IV : DE LA DECISION COLLECTIVE	170
<i>IV. 1) Méthodologie spécifique</i>	173
IV. 1. A) Échantillon de données.....	173
IV. 1. B) Procédure de traitement des données.....	174
IV. 1. C) Analyse des données et constitution des indicateurs de performance.....	179
<i>IV. 2) Résultats</i>	185
<i>IV. 3) Discussion partielle</i>	199
IV. 3. A) Décisions rationnelles et intuitives	201
IV. 3. B) Heuristiques et décentralisation des décisions	206
IV. 3. C) Comment le groupe permet de choisir la meilleure option ?	208
CHAPITRE V : DE LA COORDINATION COLLECTIVE.....	213
<i>V. 1) Méthodologie spécifique</i>	215
V. 1. A) Échantillon de données brutes.....	215
V. 1. B) Procédure de transformation des données.....	216
V. 1. C) Traitement des données affinées.....	220
<i>V. 2) Résultats</i>	222
<i>V. 3) Discussion partielle</i>	237
V. 3. A) Coordination, synchronisation et synergie	239
V. 3. B) La coordination comme réponse au désordre et à la complexité du jeu	241
V. 3. C) Un mouvement d'ensemble au service de la performance ?.....	245
TROISIEME PARTIE : DISCUSSION ET PISTES POUR L'INTERVENTION EN FOOTBALL	250
CHAPITRE VI : DISCUSSION GENERALE	251
<i>VI. 1) Le postulat du référentiel commun</i>	254
<i>VI. 2) L'émergence de l'intelligence collective dans les équipes</i>	259
<i>VI. 3) Les problèmes de cognition</i>	266
<i>VI. 4) Les problèmes de coopération</i>	270
<i>VI. 5) Les problèmes de coordination</i>	274

CHAPITRE VII : PROPOSITIONS POUR L'INTERVENTION	277
<i>VII. 1) Quelques pistes pour promouvoir l'intelligence collective dans le football français</i>	278
VII. 1. A) La politique fédérale nationale	278
VII. 1. B) L'identification et le développement des talents	280
VII. 1. C) La mise en place d'un programme de formation macrocognitif	282
<i>VII. 2) Conception d'un dispositif d'entraînement pour développer l'intelligence collective</i>	291
CONCLUSION	302
BIBLIOGRAPHIE	312

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 :	STRUCTURATION ONTO-LOGIQUE DU CORPS DE LA THESE.....	25
FIGURE 2 :	REPRESENTATION TYPE DU REFERENTIEL COMMUN D'UNE EQUIPE FICTIVE.....	67
FIGURE 3 :	L'ARBRE DE LA CONNAISSANCE DE L'INTELLIGENCE COLLECTIVE.....	117
FIGURE 4 :	ARRET SUR IMAGE (SEQUENCE N°40 DU TEST).....	135
FIGURE 5 :	TRACES DE DISTRIBUTION DES DONNEES.....	142
FIGURE 6 :	REPARTITION DES SCORES INDIVIDUELS AU TEST.....	143
FIGURE 7 :	REPARTITION DES SCORES INDIVIDUELS PAR GROUPE ET PAR EQUIPE.....	143
FIGURE 8 :	MESURES DE L'HOMOGENEITE EN FONCTION DE L'EXPERIENCE MOYENNE POUR $N = 15$	147
FIGURE 9 :	SCORES COLLECTIFS EN FONCTION DE L'EXPERIENCE MOYENNE DES EQUIPES ($N = 15$).....	149
FIGURE 10 :	ÉVOLUTION DU POTENTIEL D'ANTICIPATION COLLECTIVE EN FONCTION DE DIFFERENTES VARIABLES ($N = 15$)..	154
FIGURE 11 :	CONCEPTION D'UNE MATRICE INSPIREE DE LA THEORIE DES JEUX.....	183
FIGURE 12 :	MATRICE GLOBALE.....	185
FIGURE 13 :	MATRICE GLOBALE DES REMISES EN JEU.....	186
FIGURE 14 :	MATRICE GLOBALE DES TRANSITIONS.....	186
FIGURE 15 :	COMPARAISON DES POURCENTAGES SITUATIONNELS.....	187
FIGURE 16 :	COMPARAISON DES POURCENTAGES D'INTENTIONS TACTIQUES OFF/DEF.....	188
FIGURE 17 :	POURCENTAGES SITUATIONNELS SELON L'EQUIPE EN ATTAQUE ET COMPARAISON DES POURCENTAGES D'INTENTIONS TACTIQUES OFF/DEF POUR LE MATCH PSG – BORDEAUX.....	190
FIGURE 18 :	POURCENTAGES SITUATIONNELS SELON L'EQUIPE EN ATTAQUE ET COMPARAISON DES POURCENTAGES D'INTENTIONS TACTIQUES OFF/DEF POUR LE MATCH PSG – LORIENT.....	190
FIGURE 19 :	POURCENTAGES SITUATIONNELS SELON L'EQUIPE EN ATTAQUE ET COMPARAISON DES POURCENTAGES D'INTENTIONS TACTIQUES OFF/DEF POUR LE MATCH PSG – DIJON.....	190
FIGURE 20 :	MATRICE DES TRANSITIONS POUR LA « SURFACE DEFENSIVE ».....	191
FIGURE 21 :	MATRICE DES TRANSITIONS EN « ZONE BASSE ».....	192
FIGURE 22 :	MATRICE DES TRANSITIONS EN « ZONE MEDIANE ».....	193
FIGURE 23 :	MATRICE DES TRANSITIONS EN « ZONE HAUTE ».....	193
FIGURE 24 :	DECISIONS COLLECTIVES DE L'ATTAQUE ET DE LA DEFENSE (%) SELON LA ZONE DE RECUPERATION.....	194
FIGURE 25 :	BLOC EN CONTRACTION (A), EN EXPANSION (B), QUI COULISSE (C).....	218
FIGURE 26 :	SCHEMATISATION DES MESURES EFFECTUEES.....	219
FIGURE 27 :	POURCENTAGES DES NIVEAUX DE CCI Vi ($N = 60$) ET Ca ($N = 60$).....	225
FIGURE 28 :	REPARTITION (%) DES DISTANCES MOYENNES INTERINDIVIDUELLES (EN METRES).....	226
FIGURE 29 :	GRAPHIQUE DES RELATIONS ENTRE DISTANCES MOYENNES ET CCI DYADIQUES.....	227
FIGURE 30 :	COMPARAISON DES CCI DE LA VITESSE (DEUX COLONNES DE GAUCHE) ET DU COEFFICIENT ANGULAIRE (DEUX COLONNES DE DROITE) SELON LE POSTE ET LA POSSESSION DU BALLON.....	230
FIGURE 31 :	PRINCIPE D'ANALYSE DES SPORTS COLLECTIFS (D'APRES GREHAIGNE, 1989).....	285
FIGURE 32 :	EXEMPLE DE SITUATION DE JEU REDUIT EN POSITION (KERMARREC & BOSSARD, 2017).....	286

FIGURE 33 :	DEROULEMENT DU PROTOCOLE SiCoOp	292
FIGURE 34 :	ARRET SUR IMAGE LORS DE LA TRANSITION « SEQUENCE 2-PSG-FCL-02 »	293
FIGURE 35 :	PROTOCOLE DE LA SITUATION COMPLEXE OPTIMISEE (SiCoOp) POUR LA SEQUENCE « 2-PSG-FCL-02 ». L'ESPACE DE JEU POUR LA PARTIE TERRAIN EST DELIMITE PAR LA ZONE EN « SURBRILLANCE »	294

LISTE DE TABLEAUX

TABLEAU 1 :	PRESENTATION DU PROTOCOLE EXPERIMENTAL POUR L'ETUDE DES COMPORTEMENTS COLLECTIFS	126
TABLEAU 2 :	CARACTERISTIQUES DES GROUPES	137
TABLEAU 3 :	MESURES DE L'HOMOGENEITE CORRELEES A L'EXPERIENCE MOYENNE DES EQUIPES	146
TABLEAU 4 :	CORRELATIONS DES SCORES COLLECTIFS ET DES MESURES DE L'HOMOGENEITE	147
TABLEAU 5 :	CORRELATIONS ENTRE L'EXPERIENCE MOYENNE ET LES SCORES COLLECTIFS DES EQUIPES	150
TABLEAU 6 :	CORRELATIONS ENTRE LES RESULTATS INDIVIDUELS ET LES SCORES COLLECTIFS DES EQUIPES	151
TABLEAU 7 :	CORRELATIONS DU POTENTIEL D'ANTICIPATION COLLECTIVE	152
TABLEAU 8 :	DONNEES PAR GROUPE	155
TABLEAU 9 :	SYNTHESE DES ETUDES REALISEES SUR L'ANTICIPATION AU FOOTBALL	158
TABLEAU 10 :	ALTERNATIVE JEU DIRECT/INDIRECT POUR LES DECISIONS COLLECTIVES	171
TABLEAU 11 :	MATCHES ETUDIES.....	174
TABLEAU 12 :	ÉTAPES DU CODAGE DES SEQUENCES DE JEU	179
TABLEAU 13 :	MATRICES, BENEFICES ET POURCENTAGES DE CHOIX ASSOCIES	195
TABLEAU 14 :	REPARTITION DES ACTIONS DE JEU DU PREMIER PORTEUR DE BALLE.....	197
TABLEAU 15 :	INTERVALLES DU COEFFICIENT ANGULAIRE.....	217
TABLEAU 16 :	MESURES DES PARAMETRES D'ORDRE POUR CHAQUE MATCH	222
TABLEAU 17 :	CALCUL DES COEFFICIENTS DE CORRELATION INTRACLASSE	224
TABLEAU 18 :	MESURES DES CCI MOYENS SELON LE STATUT DE L'EQUIPE	234
TABLEAU 19 :	CCI MOYEN SELON L'INTENTION COLLECTIVE DE L'EQUIPE	235
TABLEAU 20 :	CROISEMENT DES DIMENSIONS DU REFERENTIEL COMMUN ET DES TYPES DE CONNAISSANCES, INTEGRANT LA MEMOIRE TRANSACTIVE	258
TABLEAU 21 :	DIFFERENCIATION ENTRE ACTIONS DE JEU DIRECTES ET INDIRECTES LORS DES TRANSITIONS EN FONCTION DE LA POSSESSION DU BALLON.....	271
TABLEAU 22 :	DISPOSITIF D'ENTRAINEMENT PAR SiCoOp	294

AVANT-PROPOS

En préambule, ces quelques lignes ont pour vocation de présenter une part significative de mon itinéraire personnel, tout en décrivant la genèse de cette réflexion.

Un parcours d'apprenti chercheur est jalonné d'étapes, de rencontres humaines et intellectuelles conduisant à l'évolution progressive d'une pensée. Ce cheminement aboutit à la présentation du présent travail doctoral, portant sur « *le phénomène d'intelligence collective dans les équipes de football* ». Cette aventure intellectuelle débute en 2011, par mon entrée à l'Université de Toulouse Paul Sabatier, au sein de la faculté des Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives (STAPS). A l'issue de cette première année d'étude supérieure, j'intègre l'Université de Bordeaux et me dirige vers la filière « Entraînement Sportif ». Un double projet se dessine alors : un parcours universitaire en STAPS d'un côté, un investissement associatif et fédéral de l'autre. Obtenant mes premières certifications fédérales dans le cadre d'un partenariat entre la Ligue de Football d'Aquitaine et la faculté, je m'engage en tant qu'éducateur auprès des catégories de footballeurs en herbe du club de Mérignac-Arlac, avant-gardiste dans le domaine de la formation des joueurs. J'y fais la rencontre de Pierro Stupar¹, conseiller au club, amoureux du (beau) jeu et titulaire d'un DEA². Sur ses conseils, je tente de m'imprégner des pensées d'André Menaut³ – qui a dirigé son travail de recherche – et me lance dans la lecture passionnante de son ouvrage *Le réel et le possible dans la pensée tactique* (Menaut, 1998). Déterminé à m'engager dans cette voie, je me rapproche de Daniel Bouthier⁴, dont les cours m'apportent plus de questions que de réponses – cela doit être bon signe. Lui faisant part de mon désir de me diriger vers le monde de la recherche scientifique, il ne peut résolument m'y conduire lui-même, étant aux portes de la retraite. Il me réoriente alors vers Lucile Lafont et Florence Darnis, auxquelles je présente mon projet. Me rétorquant que « le jeu⁵ » n'est pas un sujet de recherche, je prends cette assertion au mot, ce ne sera donc pas un sujet mais une trame de fond, une réflexion que je tiens à tenir, nous y reviendrons.

¹ Anciennement PRAG à l'UFR STAPS de Bordeaux, spécialiste de l'activité football.

² Stupar, P. (1997). Une approche du football à travers la notion de fond(s) de jeu : le point de vue des entraîneurs. Université de Bordeaux II.

³ Ancien Doyen de la faculté des STAPS de Bordeaux, Professeur des Universités et entraîneur d'équipes professionnelles en Division 1 et 2. Éminent théoricien du football, il nous a quitté en 2019, laissant derrière lui un riche héritage intellectuel.

⁴ Alors Professeur des Universités à la Faculté des STAPS.

⁵ Pourtant depuis un demi-siècle, les travaux, entre autres, de Huizinga (*Homo ludens: essai sur la fonction sociale du jeu*, 1951), Caillois (*Les jeux et les hommes*, 1958) et Winnicott (*Jeu et réalité: l'espace potentiel*, 1975) pour ne citer qu'eux, représentent un tournant pour l'étude du concept. Il existe désormais une revue internationale et interdisciplinaire consacrée à son étude : *Sciences du jeu*.

Dans le même temps il m'est conseillé de me rediriger vers la filière « Éducation et Motricité ». Dès la validation de ma licence « Entraînement Sportif », je bifurque alors directement en master MEEF EPS. L'étape suivante est lancée, me voilà engagé vers l'atteinte d'un objectif que je nourrissais déjà adolescent, lorsque l'enseignement de l'éducation physique et sportive était pour moi une évidence. Mais je garde en tête ce projet de recherche qui continue de s'affiner, notamment autour de la notion de référentiel commun. Le mémoire⁶ que je présente à l'issue du master incarne une première tentative de formalisation des objets qui constitueront le socle de mes travaux de recherche. Je ne délaisse pas pour autant mon investissement dans le milieu sportif associatif. Je poursuis ma formation fédérale et m'inscris au tout nouveau Brevet de Moniteur de Football (BMF) qui représente le premier échelon de l'architecture des diplômes professionnels de la Fédération Française de Football (FFF). Nous sommes en 2016, et j'obtiens parallèlement le CAPEPS externe et le BMF. J'effectue mon année de professeur stagiaire au sein de l'académie de Montpellier, et profite de cette année pour faire le point sur l'avancée de mon projet de recherche.

Toujours déterminé à suivre cette voie, je débute un master recherche M3I2S à l'Université de Bordeaux, en parallèle de mon affectation en tant que professeur d'EPS titulaire dans l'académie de Versailles. Avec Florence Darnis, nous réorientons la thématique du référentiel commun appliquée à l'enseignement – jusqu'alors centrale – vers le champ de la performance dans le domaine sportif. Je présente mes premiers résultats en 2017 lors d'un Colloque⁷ au Mans, organisé par Association des Chercheurs Francophones en Football. Je fais ainsi mes premiers pas dans la peau d'un « apprenti chercheur » en me confrontant à une communauté scientifique et professionnelle. Au fur et à mesure des lectures accompagnant la rédaction de mon mémoire de recherche⁸, un objet d'étude singulier se dessine peu à peu, celui de l'intelligence collective. Enfin, dernier élément déterminant de cette démarche, je fais la connaissance d'Éric Dugas, invité à intégrer le jury de ma soutenance de mémoire – avant de prendre la direction de ce travail de recherche aux côtés de Florence Darnis. Les échanges sont animés par l'appétence commune pour la pensée systémique, qui sera d'un intérêt particulier concernant l'étape qui s'achève par la présentation de ce travail doctoral.

⁶ « L'effet de l'enseignement par situations complexes en football associé à une pédagogie du sens pour construire un référentiel commun » (2016), sous la direction de Florence Darnis.

⁷ Sous l'égide de l'association des chercheurs francophones en football, le colloque « Les Sciences du football : la formation du jeune footballeur » s'est déroulé au Mans les 15 et 16 novembre 2017.

⁸ « Le référentiel commun, vecteur de sens au sein des systèmes complexes : Analyse des connaissances partagées dans une équipe de football » (2018), sous la direction de Florence Darnis.

INTRODUCTION

L'Homme est un être « naturellement social » (Bockaert, 2017, p. 119), tissant au fil de sa vie des liens avec une grande variété de collectifs : famille, associations, clubs, organisations, communautés, nations, société. De ces connexions, naissent des émotions fortes, des expériences enrichissantes, des réussites vertueuses, et parfois des découvertes prodigieuses. Cependant des moments tragiques, des débats stériles, des injustices récurrentes, des bureaucraties aliénantes et des institutions impotentes, peuvent aussi voir le jour. Nous expérimentons quotidiennement la pratique des interactions sociales, dans des situations parfois très complexes et ce, dans le cadre professionnel ou privé.

Intérêt du travail

Aujourd'hui, il est essentiel de pouvoir s'intégrer et d'interagir « au sein de collectifs, qu'il s'agisse de groupes centrés autour d'un projet, d'équipes de travail, de communautés ou de collaboration en réseaux. Cette évolution se manifeste dans des secteurs d'activités aussi variés que l'industrie, l'éducation, la santé ou encore la recherche » (Michinov, 2016, p. 37). Par bien des aspects, le domaine des comportements collectifs est aussi passionnant que déroutant. Son étude vise à comprendre comment des interactions comportementales « simples » entre les membres d'un groupe conduisent à un comportement adapté, finalisé et sophistiqué au niveau collectif.

Dans ce travail de recherche, nous nous intéressons à une capacité dont font preuve les groupes, quel que soit l'âge, le projet ou la finalité : l'intelligence collective. Elle peut se manifester dans les équipes de jeux sportifs collectifs, les orchestres symphoniques, les brigades de sapeur-pompier, les escouades militaires, les *brainstormings* en entreprise, etc. L'histoire de notre humanité repose sur ce type de dispositif : les techniques, la communication, les politiques, la culture, n'existent qu'à travers cette dynamique se poursuivant dans un élan croissant de complexité, traçant son sillon dans l'évolution (Henrich, 2019). Toutefois, le phénomène n'est pas propre à l'Homme, mais se déploie dans le règne animal, voire végétal⁹.

⁹ Certaines thèses dotent les végétaux d'une forme d'intelligence parfois collective (Mancuso & Viola, 2019). Hallé, défend régulièrement cette théorie lors de ses [conférences](#) (Hallé, 2018). Voir également l'édifiant documentaire *l'intelligence des arbres* (Dordel et al., 2018).

L'intelligence collective se reflète dans tout le spectre du vivant, notamment chez les insectes sociaux (Bonabeau & Théraulaz, 1994; Moussaid et al., 2009; O'Bryan et al., 2020) et diverses espèces communautaires¹⁰ (Conradt & Roper, 2003; Couzin, 2007; Sumpter et al., 2008). Par exemple, les fourmis recourent à l'intelligence collective pour résoudre des problèmes complexes en se partageant les tâches à effectuer, tandis que les oiseaux migrateurs l'utilisent pour économiser de l'énergie pendant le vol (Berdahl et al., 2018). L'étude de ces comportements collectifs connaît un intérêt croissant, dont les retombées sont parfois surprenantes. Citons pour exemple les avancées en matière d'organisation des réseaux de transport s'inspirant d'organismes unicellulaires comme *Physarum polycephalum* (Tero et al., 2010). En effet, l'intelligence collective ne se limite pas aux organismes complexes, les bactéries agissent également « intelligemment » et de manière similaire à nos comportements sociaux (Damasio, 2017, p. 36). De plus en plus de travaux portent sur des formes de vie simples telles que les micro-organismes¹¹ (Reid & Latty, 2016). Nous pouvons même l'observer au sein de notre système immunitaire (Varela, 2017)¹². En tant que propriété répandue au sein du vivant, l'intelligence collective exprime à la fois toute la beauté et la puissance des interactions sociales (Darnis, 2004; Darnis & Lafont, 2013; Darnis-Paraboschi et al., 2005), à toutes les échelles qui nous sont données d'observer, d'étudier, de commenter.

Ontologie¹³ de la thèse

À ce stade, le sujet de l'intelligence collective peut sembler particulièrement ambitieux, voire démesuré. Il s'agit d'élargir notre champ de connaissance, d'approfondir notre compréhension de ce phénomène, d'étoffer la théorie scientifique par la recherche empirique.

¹⁰ Les bancs de poissons, les vols d'oiseaux, les meutes de loups et lionnes en sont les exemples les plus parlants.

¹¹ C'est le cas de l'amibe *Dictyostelium discoideum*, un micro-organisme biologique aux propriétés et comportements collectifs fascinants : en l'absence de nourriture, les individus se mobilisent pour s'agréger en un « superorganisme » semblable à un limaçon (comportement émergent de premier ordre). Ce superorganisme possède plusieurs propriétés qu'aucun individu ne possède seul (sensibilité à la lumière et à la chaleur). Le limaçon se déplace dans son environnement à la recherche de nourriture (comportement émergent de second ordre). Ces capacités ont notamment conduit au développement du projet de recherche [Dicty](#) à l'Université de Genève, visant à comprendre les comportements collectifs dans la nature et leurs liens potentiels avec l'ingénierie du comportement artificiel collectif. Les chercheurs espèrent des retombées sur différents domaines scientifiques et industriels tels que la biologie cellulaire, l'étude du cancer, le nettoyage de l'environnement, les essaims de drones, les robots autonomes et, plus généralement, les systèmes d'adaptation collectifs basés sur l'intelligence artificielle.

¹² C'est la question posée par Varela dans le chapitre (4) intitulé : *l'intelligence collective des lymphocytes : le système immunitaire est-il cognitif?* (Ouvrage publié posthume).

¹³ Partie de la philosophie qui a pour objet l'élucidation du sens de l'être considéré simultanément en tant qu'être général, abstrait, essentiel et en tant qu'être singulier, concret, existentiel (TLFi). Dans ce travail, l'ontologie concerne l'étude systématique de la nature et de l'organisation de l'intelligence collective.

Permettons-nous une première contradiction assumée. Ce travail, comme toute thèse, s'il est signé en nom propre, est le fruit de multiples interactions. En cela il est un produit *personnel d'intelligence collective*. Rédigé d'une seule plume, il emprunte les mots et les idées d'auteurs antérieurs ; il se nourrit d'échanges, de discussions avec des professionnels de l'intervention, des chercheurs de divers horizons ou de « simples » passionnés ; et s'inscrit dans un cadre scientifique et sociétal définissant les contours d'une *hologrammaire*. Ce néologisme s'inspire très largement du *principe hologrammatique* présenté par Morin (1990), reprenant l'image de l'hologramme : le tout est dans les parties autant que les parties sont dans le tout. Du grec ancien *hólos* signifiant « entier », duquel dérive le concept d'Holisme transcrit par Smuts¹⁴ dans *Holism and Évolution* (1926). Mais par-delà ce principe de la complexité, nous lui fusionnons celui de « grammaire » compris comme l'ensemble de règles d'une langue, en tant que moyen d'interagir. La langue en question étant l'intelligence collective elle-même. Par conséquent, *l'hologrammaire* incarne l'ensemble des règles et lois nécessaires pour mettre en action l'intelligence collective. Sur le plan étymologique, le terme signifierait « art de lire et d'écrire le tout ». Nous traduisons par : *art de prendre part à un collectif, de s'incorporer dans un tout, en même temps que le tout s'incorpore en nous*.

L'intelligence collective naît de nos rencontres avec les autres. Chez l'être humain, elle est autant le fruit de nos dispositions naturelles pour l'interaction sociale (Engel et al., 2014), que le résultat d'une évolution culturelle et sociétale (Bohler, 2016; Henrich, 2019). Cette *puissance partagée* se manifeste au travers de nos productions (Lévi-Strauss, 1950), parmi lesquelles : les techniques, les cultures, les organisations, la politique, etc. Ce « miracle du nous » est à la fois éphémère et permanent, naturel et culturel, simple et complexe, visible et invisible, bref c'est un « sacré phénomène ». Justement, au sens large un phénomène¹⁵ englobe « non seulement ce que nous pouvons tirer de l'expérience sensible eu égard à l'objet de notre interrogation, mais aussi ce qui se dit en général à son sujet » (Benoist, 2016, p. 66). L'intelligence collective répond bel et bien à cette description, puisque l'on peut en observer les manifestations au travers de comportements collectifs très divers. Dès lors, cerner le phénomène d'intelligence collective consiste à expliciter les conditions de son *émergence*.

¹⁴ Selon lui, l'Holisme décrit la tendance de la nature à former des ensembles supérieurs à la somme de leurs parties, au travers de l'évolution créatrice.

¹⁵ Le *TLFi* définit le terme comme : « Ce qui apparaît, ce qui se manifeste aux sens ou à la conscience, tant dans l'ordre physique que dans l'ordre psychique, et qui peut devenir l'objet d'un savoir ». Il est également : « Ce que l'on observe ou constate par l'expérience et qui est susceptible de se répéter ou d'être reproduit et d'acquérir une valeur objective, universelle ».

Il s'agit en effet d'un phénomène émergent, dans le sens où il apparaît qualitativement différent de l'état des choses qui le précèdent. Pour Angelier (2008), l'émergence est une propriété d'un système étudié globalement (De Rosnay, 1975), non réductible aux propriétés de ses constituants, possédant un « pouvoir créateur » : celui de faire naître de nouveaux degrés de complexité. Dans son *Dialogue sur l'émergence*, Lestienne décrit les « propriétés nouvelles et spécifiques qui apparaissent lorsque les systèmes franchissent des seuils de complexité, telles que l'apparition de la vie ou de la pensée », comme le « problème de l'émergence » (2012, p. 7). Selon lui, la complexité de certains phénomènes « ne permet pas d'appliquer la méthode cartésienne et réductionniste, car les interactions n'existent pas seulement entre les parties décomposables des systèmes, mais également entre les parties et le tout, d'une façon solidaire. C'est au fond l'idée fondamentale de l'émergence » (Lestienne, 2012, p. 58). Le principe d'émergence se manifeste donc « lorsqu'un nouveau niveau de complexité émerge, donnant lieu à un système cohérent, différencié, autonome, autopoïétique, pourvu de propriétés tout à fait nouvelles, qui transcende et inclut sans les aliéner les sous-systèmes du niveau de complexité inférieur » (Noubel, 2007, p. 22). Par ailleurs « le passage du local au global est le cœur de l'auto-organisation » (Varela, 2017, p. 338), phénomène par lequel sont produits les systèmes autopoïétiques¹⁶. Un système autopoïétique :

Est organisé comme un réseau de processus de production de composants qui (a) régénèrent continuellement par leurs transformations et leurs interactions le réseau qui les a produits, et qui (b) constituent le système en tant qu'unité concrète dans l'espace où il existe, en spécifiant le domaine topologique où il se réalise comme réseau (Varela, 1989, p. 45).

A l'origine, Varela employa le terme « autopoïèse » pour caractériser des systèmes biologiques¹⁷. L'unité du système repose sur une « clôture opérationnelle », incarnant la frontière physique entre ce qu'est le système et ce qu'il n'est pas. Or selon Varela (1989), le domaine d'interaction qui constitue la frontière entre un système autopoïétique et son environnement est de type cognitif. Nous pouvons nous interroger sur la possible extension de ce concept aux systèmes sociaux. En effet dans un groupe d'êtres vivants, les frontières ne sont pas topologiques et les interactions sociales ne sont pas des composants mais des comportements : « La production permanente de signification par le système, son activité cognitive incessante, fonde la différence insurmontable entre le système et son environnement » (Varela, 2017, p. 123).

¹⁶ Qui utilisent un mode particulier d'organisation autonome, par lequel le système manifeste son autonomie.

¹⁷ *Stricto sensu*, l'autopoïèse est caractérisée par des relations de production de composants chimiques.

Régissant toute interaction avec l'environnement, la frontière d'un système social se rapporte selon nous au concept de « référentiel commun » (Bourbousson & Sève, 2010b). Ce dernier « s'appuie sur la mobilisation de savoirs partagés qui tentent de définir l'identité collective » (Mouchet & Bouthier, 2006, p. 100). A cet effet, une équipe peut être considérée comme un système autopoïétique pouvant faire preuve d'intelligence collective.

L'intelligence collective est un phénomène complexe, façonné par une profusion d'interactions, cette complexité le rend particulièrement difficile à mettre en *évidence*. Le terme « évidence » peut justement ne pas apparaître comme tel. Littéralement, il peut signifier « preuve » ou « indice », attestant d'un « jeu » dans la force du propos. Mais au-delà de l'objet, il représente également l'action de prouver et d'attester, ce qui constitue l'objectif de cette thèse. Nous retrouvons son usage dans plusieurs travaux notables portant sur notre objet de recherche (Bates & Gupta, 2017; Brown & Reade, 2019; Colman et al., 2008), en particulier l'article novateur *Evidence for a collective intelligence factor in the performance of human groups* publié par Woolley et ses collaborateurs (2010). De ce fait, nous avons choisi d'intégrer ce terme dans l'intitulé de notre thèse, dans sa transparence de l'anglais au français, en justifiant son emploi comme tel. D'autre part, afin de relever les défis de la preuve :

Quel que soit le jeu sportif collectif considéré, l'analyse systémique doit pouvoir rendre compte de la structure des activités, c'est-à-dire de « l'ensemble des relations hiérarchiques et fonctionnelles » entre les joueurs d'un match [...]. En particulier, elle doit révéler les lois de fonctionnement d'un jeu sportif collectif (Gréhaigne, 1992, p. 51).

A ce titre, nous privilégions une approche systémique car « la culture de la complexité, qui est partie intégrante du nouveau paradigme, se réfère à la pensée systémique, au non-linéaire, au multidimensionnel » (De Rosnay, 2018, p. 116). Ce type d'approche se fonde sur trois pôles : l'entité étudiée (ici l'équipe), ses comportements, et l'environnement dans lequel elle agit. La systémique étudie alors l'interdépendance des éléments formant un système complexe (De Rosnay, 2018). Or le football est précisément « un objet d'étude complexe, dans la mesure où une multitude de faits et d'événements s'y donnent à voir en même temps » (Dugrand, 1989, p. 16). Dans cette activité, les interactions se déploient à différentes échelles :

- Microscopique : le joueur ;
- Mésoscopique : les relations entre les joueurs ;
- Macroscopique : l'équipe et l'interaction équipe – équipe ;
- Holoscopique : le jeu entier, son histoire, son économie, ses logiques interne et externes.

L'approche systémique que nous convoquons doit permettre de capturer la complexité de l'objet en question, par l'étude de l'interaction et de l'interdépendance entre les éléments, et entre les niveaux d'analyse (Araújo et al., 2015). Dès lors, ce travail a pour ambition d'appréhender les comportements collectifs intelligents dans toute leur complexité.

Terrain d'étude

Étudier l'intelligence collective dans le cadre de pratiques ludiques peut, de prime abord, paraître futile. Or « le jeu est un système qui permet des analyses différenciées et objectivantes rendant intelligibles les comportements » (Dugas, 2011, p. 12). La sphère ludique constitue en cela un terrain fertile pour la recherche sur les comportements collectifs intelligents. Parmi l'ensemble des manifestations de la créativité humaine à produire des jeux, il en est une qui semble porter « une sorte d'aspiration à l'universel » (Menaut, 2017, p. 8). Le football « constitue un phénomène culturel à part entière dont les échos se perçoivent bien au-delà des stades » (Gastaut & Mourlane, 2006, p. 6). Malgré cela, en France, « il faut attendre l'effervescence suscitée par la victoire de l'équipe nationale lors de la Coupe du monde 1998 pour que les institutions, notamment universitaires, [...] l'érigent en objet digne d'étude » (p. 6). Menaut décrit le football comme :

Un jeu sportif à la mesure de l'Homme. Cette ouverture aux autres repose sur un principe de simplicité ; simplicité du système des règles qui régissent les rapports des éléments du jeu entre eux. Dans le même temps, cette simplicité et cette limpidité de « cristal » des règles et des duels génèrent l'incertitude essentielle de la rencontre (2017, p. 8).

En effet, jouer au football paraît d'une simplicité enfantine, tant le but semble élémentaire : placer le ballon dans les filets adverses. Mais entre le ballon et la cible, une équipe aux objectifs antagonistes s'interpose, nécessitant la mobilisation d'une *intelligence tactique collective* (Ribot, 2006). Dit autrement, « *jouer au football, c'est très simple mais jouer un football simple est la chose la plus difficile qui soit* ». Ces propos, tenus par Johan Cruyff¹⁸, mettent en lumière un paradoxe relevant de l'essence même de ce jeu.

¹⁸ Johan Cruyff, qui s'est éteint en 2016, a laissé derrière lui quelques phrases célèbres, témoignant d'un parcours hors-norme. D'abord immense joueur, le premier à gagner trois ballons d'or (la plus haute distinction individuelle pour un footballeur, en 1971, 1973 et 1974), puis entraîneur de légende notamment de la « *Dream Team* » du FC Barcelone. Il fut l'incarnation du « football total », une philosophie de jeu qui révolutionna en son temps ce sport, grâce à des idées simples et aujourd'hui triviales : un jeu basé sur l'intelligence tactique, la permutation des postes et la participation de tous à chaque phase d'attaque et de défense. En résumé, le pari assumé de l'intelligence collective en action.

Comparativement à d'autres jeux sportifs collectifs, les règles du football ont relativement peu évolué depuis son origine (Dietschy, 2014). Pourtant depuis sa création, cette activité ne cesse d'évoluer, à coup de « révolutions tactiques¹⁹ ». Les entraîneurs et les joueurs rivalisent d'ingéniosité pour surpasser leurs opposants, au sein d'un affrontement où être le plus grand, le plus rapide ou le plus fort physiquement ne suffit pas. Paradoxalement, alors que le jeu sans ballon prédomine dans la pratique, le football est peut-être le sport mettant le plus en avant les individualités : « *Le football est-il encore un sport collectif ?* » se questionnait le magazine spécialisé So Foot²⁰, alors que le journal Le Monde expliquait « *Comment le football est (presque) devenu un sport individuel* »²¹.

Mettre en lumière les prouesses collectives dont sont capables les équipes va à rebours de ce phénomène d'hyper-individualisme (Rubbers, 2008) qui dépasse la sphère sportive²². Dans cette perspective, certains auteurs soulignent qu'une équipe d'experts est bien différente d'une équipe experte (Eccles & Tenenbaum, 2004). Johan Cruyff ne s'y trompait pas en affirmant : « *Si vous choisissez le meilleur à chaque poste, vous n'aurez pas une bonne équipe mais onze numéros uns* ».

Pour les joueurs, le seul moyen d'atteindre leur objectif commun (le gain du match) consiste à marquer plus de buts que l'équipe adverse. En observant cette pratique, « nous avons affaire à une production humaine qui repose sur l'éphémère et les contingences de l'action, dont l'essence est la "praxis" elle-même, c'est-à-dire ouverture sur le futur, sur l'advenir » (Menaut, 2017, p. 19). La *praxis* est alors essentiellement affaire d'*intellĕgentĭa*²³, individuelle certes, mais de surcroît collective ; dont émane une « praxéo-logique » (Parlebas, 1986) partagée. Nous reviendrons plus en détail sur la définition du football et les aspects qui fondent son essence dans le chapitre I. Cependant, il faut dès à présent noter que ce travail porte sur l'intelligence collective dans les équipes de football en tant qu'entités à part entière, parfois assimilées à des *superorganismes* (Duarte et al., 2012). Une précision d'importance, car il aurait été possible d'étudier l'intelligence collective chez les groupes de supporters²⁴ ou dans les staffs d'entraîneurs.

¹⁹ Cf. Wilson (2018) pour un aperçu de la riche histoire mondiale des tactiques en football.

²⁰ <https://www.sofoot.com/articles/le-football-est-il-encore-un-sport-collectif-bonne-question>

²¹ <https://www.lemonde.fr/blog/latta/2015/04/03/comment-le-football-est-presque-devenu-un-sport-individuel/>

²² On retrouve ce type de pensée à la fois dans la sphère scientifique (Elias, 1991; Elias & Dunning, 1994) et dans le domaine du sport de haut niveau. Ainsi pour Aimé Jacquet, sélectionneur de l'équipe de France de 1993 à 1998, et vainqueur de la coupe du monde 1998 : « Le football est le reflet de notre société ».

²³ Dans le sens étymologique : discerner, démêler, comprendre, choisir entre.

²⁴ *A contrario*, le comportement des supporters relève davantage de la psychologie des foules (Le Bon, 1895).

Problématisation et planification

Afin de mener à bien cette démonstration, il nous faut considérer le football comme un laboratoire à ciel ouvert pour l'étude de l'intelligence collective dans les systèmes complexes. En outre, ce travail s'inscrit dans une perspective plus large, celle d'un nouveau champ de recherche et d'enseignement centré sur l'étude et l'aménagement de l'intelligence collective humaine, qui émerge à l'échelle internationale depuis le début du XXI^{ème} siècle (Lévy, 2003). Il s'agit bien là d'un nouveau « champ » et non pas d'une discipline :

Parce que l'unité de la connaissance ici visée tient d'abord à son objet (la coopération intellectuelle entre humains), et n'exclut aucune information ou résultat en provenance tant des sciences de la vie ou des sciences sociales constituées que de pratiques de type managérial, architectural ou artistique. L'étude de l'intelligence collective constitue une interdiscipline qui vise à faire dialoguer les savoirs sur l'homme ainsi que les traditions techniques et artistiques afin de mieux comprendre, et peut-être d'améliorer, les processus d'apprentissage et de création collective (Lévy, 2003, p. 105).

Par conséquent, l'étude de l'intelligence collective constitue un *champ* interdisciplinaire²⁵, polysémique, embrassant à la fois des dimensions immatérielles, informationnelles et des dimensions plus factuelles, expérientielles. Ce caractère éclectique rend particulièrement périlleuse toute tentative de définition universelle de l'intelligence collective. Touchant à la *noosphère*, il reste problématique de l'identifier concrètement, puisque son étude porte sur l'écologie des idées (Lévy, 2003). Nous nous bornerons essentiellement au cadre de la recherche en STAPS dans la perspective d'une *psychologie sociocognitive du sport*, littéralement : « l'étude scientifique du comportement des individus » (Demont, 2009a, p. 6) et des « phénomènes sociaux sous l'angle des relations qui, à l'intérieur de ces processus, se jouent entre l'individuel et le collectif » (Fischer, 2015, p. 13) dans le cas d'une « activité cognitive conjointe de plusieurs personnes à propos d'un même problème en vue de sa résolution » (Darnis, 2010, p. 119). En parallèle, la psychologie du sport regroupe les démarches psychologiques « visant à approfondir la connaissance d'objets de recherche générés par la pratique sportive. On retrouvera à ce niveau l'ensemble des [...] grandes fonctions humaines dont [...] on conçoit aisément qu'elles soient toutes sollicitées à l'extrême dans la pratique sportive » (Delignières, 2017, p. 4).

²⁵ Elle apparaît dans le domaine du management, des sciences de l'information et de la communication, de la psychologie sociale et de la sociologie des masses, de la biologie et de l'éthologie cognitive, traversant les courants économiques, philosophiques et écologiques.

S'agissant de l'héritage scientifique, culturel et idéologique, ce travail s'inscrit dans la lignée, entre autres, des travaux de Menaut, Bouthier, Dugas et Darnis. Pour reprendre les propos du premier, une telle recherche relève du domaine fondamental des *instruments de la connaissance*. Notre réflexion se situe ainsi « dans une zone intermédiaire située entre des perspectives d'application pratique et des perspectives de recherche fondamentale. Notre propre travail s'est développé dans le champ [...] de l'ensemble des éléments constituant l'espace d'un jeu sportif collectif » (Menaut, 1998, p. 12). Au fil de ses travaux, Menaut questionne l'essence même de l'acte tactique en jeu dans son rapport avec le hasard et donc la vie : « N'est-il pas essentiellement la prise de conscience de la notion de hasard en même temps que celle de son refus ». Il ajoute : « Existe-t-il une différence essentielle entre l'opération intra-psychique et la coopération inter-individuelle ? » (1982, p. 16). Cette double interrogation soulève la problématique de « l'élucidation des processus cognitifs complexes d'interactions par lesquels le joueur et le jeu atteignent un état d'équilibre instable, adaptatif et dynamique » (Menaut, 1998, p. 11). Or ces problèmes complexes se retrouvent également au niveau collectif. Le système *équipe* est à la fois supérieur à l'unité *joueur* et inférieur à la totalité *jeu*. Dans ce cadre, nous formulons une question de recherche principale (Beaud, 2006) : **Comment les équipes de football résolvent-elles des problèmes complexes, en situation de forte pression spatio-temporelle, lorsque l'essentiel de la communication est pratique ?**

Ces dernières années, les recherches portant sur le football ont été particulièrement fécondes. Elles concernent aussi bien les *compétences perceptivo-cognitives* des joueurs (Basevitch et al., 2020; Belling et al., 2015; Roca et al., 2013; van Maarseveen et al., 2018), que leur faculté à *décider sous pression temporelle* (Bossard, 2008; Kermarrec & Bossard, 2014, 2017; Levi & Jackson, 2018), ou encore leur propension à *se coordonner pour former des motifs collectifs auto-organisés* (Bartlett et al., 2012; Duarte, Araújo, Correia, et al., 2013; Gesbert et al., 2017; Silva et al., 2016), sans oublier les *connaissances partagées* (Feigean et al., 2018; Kerivel et al., 2021; Malone & Lorimer, 2020). Dans cette activité, le désordre quasi permanent qui règne « génère des séquences d'événements chaotiques parce qu'imprédictibles » (Menaut, 2017, p. 147). Pour faire face à cette incertitude, les joueurs font appel à leurs intelligences tactique (Gréhaigne, 2014, 2018b) et stratégique (Dugas, 2010; Dugas & Collard, 2009) sur les plans individuel et collectif. Or, comment les joueurs de sport collectif ajustent-ils mutuellement leurs comportements ?

Pour répondre à cette interrogation, un postulat viendra soutenir nos propos : à partir de la co-construction de connaissances partagées, constituant un véritable *référentiel commun* (Bourbousson & Sève, 2010b; Mouchet, 2010), les individus améliorent leur capacité à s'adapter collectivement à l'environnement, au contexte et au complexe (Morin, 1999). L'intelligence collective reposerait alors majoritairement sur la construction d'une *cognition partagée*. Ces mécanismes de partage « correspondent à l'ensemble des processus cognitifs et collectifs qui participent aux ajustements interindividuels au sein d'une équipe. Ils représentent l'intelligence collective en action, permettant l'adaptation en équipe face à l'évolution permanente du cours d'action » (Kermarrec & Bossard, 2017, p. 9). Aussi, au fil de ces pages, des réflexions que nous mènerons, des connaissances que nous mobiliserons, nous chercherons à répondre aux questions de recherche suivantes : **Par quels moyens l'équipe exploite-t-elle la logique interne du jeu en déployant un algorithme collectif antagoniste à celui de l'équipe adverse ? Comment s'exprime cet avantage adaptatif sur le plan collectif ? Dans quelle mesure les comportements tactiques produits sont-ils révélateurs d'une forme d'intelligence collective ?**

Dans cette perspective, la **première partie** du présent travail sera consacrée à l'étude de la littérature en vigueur concernant les notions de *connaissance* et d'*intelligence*, de l'individuel au collectif. Les écrits cités, s'ils ne réfèrent pas tous directement à l'activité football ou au champ de la performance sportive en général, seront rattachés à ce « terrain d'expression ». Une fois les contours de l'intelligence collective en tant qu'objet d'étude dessinés, nous tenterons d'appréhender ses différentes manifestations afin de mieux décrire, analyser, modéliser et ainsi comprendre, ce phénomène. La **deuxième partie** portera sur les trois comportements identifiés, communs à l'expression d'une forme d'intelligence collective. Nous étudierons la production par les équipes de football de *l'anticipation*, de la *décision* et de la *coordination* à l'échelle collective au travers d'expérimentations s'inscrivant dans le courant de la *Team Cognition* (Cooke et al., 2007, 2013; McNeese et al., 2016; Sève et al., 2009). Promouvant une vision systémique, les trois perspectives méthodologiques complémentaires dans l'analyse de l'activité collective (Saury, 2015, p. 17) seront exploitées : i) l'individualisme méthodologique, par la mise au point d'un test psychométrique²⁶ consistant à mesurer l'anticipation collective ;

²⁶ Consistant « à proposer une situation standardisée permettant de traduire les comportements observés en quantités statistiquement analysables » (Vivicorsi & Baumard, 2017, p. 24-25). Les tests peuvent porter sur tous les grands domaines de l'activité cognitive, notamment l'évaluation de l'intelligence (Cédile, 2013).

ii) le situationnisme méthodologique, à l'aide d'une grille d'analyse notationnelle (van Maarseveen et al., 2017) des décisions collectives reposant sur des vidéos de matches ; et
 iii) le collectivisme méthodologique mettant en lumière les coordinations collectives à partir de données spatiotemporelles (vitesse et coefficient angulaire). Dans une **troisième partie**, nous discuterons ce travail de thèse au regard des études antérieures. Il sera question des répercussions potentielles sur la formation des pratiquants, tant concernant les joueurs que les entraîneurs. S'appuyant sur le cadre théorique détaillé au préalable et sur les résultats obtenus, nous discuterons de ces derniers avant de formuler des propositions pour l'intervention. *In fine*, nos propositions ont pour vocation de contribuer à la formation des acteurs de la performance sportive. Enfin, nous concluons par des considérations d'ordre éthique et esthétique chères à Menaut (2017).

Dans une perspective systémique, insistons sur la nécessité d'aborder ce travail non pas de façon linéaire mais au travers d'une circularité : les chapitres et les sections faisant échos les un(e)s aux autres. Les deux premiers chapitres (Première partie) convergent par symétrie d'une conception individuelle à une conception collective (« De la connaissance » et « De l'intelligence »). Les trois chapitres de la deuxième partie – représentés par une « triple hélice d'ADN » – se déploient de façon spiralaire et renvoient à l'interaction permanente entre les trois manifestations de l'intelligence collective mises en avant. Enfin les chapitres VI et VII (Troisième partie) sont conçus en continuité et en complémentarité. Ils ont pour objectif d'apporter une contribution aux perspectives pratiques de l'intervention et de la formation dans le champ du sport. Afin de faciliter la compréhension de ce travail et de sa logique d'écriture, vous trouverez ci-dessous une modélisation de sa « structure réflexive ». *Conceptualiser* (Première partie), *démontrer* (Deuxième partie), *discuter et proposer* (Troisième partie), telle est la logique structurant ce travail de thèse.

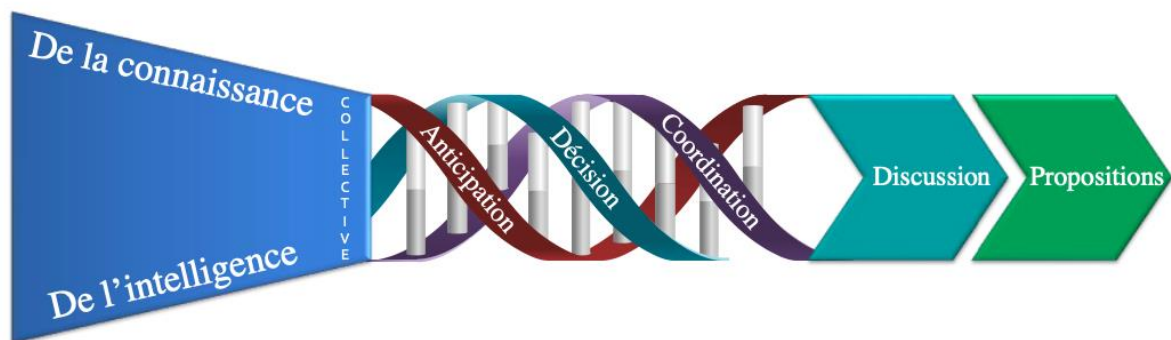


Figure 1 : Structuration onto-logique du corps de la thèse

PREMIERE PARTIE : CONCEPTUALISATION D'UN CADRE THEORIQUE DE L'INTELLIGENCE COLLECTIVE

La première partie du corps de la thèse a pour vocation de poser les bases d'une compréhension plus générale de l'intelligence collective. A cet effet, elle se structure en deux chapitres, respectivement divisés en trois sections. Dans l'optique d'accompagner le lecteur, une synthèse est proposée à la fin de chaque section. Nos deux premiers chapitres convergent par symétrie vers une conception collective (« De la connaissance » et « De l'intelligence »).

Chapitre I : De la connaissance	Chapitre II : De l'intelligence
Des jeux	De la complexité
Des joueurs	Protéenne
Des équipes	Collective

L'architecture de cette partie est pensée de façon systémique : nous invitons le lecteur à s'emparer de la synergie voulue entre les deux chapitres et les six sections. En effet, les sections 1 de chaque chapitre se reflètent, se complètent et se répondent : il y a *de la complexité dans le jeu et du jeu dans la complexité*. Une telle interaction se dessine également entre les sections 2 et entre les sections 3. De sorte que chaque section trouve un écho dans le chapitre complémentaire. A cet égard, l'itinéraire théorique que nous empruntons est celui :

- De la connaissance et de l'intelligence « de la complexité des jeux »
- De la connaissance et de l'intelligence « protéenne des joueurs »
- De la connaissance et de l'intelligence « collective des équipes »

Concernant les intitulés des deux chapitres, ils font ouvertement référence à deux ouvrages : *La connaissance de la connaissance* (Morin, 1986) et *De l'intelligence* (Taine, 1870). Rédigés par deux éminents philosophes, ces ouvrages avant-gardistes annonçaient en leur temps le renouveau des sciences de complexité et des sciences humaines. Cet essai scientifique s'inscrit dans cette perspective.

Chapitre I : De la connaissance

La notion de *connaissance* « nous semble Une et évidente. Mais, dès qu'on l'interroge, elle éclate, se diversifie, se multiplie en notions innombrables, chacune posant une nouvelle interrogation » (Morin, 2008b, p. 24). On s'exprime ainsi en termes de Connaissance(s), de Savoir(s), d'Information(s), de Perception(s), de Représentation(s), ou bien encore d'Expérience(s). Elle désigne à la fois « l'acte de connaître » et « l'objet connu, les savoirs acquis ou en cours de formation » (Oléron, 1994, p. 8). A cet effet, ce premier chapitre aborde tant la connaissance des objets présentés (le jeu, les joueurs et les équipes), que les connaissances portées par ceux-ci.

Les *unités complexes* comme l'être humain, la société et leurs produits, « sont multidimensionnelles : ainsi l'être humain est à la fois biologique, psychique, social, affectif, rationnel. La société comporte des dimensions historique, économique, sociologique, religieuse... La connaissance pertinente doit reconnaître cette multidimensionnalité » (Morin, 1999, p. 16). L'activité football est une *unité complexe* (Dugrand, 1989), à l'interface de l'être humain et de la société, puisqu'elle est une création culturelle de ces derniers (Gastaut & Mourlane, 2006). Ainsi « la complexité, la pluralité, l'organisation hiérarchisée, aussi bien que l'unicité et l'apparente simplicité de ce jeu sportif postulent pour son analyse, une démarche intellectuelle à caractère [...] interdisciplinaire et des échanges conceptuels » (Menaut, 2017, p. 12).

En parallèle, la recherche portant sur l'intelligence collective s'appuie régulièrement sur une connaissance fragmentée (Dortier, 2006), nous plaçant face à l'impossibilité de relier les parties et les totalités. Elle « doit faire place à un mode de connaissance capable de saisir ses objets dans leurs contextes, leurs complexes, leurs ensembles » (Morin, 1999, p. 2). Afin de concevoir à la fois notre sujet et notre terrain d'étude, il nous faut en définir les caractéristiques. Dans cette logique, dresser l'état des lieux des « caractéristiques de la tâche assignée à un collectif est essentiel pour développer l'intelligence collective. En effet, elles ne nécessitent pas le même niveau de coordination et d'interdépendance entre les membres du groupe » (Michinov, 2016, p. 38-39). Par conséquent, l'intelligence collective pourrait se manifester différemment en basketball ou en rugby. C'est pourquoi nous appréhendons dans ce chapitre : les différentes dimensions de la connaissance du football, notamment celle *du Jeu* en lui-même, celle *des joueurs* qui le pratiquent et celles *des équipes* qui le subliment.

I. 1) De la connaissance des jeux

S'aventurer sur le terrain du football dans l'optique de renforcer la connaissance de cette activité, doit nécessairement passer par l'étude du concept de *jeu*. En effet, « le point de départ de l'analyse doit être constitué par l'élément primaire dont dérive le jeu sportif collectif, à savoir le jeu » (Téodorescu, 1977, p. 27). Pour autant, une telle étude nous place face à un « océan de pratiques » toutes plus signifiantes les unes que les autres, car « les jeux sont innombrables et de multiples espèces : jeux de société, d'adresse, de hasard, jeux de plein air, de patience, de construction, etc. » (Caillois, 1967, p. 7). Ces mots, les premiers de Caillois dans *Les jeux et les hommes*, révèlent toute la difficulté d'une définition exhaustive du concept en question. Ainsi l'auteur ajoute-t-il : « Le terme de jeu désigne non seulement l'activité spécifique qu'il nomme, mais encore la totalité des figures, des symboles ou des instruments nécessaires à cette activité ou au fonctionnement d'un ensemble complexe » (p. 9). Malgré cette remarquable diversité, il est possible d'identifier des traits communs aux multiples manifestations de ce concept bigarré. Huizinga définit ainsi le jeu comme :

Une action libre, sentie comme « fictive » et située en dehors de la vie courante, capable néanmoins d'absorber totalement le joueur ; une action dénuée de tout intérêt matériel et de toute utilité ; qui s'accomplit en un temps et dans un espace expressément circonscrits, se déroule avec ordre selon des règles données, et suscite dans la vie des relations de groupes s'entourant volontiers de mystère ou accentuant par le déguisement leur étrangeté vis-à-vis du monde habituel (Huizinga, 1988, p. 31).

Plus loin, Huizinga insiste sur l'aspect volontaire de cette activité, qui ne saurait être imposée au joueur. Pourvue d'une fin en soi, l'action en jeu est également « accompagnée d'un sentiment de tension et de joie » (1988, p. 51). Tantôt action, tantôt activité, le jeu se réalise dans l'éphémère aussi bien que dans la permanence de l'instant : il est émotion. A la fois factuel et conceptuel, il est dans cette dernière dimension, une activité « libre », « séparée », « incertaine », « improductive » et enfin « réglée » OU « fictive » (Caillois, 1967, p. 42-43). Bien que se rejoignant sur certains points, Caillois et Huizinga opposent des arguments contradictoires. Dans *Homo Ludens*, Huizinga avance que le jeu précède la culture, cette dernière étant « issue du jeu par un processus d'évolution, en ce sens que, ce qui était primitivement du jeu ait pu se transformer en autre chose, et s'appellerait désormais culture » (1988, p. 74). Encore est-il nécessaire de s'entendre sur ce que l'on décrit sous le vocable *Culture*. Pour Damasio « la culture se réfère à l'ensemble des productions intellectuelles [...] transmises entre les individus et entre les générations » (2017, p. 25).

Une part significative de ce que l'on considère comme des jeux en fait donc partie. Concernant la naissance des cultures humaines, il insiste sur l'importance de l'*intelligence créatrice*, présente « derrière de nombreux aspects de la socialité : la constitution de groupes ou encore la magie du jeu » (2017, p. 29). « Jeu(x) » et « Culture(s) » sont donc fondamentalement imbriqués. D'après Huizinga, la culture naît sous forme de jeu, elle est à l'origine « jouée », elle « se déploie *dans* le jeu et *comme* jeu » (1988, p. 241). A l'inverse, Caillois (1958) considère que le jeu est stérile, ne produit rien. Il affirme pourtant que :

Les jeux de compétition aboutissent aux sports, les jeux d'imitation et d'illusion préfigurent les actes du spectacle. Les jeux de hasard et de combinaison ont été à l'origine de maints développements des mathématiques. [...] le panorama de la fécondité culturelle des jeux ne laisse pas d'être impressionnant. Leur contribution au niveau de l'individu n'est pas moindre (1967, p. 18).

Comme souvent, la vérité se situe vraisemblablement dans l'entre-deux, dans l'intervalle, dans le « jeu ». En effet, qui pourrait contester l'existence d'une culture sportive, majoritairement composée – voire dérivée – de jeux sportifs ? Qui pourrait nier l'essor de l'industrie ludique et de l'économie du sport ? Plus récemment, Schmoll (2011, p. 16) souligne que les définitions « classiques » du jeu ont un caractère essentialiste, énumérant des caractéristiques qui permettraient de certifier que tel dispositif est un jeu ou ne l'est pas. D'autre part, Bonenfant (2010) soutient que la clef de la définition du jeu réside dans la distinction entre la notion de jeu et sa fonction²⁷. Concernant sa fonction, Damasio souligne :

Le caractère essentiel d'un instrument méconnu de l'esprit créateur de culture : le jeu, ce désir de s'adonner à des activités sans utilité apparente. Il consiste à mobiliser des éléments du monde qui nous entoure (physiquement ou par l'intermédiaire d'un jouet) ; à mobiliser son propre corps au sein de ce monde (danser, jouer, jouer d'un instrument) ; à mobiliser des images dans notre esprit, qu'elles soient réelles ou inventées. L'imagination joue ici un rôle central, bien évidemment — mais ce terme ne permet pas de traduire pleinement la spontanéité, la diversité et la portée du JEU (2017, p. 265).

En définissant le concept au prisme de sa fonction, Damasio prolonge les définitions « classiques » données par Huizinga et Caillois notamment, qui attribuent un sens culturel au jeu, relatif à une période ou un contexte humain. Ces deux ouvrages – *Homo Ludens* de Huizinga et *Les jeux et les hommes* de Caillois – dressent à leur manière « le constat d'une certaine universalité, transhistorique et transculturelle du jeu, attestant ainsi que nous sommes

²⁷ L'auteure précise que la fonction est productrice de culture alors que la notion est produite par la culture.

bien là face à une dimension essentielle de la condition humaine » (Caillé, 2015, p. 231-232).

Cette fonction universelle de production de sens :

Représente l'ensemble des conditions de possibilité, peu importe le lieu et le moment historique. [...] Lorsqu'il est question de définir le jeu, les nouvelles perspectives font plutôt état de cette fonction de jeu et étudient l'ensemble des propriétés de la production du sens ludique. Ce genre d'approche formule des définitions « fonctionnelles », c'est-à-dire des définitions qui tirent leurs qualités de leur adaptabilité (Bonenfant, 2010, p. 53).

En parallèle, le mot jeu évoque « une idée de latitude, de facilité de mouvement, une liberté utile, mais non excessive. [...] Cette latitude rend possible une indispensable mobilité. C'est le jeu qui subsiste entre les divers éléments qui permet le fonctionnement d'un mécanisme » (Caillois, 1967, p. 12). Dire qu'il y a « du jeu » signifie qu'il existe un vide, une sorte d'espace de créativité, un intervalle dans lequel des possibles peuvent émerger. D'après Henriot (1969, 1989) c'est selon cette conception mécanique que le jeu doit être abordé. Les joueurs sont les rouages d'un système qui nécessite à la fois de l'espace et des contraintes pour fonctionner, renvoyant au concept de *légaliberté* défini par Duflo (1997a). La fonction des règles « est donc de créer un espace dans lequel les signes seront interprétés à partir du cadre ludique pour leur donner le sens de jeu (en tant que notion) » (Bonenfant, 2010, p. 56). Elles servent à distinguer ce qui est de l'ordre du jeu et ce qui ne l'est pas. Ainsi, le *jeu* est « à la fois un ensemble de règles (*game*) et la liberté de mouvement dans le cadre des règles (*play*) : ce que les Anglophones appellent le *gameplay* » (Bonenfant, 2010, p. 57). L'ambivalence entre « l'activité jeu » et « l'action de jouer » (Winnicott, 1975), limite toute tentative de définition objective puisque « c'est le joueur qui fait le jeu, en "ludicisant" des objets et des espaces, dont certains ne sont pas forcément conçus au départ à cette fin » (Schmoll, 2011, p. 15). Ainsi le jeu trouve une utilité sociale voire sociétale, dans l'espace d'expression de la liberté et de la créativité qu'il offre.

Mais au-delà de la satisfaction et du plaisir de jouer, la véritable valeur du jeu est sûrement pédagogique. Pour tout être vivant qui joue, les jeux « sont les moments exceptionnels de notre apprentissage » (Cotta, 1993, p. 44). Apprentissages moteur, cognitif, civique, de soi, de l'autre, de l'environnement, en bref des savoirs, savoir-faire et savoir-être. D'ailleurs, Morin souligne que le jeu est un apprentissage « non seulement de telle ou telle technique, de telle ou telle aptitude, de tel ou tel savoir-faire. Le jeu est un apprentissage de la nature même de la vie qui est jeu avec le hasard, avec l'aléa » (1972, p. 11). En un sens pourrions-nous dire, si le jeu ne produit rien, il permet tout. S'il « ne prépare pas à un métier défini, il introduit à la vie dans son

ensemble en accroissant toute capacité de surmonter les obstacles ou de faire face aux difficultés » (Caillois, 1967, p. 19). A ce titre « l'étude du jeu est l'occasion de fonder une théorie de l'action humaine » (Menaut, 1982, p. 181), car « l'un des caractères fondamentaux de l'être humain est d'être *Homo ludens* – l'homme du jeu » (Morin, 2020, p. 32).

I. 1. A) Le jeu : origine, signification, évolution

Les activités de jeu « ne sont pas de simples détenteurs pour se remettre à la vie pratique ou au travail [...] elles ont des racines qui plongent dans les profondeurs anthropologiques ; elles concernent l'être humain dans sa nature même » (Morin, 1999, p. 30). Nous serions tentés d'affirmer que, de tous temps, en tous lieux, les hommes ont fait des jeux une activité singulière. Car « l'homme ne joue que là où il est homme dans toute l'acceptation du mot, et il n'est tout à fait homme que là où il joue » (Schiller, repris par Téodorescu, 1977, p. 11). Ce serait attribuer au Jeu une « vocation universelle » (Parlebas, 2003). Or pour reprendre les illustres mots de Jean Adry²⁸, que cite Parlebas : les jeux « sont absolument les mêmes que ceux qui amusaient les enfants dans les rues de Cusco sous les Incas, à Bagdad sous les Califes, dans Rome, dans Memphis, dans Athènes et dans Persépolis » (2003, p. 9). Sur le plan anthropologique – c'est-à-dire appréhendant l'Homme dans son ensemble – le Jeu résonne chez *Homo Ludens* en diachronie (historiquement) et en synchronie (géographiquement). Bien que vecteur d'unité, le Jeu est également facteur de diversité entre les peuples, les sociétés et les époques. Les groupes sociaux se distinguent ainsi autant par leurs mœurs et leurs langues que par leurs jeux : de la *Soule* au rugby, du *Calcio* florentin au football, en passant par leurs multiples déclinaisons actuelles (football américain, australien, gaélique, etc.). Mais au sein même d'une société, certains jeux irriguent des classes sociales²⁹ particulières (Terret, 2019), relevant d'une « ethnomotricité » (Parlebas, 2003). Téodorescu nous invite également à « considérer le jeu comme un *phénomène social*, comme une *forme d'activité humaine spécifique, attractive et récréative* [...] et en même temps *éducative* » (1977, p. 28). Les jeux « possèdent ce pouvoir que peu d'activités humaines détiennent au même degré, de littéralement transfigurer la vie

²⁸ Jean Adry, Dictionnaire des jeux de l'enfance et de la jeunesse chez tous les peuples, Paris, 1807.

²⁹ Par ailleurs, ce phénomène est particulièrement présent au football lorsque l'on se penche sur « l'historique » de certains clubs. Ils ont souvent émergé de communautés étudiantes, de membres d'industries ou d'associations de travailleurs. Le club d'Arsenal – dont le canon est l'emblème – était l'équipe d'une manufacture d'armes (le Royal Arsenal). West Ham, qui arbore un double marteau sur son écusson, fait référence aux usines de ferronnerie. Le club de Chelsea quant à lui, fondé par un riche homme d'affaire et se situant dans le quartier « bourgeois » du même nom, représente les classes plus aisées.

coutumière des adultes » (Guillemard et al., 1984, p. 12). L'activité ludique est « ancrée au plus profond de la psychologie humaine, individuelle et collective » (Huizinga, 1988, p. 153). En outre, les Hommes jouaient bien avant l'émergence des premières sociétés et civilisations. Pratique ancestrale, elle n'est cependant pas anthropocentrée, en effet « les animaux n'ont pas attendu l'arrivée de l'homme pour qu'il leur apprit à jouer » (Huizinga, 1988, p. 15). D'ailleurs « le jeu occupe une place importante dans la vie des mammifères et des oiseaux, et une place centrale dans celle des humains. Le Jeu fixe l'imagination créatrice des enfants, des adolescents et des adultes » (Damasio, 2017, p. 164). Ainsi, nous ne possédons pas le monopole du ludisme, bien que nous le portions à un niveau « supérieur ». En plus de créer en permanence de nouveaux jeux, nous nous questionnons sur ce concept et menons des réflexions sur sa pratique. Pourtant :

Dans les sociétés qui sont les nôtres, organisées autour de la valeur travail, le jeu est péjoré, même quand il devient (et, de ce fait, paradoxalement) l'objet d'un travail, en l'occurrence celui du chercheur. L'intérêt pour un tel objet de recherche passe pour ne pas être neutre : un chercheur qui s'intéresse aux jeux est-il vraiment quelqu'un qui travaille, ou quelqu'un qui s'amuse ? (Schmoll, 2011, p. 12).

Toutefois, n'occultons pas que les mutations de nos sociétés s'accompagnent d'une évolution de nos pratiques, notamment de nos pratiques ludiques et par la même des réflexions qui s'y portent. Au cours de l'histoire, philosophes, théoriciens, pédagogues et scientifiques se sont intéressés au jeu :

À partir de la Grèce antique et pour les quelques siècles à venir, le jeu est abordé dans une perspective éthique et morale où l'on se questionne sur les bienfaits et les méfaits de la pratique ludique dans l'existence humaine. À la fin du XIXe siècle et au début du XXe, le jeu est étudié dans d'autres domaines tels que la biologie, l'anthropologie, la psychologie, l'éthologie, etc. afin de comprendre certains phénomènes qui émanent de cette activité. Ce n'est qu'à partir de la deuxième moitié du XXe siècle que les théoriciens n'ont plus fait du jeu un prétexte pour parler d'autres sujets, mais se sont attardés à définir la spécificité de ce concept (Bonenfant, 2010, p. 51).

Ainsi, ce que nous pourrions qualifier de « ludisme » est influencé par nos trajectoires sociétales, modifiant « la nature du jeu et de ce qui s'y joue » (Schmoll, 2011, p. 10), autrement dit l'enjeu derrière le jeu. Si le ludique envahit à présent toutes les dimensions de la vie sociale, il le fait de façon parfois démesurée, voire déraisonnée lorsque l'on pense aux sommes « en jeu » dans les paris – sportifs ou non – et l'industrie qu'est devenu le sport professionnel. Cependant, et malgré ces dérives, il existe aujourd'hui une tendance profonde au cœur de notre société : « les humains en appellent à une société où l'on puisse jouer, non seulement davantage,

mais partout et tout le temps, en apprenant, en rencontrant autrui, en travaillant » (Schmoll, 2011, p. 16). Ce phénomène croissant résulte de nos modes de vie de plus en plus anxiogènes :

Le problème majeur de nos sociétés, devenues planétaires, dans un monde où nul lieu désormais n'échappe aux effets de la modernité, c'est qu'elles n'ont plus d'extérieur sauvage, au sens d'une forêt ou d'un désert, peuplé de barbares, qui entourerait la société de ses menaces et en justifierait la fonction protectrice : les espaces sauvages ont été domestiqués et sont réduits à l'état de poches que la civilisation, à l'inverse, encercle. Cette nouveauté, inédite dans l'histoire de l'Homme, explique déjà en partie que pour explorer de nouvelles contrées et s'exposer au danger, il faille le faire dans des espaces imaginaires : il n'y a plus qu'eux qui offrent des échappatoires (Schmoll, 2011, p. 17).

Ces quelques lignes mettent en exergue l'importance de la liberté qui s'exprime au travers de l'acte de jouer : « Par le jeu, notre vie fait l'expérience d'une création particulière, du bonheur de créer ; nous pouvons tout être, toutes les possibilités s'offrent à nous, nous avons l'illusion d'un commencement libre, sans entraves » (Fink, 1965, p. 79, cité dans Bonenfant, 2010, p. 63-64). Chaque jeu est un univers à part entière, un monde qui crée ses propres règles et dont celui qui n'en a pas connaissance ne peut pénétrer, ainsi que le remarquait déjà Pierre de Coubertin : « il est impossible au spectateur qui n'est pas "au courant" de comprendre quelque chose à ce qui se passe sous ses yeux » (1897/2013, p. 3). Le XIX^{ème} siècle est sans aucun doute celui de l'émergence des grands jeux sportifs collectifs (notamment en Angleterre) et c'est tout naturellement que le XX^{ème} siècle – qui permit leur diffusion à travers le monde³⁰ – fut celui du questionnement de leurs fondements et des tentatives de définition. Souhaitons que le XXI^{ème} siècle soit celui de l'exploitation de leur plein potentiel éducatif.

I. 1. B) Les universaux des jeux sportifs collectifs

A l'intérieur du champ sportif, « ce sont surtout les grands jeux de balle qui requièrent un entraînement d'ensemble d'équipes permanentes, et c'est de là aussi qu'est issu le sport moderne » (Huizinga, 1988, p. 270). L'universalité³¹ des jeux sportifs collectifs prend

³⁰ Pour Cotta le XX^{ème} siècle « a vu ces jeux devenir totaux, universels, marchands et spectaculaires. Et toute la société qui, auparavant, ne faisait que s'exprimer à travers eux, se trouve aujourd'hui profondément parcourue et modelée de leurs forces » (1993, p. 91).

³¹ A titre d'illustration, sur les 10.595.417 licenciés recensés par l'[Institut national de la jeunesse et de l'éducation populaire](#) pour la saison 2019/2020 (dans les fédérations unisports en France), 3.452.615 le sont au sein des fédérations représentant les principaux jeux sportifs collectifs (Football, Basketball, Handball, Rugby, hockey et Hockey sur glace) soit 33 % des pratiquants licenciés. Pour aller plus loin dans l'analyse et étendre la portée de ces chiffres, l'[INJEP](#) précise que les pratiquants licenciés ne représentent que 50 % (exemple du football) de la totalité des pratiquants (l'autre moitié étant constituée de pratiques autonomes, hors structures institutionnelles).

potentiellement racine dans « l'existence de formes comportementales observables universellement, dans toutes les cultures » (Parlebas, 1999, p. 403). Parlebas les nomme « universaux » en référence aux « modèles opératoires représentant les structures de base du fonctionnement de tout jeu sportif et porteurs de la logique interne de celui-ci » (1999, p. 403). Dans les jeux sportifs, les conduites des joueurs s'expriment au travers de structures stables, qui délimitent le champ des possibles. Quelle que soit l'activité, du football au rugby, de la boxe à l'athlétisme, « le sport est un univers fermé ; le sport est un monde de la clôture. L'immense variété des conduites ludosportives de surface n'est que la manifestation bigarrée de permanences qui prennent corps dans des structures profondes » (Parlebas, 2002, p. 317) : les « universaux ». Parmi ces derniers, on retrouve : « le réseau des communications motrices, le réseau des interactions de marque, le système des scores, le réseau des rôles sociomoteurs et la structure des sous-rôles³² » (2002, p. 318). Parlebas considère que « ces structures opératoires, porteuses de la logique interne de l'activité, représentent les systèmes de fonctionnement à la base de tout jeu sportif » (p. 318). S'agissant des jeux sportifs collectifs, l'analyse des réseaux d'interaction motrice permet de les différencier des autres sports. A ce titre, et en accord avec la conception de Gréhaigne (1989, 1992, 2015), nous considérons qu'il n'y a pas de « jeu sportif collectif » en dessous de trois joueurs³³. Les sports de duel « en doublette » n'en font ainsi pas partie.

Les réseaux d'interaction motrice sont représentés sous forme de matrice (*cf.* Annexe I. A) faisant apparaître des interactions de coopération³⁴ « positives » (Ip) et les interactions d'opposition³⁵ « négatives » (In). Ce type de schématisation constitue l'illustration canonique du duel entre deux équipes totalement solidaires mais diamétralement opposées.

³² Concernant l'activité football on peut identifier deux statuts (joueur de champ et gardien de but) dont les pouvoirs moteurs liés aux règles diffèrent, deux rôles sociomoteurs (attaquant et défenseur) qui ne correspondent pas aux « postes » d'un système de jeu mais à une situation de possession ou non du ballon par son équipe, et enfin des sous-rôles sociomoteurs qui classent les conduites motrices possibles pour un rôle donné (*cf.* Obœuf et al., 2009, p. 250, pour une description des 11 sous-rôles recensés en football).

³³ D'un point de vue strictement mathématique et probabiliste, prenant appui sur le réseau de communication motrice de Parlebas (2002), le rapport entre le nombre d'interaction positive et négative par joueur est de 1/2 en double (*cf.* Annexe I. A), puis ce rapport augmente progressivement lorsque la taille de l'équipe croît (2/3 pour trois joueurs, 3/4 pour 4 joueurs, etc.). Peut-on alors raisonnablement considérer comme collective une activité pour laquelle la coopération ne représente que 50 % de l'opposition ? En vérité, la question ne se pose même pas pour les sports de raquette en double puisqu'il n'y a pas d'interaction positive, mais pour le Beach-volley par exemple, cela reste à débattre.

³⁴ Notamment les communications motrices : les passes.

³⁵ C'est-à-dire les contre-communications motrices : tacles, interceptions, tirs, dribbles et feintes antagonistes. A noter que les « appels de balle » sont à la fois des communications et des contre-communications motrices.

Parlebas précise que « les réseaux de tous les sports collectifs modernes sont homomorphes à ce réseau de jeu à deux joueurs et à somme nulle » (2002, p. 322). Parlebas souligne également que tous les sports collectifs en vogue dans notre société sont bâtis sur ce même modèle. Matches de football, de volley, de rugby, de handball ou de hockey possèdent tous la même structure de duel offrant un *homomorphisme spectaculaire*. Cependant, le nombre de joueurs d'une part, et le type d'opposition d'autre part, modifient la structure du réseau d'interaction motrice et en détermine la complexité. A cet égard, la question de la définition de la sphère propre à chaque activité sportive a fait l'objet de nombreux travaux, suscitant de toutes aussi nombreuses controverses. Dès lors que la question de l'identité, des caractéristiques et même de l'essence d'une activité se pose, la notion de classification est régulièrement convoquée. Aussi cette dernière permet-elle de saisir les différences, les ressemblances et les critères partagés par les activités sportives. A partir des réseaux d'interaction motrice, Parlebas (2002, p. 331) identifie six classes de situations, permettant de classer les types de sports :

- *Les duels d'équipes* : deux « blocs » s'affrontent dans un réseau bi-équilibré (football, handball, volley-ball, water-polo, hockey, etc.) ;
- *Les duels d'individus* : selon un réseau similaire au précédent mais ne comportant qu'un seul joueur (c'est le cas des sports de combat comme le judo ou la boxe ; mais également en escrime ou pour les sports de raquette que sont le tennis et le badminton en simple) ;
- *Les coalitions d'équipes* : pour lesquelles plus de deux équipes s'opposent simultanément (courses de relais, régates de voile en équipage, courses cyclistes, etc.).
- *Les coalitions d'individus* : ici chaque coalition est réduite à un seul participant, le réseau étant, comme le précédent, multi-équilibré (courses de ski de fond, d'athlétisme en demi-fond et en fond, le marathon, etc.) ;
- *La stricte coopération* : les participants unissent leurs efforts, mais la particularité réside dans l'absence d'interaction motrice instrumentale avec leurs adversaires n'évoluant pas directement dans le même espace-temps (compétitions d'aviron, patinage en mixte, gymnastique rythmique, etc.) ;
- *Les sports psychomoteurs* : ici chaque sportif agit isolément, sans nouer une quelconque interaction avec un adversaire ou un partenaire, du moins dans des espaces-temps séparés (on retrouve de nombreuses activités athlétiques telles que les sauts, lancers, courses de vitesse, la gymnastique à barre fixe, à la poutre, ou aux anneaux, etc.).

L'analyse des caractéristiques constitutives d'une activité au travers des « familles » (Dugas & Bordes, 2008) auxquelles nous pouvons la rattacher, permet d'appréhender avec plus de précision sa logique interne et donc son « essence ». En effet, c'est dans l'essence qu'il faut rechercher les paramètres transversaux qui relient et différencient les jeux sportifs collectifs.

Dans cette optique, Téodorescu (1977, p. 25) énonce les caractéristiques principales des jeux sportifs collectifs :

- L'existence d'un objet de jeu (ballon, palet, etc.)
- Une lutte sportive complexe (individuelle et collective)
- Des règles de jeu unitaires et obligatoires
- L'existence d'un arbitrage
- Une limitation de la durée du jeu : dans le temps ou suivant les buts marqués (points ou sets)
- La standardisation de l'inventaire de jeu (équipement) et du terrain (dimension, lignes, surface)
- L'existence d'une technique et d'une tactique spécifiques
- Le caractère organisé des compétitions
- Une organisation des activités sur les plans national et international
- L'existence de théories et de pratiques en ce qui concerne la technique, la tactique, l'entraînement et leur méthodique, pour chaque jeu sportif et pour les jeux sportifs dans leur ensemble

Aussi peut-on différencier – à l'intérieur de cette grande « famille » (Dugas & Bordes, 2008) – les activités selon des caractéristiques fondamentales : Gréhaigne cite notamment les jeux sportifs collectifs de grand terrain - de petit terrain ; de préhension - de frappe ; interpénétré - non interpénétré ; à cible verticale - à cible horizontale - à cible mixte (2015, p. 92). Ces caractéristiques renvoient à leur logique interne. Pour ce faire nous retenons huit principes différenciateurs : Le type d'objet³⁶ autour duquel s'organise le jeu, la motricité spécifique permettant d'utiliser l'objet, les caractéristiques de la cible, la présence ou non d'un gardien, la taille de l'espace de jeu, la fréquence de la marque, la codification du contact « homme à homme » et les propriétés des interactions « équipe-équipe » (voir Figure I.6, Annexe I. B pour une schématisation).

³⁶ Parmi la vaste étendue des pratiques ludiques, « les jeux de ballon sont au nombre des plus anciens exercices de plein air que pratique l'humanité. Il n'en est pas de plus amusants, de plus animés, de plus propres à développer l'agilité, la force musculaire, le souffle, la vitesse, l'esprit d'à-propos. Mais précisément parce que ces jeux sont très anciens et ont été cultivés dans tous les temps, leur histoire est assez obscure. Chez les Grecs et les Romains, elle se rattache à celle de la sphéristique [...] » (Daryl, 1894, p. 63 cité par Gréhaigne, 1992, p. 13).

I. 1. C) Le football : du jeu ancestral au sport civilisationnel

Il n'est pas anodin de rappeler que la pratique des jeux sportifs collectifs, sous une « forme rudimentaire³⁷, remonte à plusieurs millénaires avant notre ère » (Téodorescu, 1977, p. 24). Ces pratiques immémoriales sont parvenues jusqu'à nous, portées par les cultures et civilisations, sous une forme moderne mais non moins dénuée d'héritage rituel (Villemus, 2006). D'ailleurs, « le football dans son actualité, participe d'une dimension ludique ancestrale » (Menaut, 2017, p. 9). Cette activité appartient à la famille des « jeux sportifs collectifs », et en tant que jeu « est un producteur culturel et non pas seulement un produit issu de la culture » (Bonenfant, 2010, p. 52). Étant tout à la fois processus et produit, il façonne les hommes autant que ces derniers le font en retour. Le football est un exemple précieux illustrant ce phénomène créatif, à travers ses multiples et récentes extensions³⁸. S'il est d'abord et « par essence un jeu. Est-il l'archétype des jeux ? ». Or « le football est aussi un sport. Nulle autre discipline n'exprime mieux que lui la modernité sportive » (Menaut, 2017, p. 9). Dès lors, risquons-nous à considérer le football comme l'archétype du sport poussant le « jeu » à son paroxysme. A cet effet, reprenons la typologie des jeux formulée par Caillois (1958) et explorons les quatre catégories (*agôn*, *alea*, *mimicry* et *ilinx*) présentes et prégnantes dans l'activité football.

Il y a dans le football avant tout de l'*agôn* puisque cette activité est fortement compétitive, même dans la pratique « libre », c'est-à-dire non institutionnalisée. Qui ne se souvient pas de ces parties acharnées dans la cour de récréation ou au pied de son immeuble, pour lesquelles chaque enfant aurait été prêt à « laisser son genou sur le bitume ». A cause du très faible taux de conversion de chaque action en point marqué³⁹, il y a dans cette activité une forte indétermination du résultat⁴⁰. Paradoxalement, alors même que l'écart des moyens à disposition des équipes entre l'élite (le niveau professionnel) et la « base » (le niveau amateur) est l'un des plus importants, les exploits des « petits clubs » face aux « gros » en coupe sont courants⁴¹.

³⁷ Pour plus de détails, cf. Floc'hmoan, *La genèse du sport* (1962), ou Villemus (2006) pour un regard méticuleux sur les origines, mythes et symboles ayant trait au football.

³⁸ Le football est parmi les activités sportives ayant subi un des plus prolifiques phénomènes d'hybridation, c'est-à-dire la création d'une nouvelle forme de pratique par la fusion (ou le rapprochement) de plusieurs activités. On peut notamment citer nombre d'activités en pleine expansion : Futsal, *Beach Soccer*, Footvolley, *Soccer five*, Teqball, Tennis-ballon, Footgolf, *Foot dart*, Foot billard, Cécifoot, etc. Cet essor culturel se traduit par l'émergence de plusieurs fédérations, organisant l'institutionnalisation de ces pratiques.

³⁹ Environ 10 % des actions se terminent par une situation dangereuse, et 1 % par un but (Gréhaigne, 1992, p. 91).

⁴⁰ Ce qui en fait l'activité reine des paris sportifs.

⁴¹ C'est une exception dans le paysage sportif. Qui imaginerait une équipe de rugby amateur battre un club professionnel ? Ou un « coureur du dimanche » surpasser le recordman du Marathon ?

Aussi l'absence d'incertitude, une fin connue d'avance « sans possibilité d'erreur ou de surprise, conduisant clairement à un résultat inéluctable, est incompatible avec la nature du jeu. Il faut un renouvellement constant et imprévisible de la situation, comme il s'en produit à chaque attaque [...] au football » (Caillois, 1967, p. 39). Par conséquent, lorsqu'il n'y a pas d'équité dans les sports – ou du moins une chance pour chacun de l'emporter – alors il n'y a pas de « jeu » dans la compétition, donc pas d'intérêt pour le spectateur, ni pour le sportif. C'est pourquoi au football, dont l'indétermination de la victoire est la plus forte, il y a tant de passion, car il y a fondamentalement « du jeu » dans la pratique.

Par ailleurs, on y trouve également de l'*alea* : on lance une pièce pour décider du côté de chaque équipe, on se confronte à une complexité motrice inédite par (i) l'utilisation des membres inférieurs comme locomoteurs et « manipulateurs⁴² » de l'objet, (ii) la présence d'un ballon sphérique qui rebondit au bon vouloir de terrains⁴³ aux qualités aléatoires, (iii) la rareté de la marque, et enfin paroxysme du hasard : la séance de tir au but⁴⁴.

Au-delà du hasard, et pour aller à l'encontre des propos de Caillois excluant le simulacre de l'aléa, le jeu football est pétri de *mimicry*. Que dire des « drames nationaux » qui se jouent lors des finales de Coupe du Monde, des derbies passionnels entre clubs d'une même ville, ou bien simplement des enfants se prenant pour telle ou telle de leurs idoles lorsqu'ils jouent au football. Quel autre jeu sportif accorde une place – certes peu reluisante – à la « simulation », jusqu'à modifier les règles pour y remédier ? Plus qu'ailleurs les pratiquants « en rajoutent » lorsqu'ils sont touchés, car cela fait partie du jeu « à tel point que la simulation du déséquilibre est devenue une arme redoutable, posant du même coup la question de l'arbitrage » (Menaut, 1991, p. 12).

Enfin s'agissant de l'*ilinx*, bien que faiblement représenté comparativement aux « sports extrêmes » notamment, il se présente sous plusieurs formes dans l'activité. En premier lieu sur le plan moteur, par la réalisation de « gestes techniques acrobatiques⁴⁵ » et spectaculaires, qui valent l'admiration des supporters et écrivent la légende de gestes historiques. De plus en plus, les joueurs poussent ce vertige jusqu'à prendre des risques inconsidérés lorsqu'ils célèbrent leurs buts. Sans parler du « vertige émotionnel » qui saisit le joueur et le spectateur lorsqu'une

⁴² On parle de « pédibulation ».

⁴³ Le phénomène est encore accentué par l'exceptionnelle diversité des conditions permettant la pratique : du parking au terrain vague, du sol aride aux terrains inondés. Sans parler des libertés matérielles prises par les pratiquants : on joue avec une canette, une boule de papier, une balle de tennis, entre deux sacs d'élèves ou deux tas de sable.

⁴⁴ A ce titre, notons l'étude captivante du penalty (voir Dugas, 2010).

⁴⁵ « Retournées », « ciseaux » et autres « coup du scorpion » par exemple.

égalité au score se profile dans le temps additionnel⁴⁶, chaque attaque poussant l'équipe « au bord du précipice ». Clanché analyse d'ailleurs les moments d'instabilité du score dans le jeu : un « état du match tel que, dans les quelques secondes qui suivent un moment quelconque de cet état, un changement du *résultat* provisoire *peut* subvenir » (1998, p. 14). Cet état génère une « forme passionnante d'intranquillité » et représente cinq sixièmes du jeu : les scores de 0-0, 1-0, 1-1, 2-1, etc. entraînent des états d'instabilité. En outre, si le sport est un « miroir de la société » (Parlebas, 2002, p. 316), et même « l'un des meilleurs » selon Terret (2019, p. 119). Or, « s'il fallait [...] définir la valeur essentielle dont la logique interne de ce jeu est porteuse, elle tiendrait en ces trois mots : l'expérience du paradoxe de l'altérité » (Menaut, 1991, p. 19).

I. 1. D) De l'essence à la logique interne de l'activité football

Tout débat sur *l'essence* d'une activité humaine « constitue un débat sur *le sens* » (Conquet, 2002, p. 121). Dès lors, pour appréhender l'essence de ce jeu, c'est-à-dire le sens derrière la pratique, il nous faut puiser dans son histoire. A cet effet, la divergence essentielle et irréconciliable avec sa consœur – le « schisme football-rugby⁴⁷ » – éclaire l'émergence de l'activité :

En Football, les établissements peu aisés ne disposaient que de cours pavés sur lesquelles il était dangereux de tomber. Pour éviter les chutes on a interdit de se saisir du ballon avec les mains et, bien sûr, de s'en prendre aux joueurs, utilisateurs ou non du ballon; enfin on a réduit la densité des participants, en portant l'effectif à onze par équipe, et en déterminant le Hors-jeu par rapport aux adversaires et non par rapport aux partenaires (comme en Rugby) ainsi on prévenait encore les concentrations de joueurs, contrairement à ce que l'on cherchait en Rugby – Tout ceci permettait de conserver l'ancestral tir au-dessous de la barre, avec une largeur de terrain sensiblement égale à celle du Rugby (Conquet, 2002, p. 126).

Le « bon sens » crée l'essence d'une pratique, dont découle sa logique interne. Cette dernière, « une fois définie, permet le repérage des traits pertinents de l'activité (invariants - universaux - fondamentaux - noyaux durs-essence) autorisant la formulation de principes d'action eux-mêmes générateurs de règles d'action » (Menaut, 1991, p. 11).

⁴⁶ Le fameux « but en or », à présent supprimé, en était la plus cruelle expression.

⁴⁷ Le Football se développe « dans les écoles et les endroits où l'on ne dispose pas de terrains en herbe, sur les carreaux des mines et les cours pavés des écoles ordinaires, donc dans les milieux modestes ; alors que le Rugby se développe dans les milieux aisés, aristocratiques. L'économie explique donc aussi la répartition géographique et économique du Football et du Rugby, encore aujourd'hui » (Conquet, 2002, p. 126-127).

Selon Parlebas, la logique interne représente le « système de traits pertinents d'une situation motrice⁴⁸ et des conséquences qu'il entraîne dans l'accomplissement de l'action motrice correspondante » (1999, p. 204). Afin de définir les contours de la logique interne de l'activité football, reprenons et développons les traits fondamentaux exposés p. 36 :

- Objet : le jeu est médié par une balle sphérique de grande taille – à la différence du handball par exemple – induisant que « le football est un sport de frappe et non de lancer » (Menaut, 2017, p. 51). De plus, les rebonds de « la sphère » étant quelque peu imprévisibles (certes moins qu'au rugby), la pratique requiert des compétences poussées dans la lecture de trajectoire inhérente à cette tâche d'anticipation-coïncidence (Gréhaigne, 1992, p. 121).
- Motricité : une des principales spécificités du football réside dans la motricité « pédestre » qui engendre un état quasi permanent de déséquilibre unipodal dans l'utilisation du ballon⁴⁹. De plus, la maîtrise de l'objet ayant principalement lieu au sol, le regard – et donc la prise d'information – est orienté prioritairement vers le bas (pour le porteur de balle du moins), limitant le champ de vision. Aussi, comme le précise Gréhaigne « *la liberté de la balle* est totale » car elle « n'est jamais tenue » (1992, p. 121). De fait « le joueur n'est jamais complètement maître du ballon dont la possession⁵⁰ est continuellement remise en question » (Menaut, 2017, p. 51).
- Cible : pour marquer un but, il faut permettre au ballon de franchir entièrement une cible horizontale relativement grande par rapport au gardien de but. Cependant, « le rapport entre l'aire de marque et l'aire de jeu est de 1/195,16 (il faudrait mettre à plat 400 buts pour couvrir l'aire de jeu !). A titre de comparaison, le même rapport est de 1/145,56 pour le hockey sur glace et de 1/66,66 pour le handball » (Clanché, 1998, p. 12).
- Gardien : cette cible est gardée par un joueur au statut particulier et aux pouvoirs « augmentés » puisqu'il est autorisé à utiliser ses membres supérieurs dans une surface délimitée. Dès lors qu'il quitte cette zone il change de statut, devenant alors un « joueur de champ » comme un autre.

⁴⁸ S'il définit une situation motrice comme un « ensemble de données objectives et subjectives caractérisant l'action motrice » (1999, p. 317), Parlebas admet néanmoins que « par extension » une situation motrice peut référer à une activité comme « le » football, « le » lancer du disque, ou encore « le » canoë-kayak.

⁴⁹ A ce titre, Menaut décrit fort bien cette motricité spécifique. Le footballeur, « danseur de l'équilibre », met en jeu une « fluidité de comportement acceptant et utilisant le déséquilibre permanent comme un état naturel grâce à des qualités de souplesse et de vélocité » (1991, p. 13).

⁵⁰ A la différence des autres jeux sportifs collectifs (à l'exception du hockey, et du volleyball pour lequel chaque contact est « frappé »), il n'est pas possible de s'approprié complètement la balle, laquelle est toujours « jouable » (si ce n'est durant 6 secondes lorsqu'elle est en possession du gardien de but).

- Terrain : le football est un sport de « grand terrain », propriété qu'il partage avec le rugby. Or dans ces deux activités, l'espace de jeu effectif (EJE⁵¹) est parmi tous les jeux sportifs collectifs, le plus étendu (selon les configurations momentanées de jeu). Cela limite les interactions sur le plan local, pourtant déterminantes dans la coordination et la communication (verbale et non verbale) en jeu. L'espace devant être couvert par la prise d'information y est le plus vaste.
- Fréquence de la marque : « Des six grands sports d'équipe symétriques, le football est celui où l'on marque le moins souvent, et le moins grand nombre de points, le hockey sur glace venant loin derrière en second » (Clanché, 1998, p. 12). La rareté de la marque, caractéristique de la culture sportive britannique⁵², est ainsi particulièrement prégnante au football. C'est cette « rareté des buts qui leur confère une valeur d'acmé génératrice d'émotion » (Menaut, 1991, p. 15).
- Contact : Conquet et Devaluez (1986, p. 92-94, cité par Gréhaigne, 1992) différencient les jeux de combat collectif (Rugby, Handball, Hockey), les jeux de renvoi (Volleyball⁵³) et les jeux dits de démarquage (Basketball, Football, Ultimate). Au football, le contact est certes autorisé, bien que strictement limité à la charge « épaule-épaule », mais demeure par essence un « jeu d'évitement ».
- Opposition : Étant donné la position des joueurs sur le terrain⁵⁴, « le football est de tous les grands jeux collectifs⁵⁵ celui qui se caractérise par un enchevêtrement maximal des équipes, par une interpénétration des espaces de jeu qui engendre un état quasi permanent de désordre et génère des séquences d'événements chaotiques parce qu'imprédictibles » (Menaut, 2017, p. 147-148). Cet enchevêtrement maximal engendre une prise d'information complexe (dans toutes les directions), des pertes de balles rapides, créant un « désordre quasi-total et quasi-permanent » (Menaut, 1991, p. 55).

⁵¹ « L'espace de jeu effectif est défini par la surface délimitée au moyen d'une ligne fermée obtenue en reliant les joueurs situés à la périphérie de l'ensemble regroupant la totalité des participants » (Gréhaigne, 2011, p. 40), « délimitant une surface polygonale » (Gréhaigne, 1992, p. 55).

⁵² *A contrario* les « sports US » sont caractérisés par la fréquence élevée des points marqués, tendant davantage vers « une morale de la consommation du tout tout de suite, plutôt que dans une culture de l'incertain » (Menaut, 1991, p. 15).

⁵³ Parlebas souligne cette distinction en prenant l'exemple du rugby, pour lequel « la structure de communication qui oppose en bloc deux équipes soudées, le mode d'utilisation frontale de l'espace (en avant, mêlée, touche), la rudesse des contacts autorisés (mêlée, placage, raffut), le caractère offensif des interactions de marque valorisées (essai) déterminent-ils une logique de sport collectif de combat très différente par exemple de la logique interne du volley-ball (présence symbolique du filet, territoires séparés et inviolables, absence de contact entre les adversaires, alternance réglée des échanges, limite du match dépendant du score et non de la durée) » (1999, p. 205). A ce titre, la logique interne du volleyball se rapproche davantage des sports de raquette. Conquet l'affirme avec âpreté : il faut ainsi « beaucoup d'imagination pour déceler le moindre lien entre le Volley-ball et chacun des autres sports collectifs » (2002, p. 122).

⁵⁴ Au rugby par exemple les joueurs doivent « se tenir de part et d'autre d'une ligne passant par le point d'affrontement » (Conquet, 2002, p. 125) et au handball le placement de la défense en barrage le long de la « zone » engendre également une ligne d'opposition.

⁵⁵ Clanché (1998, p. 12) classe les jeux sportifs collectifs du moins au plus enchevêtré : 1. volley-ball, 2. handball, 3. Rugby, 4. basketball, 5. hockey sur glace, 6. football. Nous concernant, nous adoptons une échelle légèrement différente liée à la règle du hors-jeu au rugby et aux mouvements dans la raquette au basketball.

Le « jeu de transition » (Bossard, 2008) constitue ainsi une arme déterminante dans la stratégie des équipes.

A l'aune de ces précisions, nous nous prêtons à l'exercice difficile de la définition. Définir le football doit nous permettre de déterminer les caractéristiques de l'activité sur laquelle porte notre recherche, et par la même de préciser dans quel contexte se déploie l'intelligence collective ici étudiée.

D'un point de vue historique⁵⁶, sociologique et anthropologique : le football est une activité ludique, native d'une culture sportive anglaise élitiste, porte-étendard d'un idéal de « courtoisie » – le *fairplay* – et transpirant pourtant aujourd'hui par tous les « pores » de la société, sans distinction sociale.

Sous l'angle praxéologique⁵⁷ : s'inscrivant au sein des « duels d'équipes » (Parlebas, 2002) à somme nulle (Dugas & Collard, 2009), le football est considéré comme un « jeu sportif collectif » de grand terrain extérieur, fondé sur un rapport symétrique et antagoniste de coopération/opposition à fortes réversibilité et incertitudes⁵⁸, aux espaces de jeu interpénétrés et enchevêtrés⁵⁹.

Enfin sur le plan technico-tactique : il s'agit de faire circuler, tant individuellement (*dribbling game*) que collectivement (*passing game*), un ballon toujours libre⁶⁰, vers une cible verticale gardée par un joueur aux droits supérieurs (le gardien de but) et de l'y faire pénétrer, avec une réussite critique. A cet effet, l'utilisation des membres supérieurs est prohibée, contraignant les membres inférieurs à un double rôle (locomotion-pédibulation) qui perturbe l'équilibre et contrarie la prise d'information « haute » du porteur de balle. Le joueur, confronté à des tâches d'anticipation-coïncidence, est amené à résoudre des problèmes d'anticipation, de décision et de coordination sous forte pression spatio-temporelle.

⁵⁶ Cf. Annexe I. C pour un aperçu historique de l'activité.

⁵⁷ Conçue comme « science de l'action motrice » (Parlebas, 1999, p. 248), ayant pour objet l'étude de l'action humaine.

⁵⁸ Spatiale, temporelle et événementielle, liées aux partenaires, aux adversaires et au ballon.

⁵⁹ Ce qui revient à souligner la densité présente au sein des espaces de jeu effectifs.

⁶⁰ La balle n'est jamais *contrainte* à changer de camp par la règle comme c'est le cas au basketball (24 secondes pour shooter), au handball (l'arbitre ayant autorité pour « stopper » une possession stérile) et au rugby (le joueur en possession est incité par l'arbitre à « libérer » la balle pour sortir des phases statiques). En théorie une équipe de football peut bien garder la possession de la balle durant toute une mi-temps si elle le souhaite.

I. 2) De la connaissance des joueurs

Cette section fait autant référence à la connaissance portant sur les joueurs de football, qu'aux connaissances que ceux-ci mobilisent dans l'activité. Elle s'inscrit dans la tradition de la recherche technologique en STAPS, caractérisée « par une véritable construction d'un cadre théorique. La difficulté et l'enjeu consistent à dépasser la mosaïque et la juxtaposition des connaissances, pour proposer l'articulation argumentée de connaissances variées, interpellées et remaniées dans un souci de cohérence et de pertinence » (Bouthier, 1993, cité par Mouchet, 2012, p. 246). De quelles connaissances parlons-nous ? Sur le terrain, les connaissances procédurales et déclaratives de chaque joueur lui permettent d'analyser les configurations de jeu à partir des indices suivants : l'emplacement de l'espace de jeu effectif sur le terrain (EJE), le type de défense (ex : en barrage ou en poursuite) et d'attaque, les positions respectives des EJE offensifs et défensifs, la compression de l'EJE, la position du ballon (Gréhaigne, 2015, p. 107). Ces configurations de jeu possèdent un caractère momentané⁶¹ et « correspondent aux rapports d'opposition évolutifs qu'expriment en particulier, la localisation des joueurs, de la balle et surtout l'évolution probable inférée à partir des trajectoires et des rapports de vitesse observés » (Gréhaigne, 1992, p. 14). Si l'accumulation de connaissances peut faciliter la compréhension du jeu, un haut niveau de connaissance suffit-il à faire du joueur un expert ? Le mot *expert*⁶², dérive de la même racine qu'*expérience*, et désigne une personne ayant acquis des connaissances et/ou des compétences spécifiques traduisant la maîtrise d'un sujet/domaine particulier par l'expérience (Ericsson, 2014). Selon Amoruso et ses collaborateurs, « l'expertise peut être conceptualisée comme un ensemble de compétences ou de capacités spécifiques acquises par un entraînement soutenu, qui permet d'obtenir des performances exceptionnelles dans un domaine artistique, sportif, professionnel ou cognitif particulier » (2017, p. 690, traduction libre). En effet, l'expertise est circonscrite à un « espace », que l'on peut qualifier de champ d'expertise⁶³ et qui délimite la sphère des compétences et connaissances dans laquelle peut s'exprimer l'expertise. Il s'agit souvent d'un domaine spécifique ou d'un sous-domaine (Ward et al., 2018), nul n'étant expert dans tous les champs.

⁶¹ Ce concept s'apparente aux notions de « *patterns of play* » (Ali & Farraly, 1990), « *situation of play* » (Mc Pherson, 1993) et « *display* » (Mc Morris & Graydon, 1997).

⁶² Du latin *expertus*, « qui a éprouvé » par son expérience.

⁶³ A propos du champ d'expertise sportive, il existe une certaine porosité entre les activités appartenant à la même « famille » (c'est le cas des jeux sportifs collectifs) ou facilitant des transferts de motricité. Ainsi la pratique d'activités connexes participe de l'expertise dans une activité spécifique (Baker et al., 2003).

La notion d'expertise se déploie donc selon une dialogique synchronique et diachronique. Celle-ci est bien souvent quantifiée, voire ordonnée⁶⁴, sur la base d'un critère d'efficacité ou de la durée de notre expérience, ce que Gobet (2018) nomme *performance based expertise*⁶⁵ (*P-expertise*). Cependant comme le note Ericsson (2014), une expérience plus longue ne conduit pas à elle seule à des niveaux de performance plus élevés. Ainsi, l'expertise ne se limite pas au temps de pratique. La clé de son développement repose plutôt sur la *pratique délibérée*, c'est-à-dire « le fait de s'engager dans des activités pratiques dirigées par un enseignant avec un objectif d'amélioration clair et spécifique, et où les activités pratiques fournissent un feedback immédiat et des occasions de répétitions pour atteindre des améliorations progressives » (traduction libre, 2014 p. 510). Émerge alors la question de son identification. Si cette dernière peut poser bien des problèmes dans nombre de domaines⁶⁶, il est plus aisé, voire plus objectif d'en faire le constat dans le contexte de la compétition sportive : La performance⁶⁷ produite étant à ce titre un « juge de paix » impartial. Tâchons d'explorer de façon plus exhaustive cette notion.

En premier lieu, est considéré comme expert celui qui possède un plus grand nombre de connaissances – et qui les porte à un niveau de précision supérieur – sur un domaine particulier. En effet, l'expertise est toujours soutenue par des *mécanismes cognitifs*⁶⁸ *universels* (Moran et al., 2019), comme la mémoire. Dans le cadre des habiletés sportives, certaines études montrent une corrélation élevée entre les connaissances déclaratives et l'expertise (Williams & Davids, 1995), ou entre la justesse des décisions et les connaissances procédurales (French & Thomas, 1987). Ce constat repose-t-il sur une capacité mnésique supérieure chez certains individus ? L'expérience de Chase et Simon (1973) a montré que les joueurs d'échecs experts pouvaient se représenter et mémoriser les positions d'un échiquier avec plus de vingt pièces. Or, cette performance cognitive n'était réalisée que lorsque les « positions des pièces » relevaient d'une situation probable, récurrente et connue. A l'inverse, lorsque les pièces étaient placées de façon aléatoire, alors la performance des experts était quasiment réduite à celle des débutants.

⁶⁴ Pour exemple : le système de classement au tennis, les couleurs des ceintures au judo, les « grades » et « classes » des professeurs et militaires, l'ensemble des diplômes qui certifient un niveau d'expertise (LMD).

⁶⁵ Par opposition à la *reputation-based expertise* (*R-expertise*), attribuée plus subjectivement, sur la base des représentations sociales notamment.

⁶⁶ Comment véritablement identifier un enseignant expert ? Un médecin expert ? Un avocat expert ? Ou un entraîneur expert ? Est-ce la quantité pure de connaissances, les années d'expériences, la difficulté des problèmes résolus ou leur diversité ?

⁶⁷ Les facteurs de la performance en football sont détaillés en annexe (I. D).

⁶⁸ Cf. Voss et ses collaborateurs (2010) pour une méta-analyse des rapports entre cognition et expertise sportive.

Par conséquent, si la quantité de pratique est la principale variable dans l'acquisition d'une expertise (Chase & Simon, 1973), il semble que « les bases de connaissances des experts ne se différencient pas uniquement en fonction de leur richesse, mais également par leur structuration. Les experts conçoivent l'habileté comme un ensemble, alors que les débutants en ont une appréhension parcellaire et atomisée » (Delignières, 2017, p. 99). Ainsi, « là où le novice est submergé d'informations nouvelles et d'aléas, l'expert voit un ordre et une structure familiers qui lui permettent d'assimiler des informations critiques » (Epstein, 2014, p. 28). Néanmoins, il est aujourd'hui largement admis que l'expert ne s'appuie pas uniquement sur « des connaissances explicites à propos du jeu et que les sports collectifs ne se réduisent pas qu'à l'application de quelques règles ou procédures fondées sur de seuls savoirs théoriques, scientifiques et technologiques [...], les joueurs élaborent et utilisent d'autres savoirs » (Gréhaigne, 2018b, p. 108) : savoirs d'action, savoirs d'expérience, savoirs implicites, savoirs tacites, savoirs informels, etc. Or dans certaines activités où la pression spatiotemporelle est forte, le recours conscient à nos connaissances est limité et les experts doivent agir, réagir ou préagir dans l'instant. C'est le cas des jeux sportifs collectifs où la majorité des actions, compte tenu du caractère prompt de leur réalisation, se déroule sur « un registre de fonctionnement infraverbal » (Delignières, 2020, p. 101). En termes de motricité, ce constat limite de fait tout recours à la prise de conscience et la majorité des travaux « incitent à une certaine prudence. La plupart des adaptations apparaissant au cours de l'apprentissage et au cours de l'exercice de l'habileté renvoient à un mode de fonction infraconscient, peu accessible à la rationalité commune » (Delignières, 2020, p. 105). Garbarino et ses collaborateurs concluent que le recours aux verbalisations ne garantit pas l'accès à la « partie explicitable » de l'action, pointant par la même les limites des méthodologies d'explicitation pour le domaine des jeux sportifs collectifs⁶⁹. De plus au football, « l'évolution du jeu va dans le sens d'un accroissement continu de la pression temporelle dû à une activité défensive toujours plus ample et intense » (Garbarino et al., 2001, p. 50). Pour affronter cette contrainte, nous pourrions intuitivement penser que les athlètes experts possèdent un temps de réaction significativement inférieur à la moyenne. Cependant Epstein (2014) réfute cette idée. Or quand bien même, avec un temps de réaction avoisinant 200ms, il s'avérerait insuffisant dans nombre d'activités⁷⁰. Dans ces conditions, la seule façon de mobiliser son expertise consiste à *anticiper*.

⁶⁹ Du moins concernant l'activité des joueurs, celle des entraîneurs pouvant plus aisément être appréhendée de la sorte. L'activité de coaching se prête plus volontiers aux techniques d'entretien et d'explicitation.

⁷⁰ Epstein prend l'exemple du Baseball, mais les arrêts d'un gardien au handball ou le joueur de badminton faisant face à un smash illustrent également cette configuration.

I. 2. A) L'anticipation des faits de jeu

Décisive au sein des jeux sportifs collectifs « la perception d'un ordre permet aux athlètes d'élite d'extraire les informations de la disposition des joueurs ou de changements subtils dans les mouvements du corps d'un adversaire de façon à anticiper inconsciemment ce qui va se passer » (Epstein, 2014, p. 29). L'anticipation, « c'est l'action de prévoir ce qui va arriver à partir d'hypothèses ou de suppositions. C'est l'activité adaptatrice que développe le joueur par rapport à une future configuration du jeu, lorsqu'il suppose sa prochaine apparition » (Gréhaigne, 2015, p. 100). A ce propos, il semble que la principale différence entre un novice et un expert concernant la perception ne concerne pas la stratégie de recherche visuelle, mais l'utilisation des informations perçues (Abernethy & Russell, 1987). Les experts sont ainsi capables de reconnaître plus vite et avec plus de précision les *patterns*, c'est-à-dire les situations prototypiques, dans leur domaine (Abernethy et al., 1999). Sur les plans neuroanatomique et neurofonctionnel, les réseaux cérébraux⁷¹ impliqués dans l'expertise motrice montrent moins de variabilité et plus de robustesse chez les individus hautement qualifiés (Amoruso et al., 2017). Par conséquent, l'expertise sportive implique en plus des compétences motrices, des compétences perceptivo-cognitives (Broadbent et al., 2015; Mann et al., 2007; Williams et al., 2011), *a fortiori* dans un jeu sportif collectif comme le football (Roca et al., 2013; van Maarseveen et al., 2018; Ward & Williams, 2003; Williams et al., 2008).

Les aptitudes perceptivo-cognitives « font référence à la capacité d'un individu à localiser, identifier et traiter les informations environnementales de manière à les intégrer aux connaissances existantes et aux capacités motrices du moment afin de sélectionner et d'exécuter les actions appropriées » (Traduction libre de Broadbent et al., 2015, p. 322). En outre, les sportifs experts sont capables de reconnaître les situations de jeu et de décoder les indices posturaux des autres pratiquants de façon anticipée (Williams & Jackson, 2019b). De plus, les experts sont en capacité de générer des options précises quant aux résultats probables dans toute situation donnée, en se basant sur l'utilisation raffinée des probabilités situationnelles (Cañal-Bruland & Mann, 2015; McRobert et al., 2011). Ces compétences reposent en partie sur des connaissances spécifiques au domaine, plus fines et mieux structurées (Williams, 2009; Williams et al., 2011). Dans une revue méta-analytique de l'expertise perceptivo-cognitive,

⁷¹ Plusieurs études illustrent que l'expertise induit des changements structurels dans les zones cérébrales qui leur sont consacrées. Par exemple, comme le rapporte Amoruso et ses collaborateurs (2017), les chauffeurs de taxi experts possèdent un volume de matière grise dans l'hippocampe postérieur plus important, une région sur laquelle repose les compétences de navigation/géolocalisation (Maguire et al., 2000). En ce sens, l'expertise peut impliquer la réorganisation anatomique et fonctionnelle d'une région cérébrale spécialisée pour différents domaines.

Mann et ses collaborateurs (2007) confirment que les sportifs experts sont plus rapides et plus précis dans les tâches d'anticipation, de prise de décision, de mémoire spatiale et de recherche visuelle propres au sport.

A cet égard, l'anticipation « est l'un des phénomènes majeurs des conduites⁷² motrices d'adaptabilité. Dans les activités collectives, elle est à la racine des interactions tactiques tant vis-à-vis des partenaires que des adversaires » (Parlebas, 1999, p. 42). Cette capacité représente un facteur important de réussite, notamment dans le jeu sans ballon⁷³, qui constitue l'écrasante majorité de l'acte tactique en jeu. Au sein des situations de forte incertitude « l'anticipation fait appel à des processus perceptivo-moteurs et décisionnels, à des processus sémiotiques parfois très complexes : évaluation des distances et des trajectoires, estimation des forces et des accélérations, décodage des comportements d'autrui » (Parlebas, 1999, p. 42). Tout particulièrement, ce dernier point caractérise l'expertise tactique des joueurs capable de « lire le jeu » et les intentions d'autrui. Dans cette perspective, anticiper consiste à « prévoir à l'avance les déplacements et actions que l'évolution probable du jeu appelle de sa part » (Gréhaigne, 1992, p. 157). Pour ce faire, le joueur effectue des « paris sur l'évolution du jeu et planifie ainsi les décisions et actions motrices qu'il devra réaliser le moment venu dans un temps très court » (1992, p. 157). En pariant inconsciemment sur l'évolution du jeu, les athlètes attribuent des probabilités réelles à des événements probables afin de réduire l'incertitude (Alain & Proteau, 1977, 1978; Proteau et al., 1989). En cela, anticiper revient à accomplir une *préaction*⁷⁴. Dans le cas des situations sociomotrices, « une préaction peut englober les anticipations motrices simultanées et coordonnées de plusieurs joueurs (aspect synchronique) ou les anticipations successives et enchaînées d'un ou de plusieurs participants (aspect diachronique) » (Parlebas, 1999, p. 252-253). Elle peut également se traduire par l'action d'un joueur ayant l'intention d'imposer un type de comportement donné en « prenant les devants », ce que nous désignerons par *proaction*.

⁷² « La conduite motrice est le comportement moteur en tant qu'il est porteur de signification » (Parlebas, 1999, p. 69). Ainsi le « comportement » réfère à ce qui est réalisé, à l'action, et la « conduite » à la signification, au sens qui est attribué à l'action : « elle se manifeste par un comportement moteur dont les données observables sont investies d'un sens, vécu de façon consciente ou inconsciente par la personne agissante » (p. 69). « On parle de conduite motrice quand on envisage de saisir, conjointement à ces manifestations objectives [les comportements], la signification du vécu qui leur est directement associé » (p. 69) notamment les intentions ou les perceptions.

⁷³ Chaque joueur étant en possession du ballon tout au plus 3 minutes durant un match (Gréhaigne, 1992, p. 133).

⁷⁴ « Processus essentiel de sémiotricité accompli par un ou plusieurs pratiquants dont l'action motrice préparatoire vise à créer ou à imposer les conditions les plus favorables à leurs prochains actes de jeu » (Parlebas, 1999, p. 252), elle est toujours liée à l'acte tactique en jeu.

Ainsi, la préaction englobe la dimension purement cognitive de l'anticipation, et la déborde par une production motrice. Elle n'est pas simplement « une adaptation de dépendance aux actes prévisibles d'autrui ; elle est aussi à la base des décisions motrices du joueur lorsqu'il tente d'influencer les autres en leur imposant un type de comportement avantageux pour lui et ses coéquipiers » (Parlebas, 1999, p. 253). Anticipation – préaction – décision sont donc intimement liées dans le « feu de l'action ». Mais la coordination entre aussi en jeu :

Dans les jeux d'équipes, la préaction engage une très délicate coordination au cours de laquelle les joueurs sans ballon tiennent fréquemment un rôle capital. Partenaires et adversaires doivent décoder des conduites motrices, identifier des praxèmes, se méfier des pseudo-praxèmes de feinte et se représenter en permanence l'action en cours sur le mode du futur. Les capacités sémiotrices des participants deviennent ici fondamentales (Parlebas, 1999, p. 253).

Ainsi, la préaction coordonnée entre partenaires, crée les conditions favorables à la réussite de l'équipe. En revanche, lorsqu'il agit « à réaction », le joueur est en retard, en décalage et ne s'accorde donc plus à autrui. Aussi Parlebas ne manque-t-il pas de noter que ces conduites – les préactions – sont « habituellement laissées au hasard des talents individuels : elles mériteraient un apprentissage systématique en étant replongées dans un jeu d'équipe » (Parlebas, 1999, p. 254). Gréhaigne abonde également en ce sens :

L'anticipation est essentielle à la réalisation de l'efficacité des projets de jeu et des tactiques individuelles propres à chaque sport collectif pour prévoir les aléas du jeu pour décider vite et juste. Pour cette raison, la compréhension des processus qui la constituent est essentielle pour l'enseignant et l'entraîneur. Il leur faut être capable de concevoir et conduire un processus de perfectionnement permettant d'agir sur la prise de décision tactique (Gréhaigne, 2015, p. 100).

Cet apprentissage conforterait le développement d'une « intelligence motrice », ou plus précisément « sociomotrice » (Dugas, 2011), nous y reviendrons au chapitre II. Cette dernière ne se limite pas à la capacité d'anticiper ou de préagir – qui n'est qu'une de ses composantes – et s'illustre également dans la capacité du joueur à prendre les bonnes décisions sur la base de ses perceptions et de ses connaissances (Berthoz, 2003). Il faudra leur adjoindre la notion de coordination, déterminante dans les jeux sportifs collectifs, pour former un triptyque : « anticipation – décision – coordination » au travers duquel se déploie la pensée tactique, révélatrice de l'expertise.

I. 2. B) La prise de décision en cours de jeu

En cours de jeu, l'expert mobilise des compétences perceptivo-cognitives qui se combinent pour produire deux « jugements intuitifs » (Gilovich et al., 2002) : l'anticipation et la prise de décision (Dicks et al., 2019; Williams & Jackson, 2019a). Concernant la prise de décision⁷⁵ en football – c'est-à-dire en situation complexe teintée d'incertitudes et d'urgence temporelle – le joueur n'est pas confronté à un ensemble de choix explicites nettement délimité. Il doit générer des solutions possibles à un problème, pour lequel il y a souvent plusieurs réponses correctes ou satisfaisantes (Raab & Johnson, 2007), dont aucune n'est optimale la plupart du temps (Travassos et al., 2013). Dans cette perspective, la pensée tactique se fonde sur des décisions successives, prises en fonction de l'évolution de l'action. Or, « la rapidité et l'efficacité du processus décisionnel suggère une adaptation à un environnement dynamique dans lequel il y a peu de séparations entre perception, prise de décision et action » (Gréhaigne, 2018b, p. 99). L'aptitude à décider vite et bien se fonde alors sur celle à concevoir des solutions adaptées, dont le développement nécessite celui des connaissances (Gréhaigne, 2011, p. 124).

Nombre d'études ont porté sur l'activité décisionnelle des joueurs de sports collectifs (Bossard, 2008; Bossard & Kermarrec, 2011; Gréhaigne, 2014; Kermarrec & Bossard, 2017; Mouchet, 2005). Il en ressort la nécessité d'opérer une « *friction de plusieurs paradigmes scientifiques qui proposent différents modèles explicatifs de la cognition* » (Mouchet, 2005, p. 3). Parmi les courants scientifiques régulièrement mobilisés, on peut noter celui de l'action située (Suchman, 1987), de la cognition distribuée (Hutchins, 1995) ou encore de l'énaction (Varela, 1989; Varela et al., 1993). Ces paradigmes complémentaires offrent une compréhension globale de l'adaptation des décisions en cours de jeu. Ils considèrent la décision en tant que processus émergent de la codétermination sujet-environnement. Aussi, les auteurs invitent à « considérer les décisions tactiques comme émergent de ce couplage structurel permanent et évolutif entre le joueur et son contexte local inhérent au rapport de force, tel qu'il le construit » (Mouchet, 2005, p. 14). En effet, l'état du système attaque/défense – c'est-à-dire le rapport de force – est intimement lié aux décisions individuelles (Gréhaigne, 2011). *A fortiori* considérant que « le caractère émergent des décisions est intéressant pour expliquer les adaptations nécessaires lorsque le joueur est sous pression temporelle, et lorsqu'il agit dans une situation complexe et mouvante » (Mouchet, 2012, p. 257).

⁷⁵ Voir Travassos et al. (2013) pour une méta-analyse des effets de l'expertise sur la prise de décision sportive.

S'appuyant sur les travaux de Vermersch (2000, 2012), Mouchet ne manque pas de souligner « qu'une personne n'est pas consciente de tout ce qui constitue son vécu, qu'il la déborde de toutes parts, en permanence » (2016, p. 34). En outre, il est possible de distinguer trois « étages » de conscience (Vermersch, 2012) : i) Un mode actif *non conscient*, phénoménologique, pouvant être « qualifié d'inconscient naturel, habituel, fonctionnel et qui est difficile à étudier autrement que de façon indirecte, par inférence » (Mouchet, 2016, p. 35) ; ii) un mode de *conscience vécue*, parfois nommée *conscience en acte, directe* ou *préréflexive*⁷⁶ (Theureau, 2006) et qui se « caractérise bien comme une conscience, une saisie intentionnelle, mais qui n'est pas en même temps elle-même saisie dans une conscience réfléchie » (Mouchet, 2016, p. 35) ; enfin iii) un mode de *conscience réfléchie*, ou *réflexive* (Theureau, 2006) qui se matérialise lorsque nous avons suffisamment de recul sur notre réflexion, qui est alors immédiatement « conscientisée » et « verbalisable ». Mouchet (2012) souligne le caractère subjectif, singulier, situé, distribué et émergent des décisions. Il avance que dans leurs prises de décision, les joueurs font preuve « d'une flexibilité entre les décisions en acte et les décisions réfléchies, voire des formes mixtes, en fonction des circonstances particulières liées au rapport d'opposition » (Mouchet, 2012, p. 261). Dans les moments de faible pression spatiotemporelle, la conscience réfléchie prédomine la plupart du temps. Par exemple lorsque le joueur est non porteur de balle ou se situe loin du « cœur de l'action ».

A ce propos, Gréhaigne (2011) confirme l'influence majeure qu'exerce la pression spatiotemporelle sur la prise de décision en cours de jeu. Or, quand bien même cette pression est faible – permettant au joueur de mobiliser un arrière-plan décisionnel plus conscient, voire stratégique – le choix n'est guère totalement rationnel : « au sens de l'application stricto sensu de ces heuristiques. Il est souvent teinté de la subjectivité du joueur qui reconstruit ces cascades selon un processus vivant, en fonction des circonstances qui lui apparaissent, et de sa logique propre » (Mouchet, 2012, p. 262). Concernant les heuristiques⁷⁷, elles :

Sont le plus souvent établies sur la possibilité d'accès à une grande quantité de connaissances et sont directement liées aux possibilités de schématisation sous-jacentes à la planification. Elles se présentent sous forme de systèmes de production qui consistent à sélectionner judicieusement des inférences (des conditions « si...alors... ») et les appliquer sur des connaissances, autrement dit dans notre cas, sur des représentations symboliques de situations reconnues, perçues et identifiables : la succession des diverses configurations du jeu (Gréhaigne, 1992, p. 150).

⁷⁶ Sur ce point, Mouchet (2016, p. 58) met en lumière la discrète mais nécessaire distinction entre « une conscience pré-réflexive, documentable et verbalisable, chez Theureau (2006) ; [et] une conscience préréfléchie, implicite et pouvant faire l'objet de prises de conscience chez Vermersch (2006, 2012) ».

⁷⁷ « L'heuristique diffère de l'algorithme dans la mesure où le résultat escompté n'est pas assuré *a priori* » (Gréhaigne, 1992, p. 150).

Dès lors, la rationalité des prises de décision tactiques dans l'instantanéité du jeu peut être remise en question. Kermarrec et Bossard (2017) décrivent d'ailleurs la prise de décision tactique comme *intuitive* et *coordonnée*. Couramment en situation sportive, « l'intuition permettrait aux experts de répondre spontanément à des situations complexes, en articulant des aspects émotionnels et moteurs, des informations contextuelles et des expériences passées » (Kermarrec & Bossard, 2017, p. 2). Cette perspective s'inscrit au cœur du programme de recherche *Team Naturalistic Decision-Making* qui a pour objectif l'analyse et l'amélioration des processus de prise de décision d'une part, et des procédés de coordination dans différents domaines d'expertise⁷⁸ d'autre part. Il s'appuie en partie sur le processus *Recognition-Primed Decision* (RPD) défini par Klein (1993, 2008, 2015). Ce modèle conçoit la prise de décision intuitive comme une *décision rapide*, fondée sur la reconnaissance d'une *situation familière*, reposant sur un *couplage agent-environnement*⁷⁹. Chaque individu puise les options les plus habituelles dans ses expériences : L'expert peut alors adopter différentes heuristiques décisionnelles en s'appuyant sur son large vécu.

Parmi elles, la décision intuitive et efficace revient souvent à prendre la première option, à l'aide de quelques informations particulièrement significatives, ce que l'on regroupe sous l'heuristique « *Take the first* » (Hepler & Feltz, 2012; J. G. Johnson & Raab, 2003). Cette « stratégie » repose sur la force d'association acquise par expérience, entre les options possibles éprouvées dans des situations analogues à la situation actuelle. Les options ainsi utilisées à plusieurs reprises dans des situations similaires développent des liens plus robustes. Selon Johnson et Raab (2003), l'heuristique *Take the First* « parie » que les solutions générées antérieurement sont plus efficaces. Par ailleurs, les auteurs notent que les experts ne génèrent pas davantage d'options que les novices, mais des options de « meilleure qualité » et « accessibles » plus rapidement (Raab & Johnson, 2007). L'efficacité des décisions reposerait alors sur une sorte de *sélection naturelle Darwinienne* entre les réponses possibles à une gamme de problèmes. Autrement dit, les solutions adaptées « survivent » et « émergent » de façon prioritaire. A ce titre, le modèle RPD identifie trois mécanismes pour la prise de décision :

- La reconnaissance simple : repose sur l'activation d'un schéma connu, lorsque la situation est perçue comme habituelle, et conduit souvent à l'adoption de la première option émergente (*Take the First*) ;

⁷⁸ C'est le cas des domaines médical (bloc opératoire), militaire (armée), sécuritaire (pompiers) et sportif. Ils ont en commun la confrontation à des situations dont les enjeux sont souvent cruciaux (voire vitaux), tout en étant soumis à une pression temporelle importante.

⁷⁹ Toute situation offre un ensemble d'informations dont seules quelques-unes sont repérées comme pertinentes.

- La simulation mentale : intervient également lorsque la situation est familière, mais que la pression temporelle est moindre, laissant l'opportunité à l'expert de simuler l'effet de l'option choisie ;
- Le diagnostic : émerge quand la situation n'est pas reconnue comme familière, l'agent cherche alors dans son « répertoire d'expériences » une option plausible parmi celles se rapprochant de la situation nouvelle. Ce mécanisme fonctionne ainsi par analogie, par typicalisation de la situation mais n'en demeure pas moins intuitif, bien que moins vif.

Dans la majorité des situations de forte pression temporelle, les études montrent que la modalité de « reconnaissance simple » est utilisée prioritairement (Bossard et al., 2010), soulignant l'importance d'une lecture de jeu partagée. Ce constat est étendu à l'ensemble des jeux sportifs collectifs (Bossard & Kermarrec, 2011). Ainsi pour résumer l'aspect intuitif de la prise de décision dans des situations nouvelles, on peut avancer que le choix de l'expert – même dans une situation inhabituelle – est déterminé par « l'analogie⁸⁰ globale entre la configuration de la situation courante et celle d'une situation passée, et non une comparaison analytique et logique entre les avantages et les inconvénients de différentes options » (Kermarrec & Bossard, 2017, p. 4). Ainsi sur le plan théorique, la prise de décision – comme toute opération cognitive – se déploie sur un continuum spatiotemporel : entre le pôle de décision intuitive, infraconsciente, spontanée, subjective et réactive ; et celui de la décision rationnelle, réfléchie, volontaire et analytique.

I. 2. C) La coordination des actions de jeu

Le dernier élément du triptyque tactique que nous avons identifié concerne la coordination⁸¹ interpersonnelle, considérée comme l'un des processus princeps de l'activité collective (Bourbousson et al., 2008). Aussi, la compréhension des mécanismes qui s'y exprime revêt un intérêt majeur pour l'étude de la coopération. Dans le champ sportif, la coordination « peut être définie comme l'organisation des actions des membres de l'équipe de sorte que, lorsqu'elles sont combinées, elles sont en relation adaptées pour le résultat le plus efficace » (traduction libre de Eccles, 2016, p. 463).

⁸⁰ Le raisonnement par « analogie est un processus organisateur de la pensée. En ce sens, il permet aux joueurs de catégoriser des concepts, de les organiser en schémas ou d'en extraire des prototypes qui leur permettront d'aborder plus facilement des situations analogues » (Gréhaigne, 2011, p. 82).

⁸¹ Cf. Figure I.12 (Annexe I. E) pour une modélisation du cadre conceptuel complet de la coordination.

Du fait de leurs caractéristiques, les jeux sports collectifs constituent un terrain d'étude privilégié pour l'analyse des coordinations entre des agents regroupés autour d'un but commun (Bourbousson et al., 2011). Nous l'avons vu, cette dernière intervient également dans le cadre de l'anticipation et de la décision, soulignant l'interdépendance de ces mécanismes. Elle « exprime l'organisation parfois tacite que doivent mettre en œuvre les membres des groupes lorsqu'ils désirent partager leurs connaissances personnelles et coordonner leurs activités » (Michinov, 2007, p. 61). De son côté, Hoc affirme que « la coordination regroupe des *méta-opérations* qui portent sur des opérations pour les assembler de sorte qu'elles satisfassent certains critères » (2003, p. 150). Ces critères peuvent être variés : remplir un but commun par des opérations différenciées et distribuées ou atteindre des buts indépendants sans entrave mutuelle. Dans tous les cas, la coordination de l'activité collective est à la fois *source* et *produit* des interactions inter-individuelles, donc de complexité. Les caractéristiques de ces interactions aboutissent à différents modèles comme celui « de la chaîne » et « de la fleur » (Bourbousson et al., 2015, p. 41). Il existe ainsi plusieurs formes de coordination (Hoc, 2003), qui peuvent apparaître simultanément :

- Unidirectionnelle : un seul agent s'adapte à un autre
- Mutuelle : deux agents ou plus s'adaptent mutuellement
- Indirecte : deux agents se « coadaptent » à un troisième
- Égocentrée : qui ne sert qu'un agent
- Collaborative : qui sert tous les acteurs

Par ailleurs, trois conceptions de la coordination ont récemment été identifiées (Araújo & Bourbousson, 2016). Premièrement, l'approche *socio-cognitive* (Eccles & Tenenbaum, 2004, 2007) affirme la prédominance de la *cognition collective* dans la performance d'équipe (Ward & Eccles, 2006). Ces idées sont ancrées dans un principe central des sciences cognitives selon lequel la performance (individuelle ou collective) est sous-tendue par l'existence d'une représentation, d'un schéma, d'un arrière-plan responsable de l'organisation et de la régulation des comportements. Comme de nombreux membres de l'équipe se coordonnent simultanément, le degré de similitude entre les représentations des individus lorsqu'ils agissent ensemble devient une caractéristique fondamentale, induisant un état de compréhension partagée au sein de l'équipe. En outre, il s'agit de comprendre comment des connaissances *a priori* collectives permettent de se coordonner dans des situations mouvantes et complexes.

La principale limitation formulée à l'encontre de cette approche concerne le caractère « situé » de la coordination, relégué au second plan. Cette approche néglige ainsi le rôle des interactions dans la réalisation de performances collectives (Cooke et al., 2000; Cooke & Gorman, 2006). La seconde approche est qualifiée *d'écologique* et *dynamique* (Araújo et al., 2006, 2019; Filho, 2019). Elle se focalise sur l'étude du comportement collectif sans tenir compte des processus cognitifs individuels. Dérivant de l'approche dynamique « traditionnelle » (Delignières, 2004; Gibson, 1979; Temprado & Montagne, 2001), elle suppose que les affordances partagées régissent les coordinations (Silva et al., 2013; Withagen et al., 2012). En outre le comportement collectif dépend de l'adaptation perceptive collective de l'équipe à un paysage de contraintes environnementales. Par conséquent, en fonction de leurs perceptions de la situation, les joueurs sont capables d'affiner leurs comportements pour s'adapter à ce qu'ils perçoivent comme des opportunités de coordination d'équipe. Ce faisant, cette approche accorde une place centrale aux comportements sur le plan macroscopique, décrivant l'équipe comme un *superorganisme* (Duarte et al., 2012; A. Gardner & Grafen, 2009; Reeve & Hölldobler, 2007; D. S. Wilson & Sober, 1989). En contrepartie, elle rejette la description du vécu personnel en temps réel, préférant capturer le phénomène de coordination à l'aide de paramètres collectifs : les *paramètres d'ordre* (Delignières, 2009). Enfin la troisième approche, appelée *énactive* (Gesbert et al., 2017; Gesbert & Hauw, 2019; Hauw, 2018), suggère que les processus de coordination d'équipe doivent être étudiés en reconstruisant la manière dont les « cognitions » individuelles s'articulent durant la performance, en déterminant comment ces articulations sont ajustées étape par étape au fil du temps. Les interactions et coordinations sont produites sur la base de significations partagées, énoncées, qui nécessitent une verbalisation pour être appréhendées (Theureau, 2006, 2010). Elle affirme la nécessité de tenir compte de l'expérience phénoménologique des participants (Vermersch, 2012), en sondant le « monde propre de chacun ». Ce dernier constitue la principale composante de son activité, à la fois située et incarnée (Varela, 1996; Varela et al., 1993). Ainsi la construction de significations partagées s'opère par un indissociable couplage entre l'individu et l'environnement.

Ces trois approches, comme tout courant scientifique, ne font pas preuve d'une inaltérable imperméabilité : pour exemple les tentatives de rapprochement entre les deux premières (Cooke et al., 2013), et entre la seconde et la dernière (Bourbousson & Fortes, 2012; Rietveld et al., 2018).

Dans la lignée de ces différentes conceptions, les études portant sur la coordination interpersonnelle ont fleuri ces dernières années. Citons les travaux portant sur des équipes de basketball en match officiel (Bourbousson et al., 2008). Bourbousson et ses collaborateurs ont montré que dans la majeure partie des cas, les joueurs ne prenaient en compte pour agir, aucun de leurs coéquipiers ou bien un seul d'entre eux. Aussi, la prise en compte de l'ensemble des partenaires simultanément était exceptionnelle. Les auteurs soulignent que les coordinations dyadiques mutuelles ont été peu nombreuses au cours de la période de jeu étudiée (seulement 13 % des coordinations directes). Ils ont également « observé des moments au cours desquels deux joueurs n'entretenaient pas de coordination dyadique directe, mais agissaient tout de même de façon coordonnée, en prenant tous deux en compte l'activité d'un troisième joueur » (Bourbousson et al., 2008, p. 30). Ce type de coordination « indirecte » a été très fréquemment identifiée durant le jeu. Dans l'étude réalisée, « la majorité des interactions entre les partenaires sont unidirectionnelles, de sorte que les liens interindividuels qui font du collectif une unité sociale occasionnent plus un fonctionnement sur le mode de relations en chaînes que sur celui de la réciprocité » (Bourbousson et al., 2008, p. 33). Les basketteurs se coordonneraient selon des « îlots de compréhension locale », continuellement actualisés par l'évolution des configurations de jeu. Cependant, nous nuancions les conclusions de cette étude :

- Premièrement, la pression temporelle ainsi que l'explicitation des actions a posteriori par entretien d'autoconfrontation (Theureau, 2006), ne permettent pas selon nous d'exprimer la totalité des processus cognitifs et perceptifs entrant en jeu dans la coordination des actions. Ces derniers se placent bien souvent à un niveau infraconscient ;
- Deuxièmement, l'importance des coordinations indirectes semble minorée, alors qu'elle nous paraît justement essentielle notamment pour les non porteurs de balle qui se coordonnent avec le porteur ;
- Troisièmement, l'activité basketball est fortement orientée par la réalisation de « schéma de jeu » prévus en amont⁸², diminuant la *coadaptation* lors des actions de jeu. Cette « automatisation » ne doit cependant pas nous conduire à nier la part importante de l'adaptation tactique du joueur de basket.

⁸² Bourbousson et ses collaborateurs les décrivent comme des « routines très précises et chorégraphiées de l'enchaînement des actions » (2011, p. 83), soit un « jeu par systèmes » par opposition au « jeu libre ».

Ces résultats, au sein d'un jeu sportif collectif de « petit terrain », ayant pour caractéristique une proximité immédiate de l'ensemble des joueurs, ne manquent pas de questionner les phénomènes de coordination lorsque le nombre de joueurs augmente. La méthodologie a été étendue à l'activité football (Feigean et al., 2018). Les auteurs de l'étude soulignent que les joueurs peuvent disposer d'une modélisation de la dynamique globale de leur équipe. Selon Nouvel, cette « perception du tout » s'apparente au concept d'*holoptisme*, qui :

Offre à chaque participant une perception complète et sans cesse réactualisée de ce Tout. Chacun, grâce à son expérience et expertise, s'y réfère pour anticiper ses actions, les ajuster et les coordonner avec celles des autres. Il existe donc un aller-retour incessant, qui fonctionne comme un miroir, entre les niveaux individuel et collectif (2007, p. 8).

Il en découle une complémentarité entre « transparence horizontale » (perception des autres participants) et « communication verticale » (entre l'individu et le tout émergent du collectif). Feigean et ses collaborateurs (2018) affirment que les modes de perception locale et globale ne s'excluent pas, bien au contraire, et constituent deux mécanismes complémentaires contribuant à la coordination de l'équipe. En effet, les membres d'une équipe de football utilisent différents types de coordination selon la situation (Gesbert et al., 2017). La coordination d'équipe peut donc être décrite et expliquée comme une succession de modes de régulation, et dans les jeux sportifs collectifs, les comportements tactiques reposent en grande partie sur cette alternance micro/macro et local/global (Araújo et al., 2015). Dans le même temps, la coordination peut être envisagée sur le plan cinétique : c'est-à-dire les mouvements des joueurs sur le terrain (Bourbousson et al., 2010a). Les résultats mettent en lumière une forme de coordination *dyadique* concernant les déplacements des joueurs, notamment sur le plan longitudinal (dans l'axe cible à cible). A une échelle supérieure, une autre étude (Bourbousson et al., 2010b) met en avant la coordination inter-équipe durant le jeu, malgré des objectifs antagonistes. Il existe ainsi une *dialogique* particulière, régissant les rapports d'opposition en sport collectif : chaque équipe cherche à coordonner ses actions intra-équipes, tout en limitant la coordination adverse.

Synthèse de la section I. 2 :

Nous avons délimité le cadre décrivant l'expertise sportive individuelle, plus particulièrement footballistique. Sur le plan cognitif, un expert a accès plus rapidement et facilement à ses connaissances, permettant de percevoir, interpréter, décider, agir et se coordonner ; bref de s'adapter continuellement (Hoffman, 1998). D'ailleurs, Ward et ses collaborateurs (2018) définissent l'expertise comme « *skilled adaptation to complexity* ». Littéralement, il s'agit de l'adaptation habile à la complexité – en référence à la *macrocognition* entendue comme « l'adaptation de la cognition à la complexité » (G. Klein et al., 2003). Or « *skill* » peut être traduit par une multitude de termes plus ou moins synonymes : compétence, talent, aptitude, technique, maîtrise ou encore habileté. Le concept d'*adaptive skill* peut aussi traduire la notion d'adaptabilité représentant une « aptitude à s'adapter et à se réadapter diversement » (Morin, 2008a, p. 46) de façon intentionnelle. Les auteurs considèrent d'ailleurs l'adaptativité comme « la condition *sine qua non* de l'expertise » (Ward et al., 2018), même si cette dernière est spécifique à un domaine. Ward et al. (2018) soulignent d'ailleurs les liens étroits existants entre expertise, adaptabilité et intelligence – liens que nous aborderons dans le chapitre II.

Cette section met en avant l'interdépendance des opérations cognitives nécessaires à l'acte tactique en jeu, donc à l'intelligence déployée par les joueurs : principaux acteurs de l'intelligence collective dans les équipes. C'est grâce à un « processus inconscient automatisé que les athlètes peuvent anticiper les actions » (Epstein, 2014, p. 32), processus reposant sur une prise de décision probabiliste (Alain & Proteau, 1977; Proteau et al., 1989). En retour, la prise de décision se nourrit de l'anticipation, c'est-à-dire de la lecture de jeu. D'autre part, la coordination résulte à la fois d'une anticipation des actions des partenaires/adversaires et d'une décision de l'action à réaliser pour s'adapter donc se coordonner. Ces deux capacités – l'anticipation et la prise de décision – permettent l'émergence de la coordination, qui vient structurer le niveau collectif.

Ainsi la performance de l'équipe dépend du bon fonctionnement cognitif du groupe et de chacun de ses membres (Salas, Cooke, et al., 2008; Salas, DiazGranados, et al., 2008; Salas et al., 2010). En outre, comme le soulignent très justement Eccles et Tenenbaum (2004), *une équipe experte est plus qu'une équipe d'experts*. Williamson et Cox (2014) précisent à ce propos qu'une équipe d'experts incarne un *système agrégé*, alors qu'une équipe experte représente un *système émergent*. L'évolution d'un système agrégé vers un système émergent nécessite certaines connaissances (incorporées, procédurales et déclaratives) et compétences partagées, qui se développent habituellement par une expérience commune, en jouant, en s'entraînant ou en travaillant ensemble. Ces dernières feront l'objet de la section suivante. Elle nous permettra de répondre aux questions suivantes : Comment les processus cognitifs s'organisent-ils à l'échelle collective ? Quelles sont les propriétés systémiques d'une équipe de football ?

I. 3) De la connaissance des équipes

Les termes « foules », « organisations », « groupes », « équipes » ... caractérisent des collectifs variés, dont la différenciation n'est pas évidente *a priori*. La solution la plus courante consiste à distinguer les collectifs selon leur taille (Hoc, 2003), soit le nombre de membres qu'ils comprennent. Dans cette optique, nous parlerons de groupe à partir de trois⁸³ individus, et ce jusqu'à trente⁸⁴. Au-delà nous utiliserons le terme de foule, et sans aller à ce niveau d'analyse, nous pourrions utiliser le vocable « population » à partir d'un certain seuil difficilement dénombrable⁸⁵. Sur le plan épistémologique, le niveau « foule » ou « masse » est communément objet d'étude de la sociologie, alors que « l'organisation » concerne la branche de la psychologie du même nom ou les sciences du management. Les « groupes » intéressent particulièrement la psychologie sociale (Augustinova & Oberlé, 2013). Dans cette catégorie, les « équipes » se différencient principalement par l'interdépendance de leurs éléments pour la réalisation d'une tâche spécifique (Cooke & Gorman, 2006). En règle générale, « l'équipe » est abordée par la psychologie cognitive ou sociocognitive, notamment le courant de la *Team Cognition* (Cooke et al., 2007, 2013; Cooke & Gorman, 2006). Blanchet et Michinov (2016) soulignent que les formes d'équipe sont multiples et variées. Dans cette section, nous détaillons les caractéristiques de ce type de groupe, plus particulièrement les équipes sportives.

Si la taille du collectif est une des premières manières de le décrire, un autre moyen de différencier les types de collectifs et les collectifs entre eux consiste à étudier la performance qu'ils produisent (Devine & Philips, 2001; I. D. Steiner, 1972). Elle peut être appréhendée de différentes façons : i) score du membre le plus faible (tâches conjonctives) ; ii) score du meilleur membre (tâches disjonctives) ; iii) score moyen (tâches compensatoires) ; iv) score cumulé (tâches additives) ou bien v) écart-type des scores. D'autre part, nous verrons dans le chapitre III que d'autres types de scores peuvent être envisagés (scores émergents et pondérés). Dans une méta-analyse portant sur la relation entre les aptitudes cognitives et la performance d'équipe, Devine et Philips (2001) soulignent la relation positive – mais modérée – observée entre la performance d'équipes et les trois premiers types de scores cités plus haut. Ces données suggèrent qu'au sein des équipes, la quantité fonctionnelle de capacité cognitive permet – dans

⁸³ La question de la dénomination d'un duo ou binôme est sujette à débat. Nous considérons qu'à partir de trois, la probabilité d'interaction dépasse les 50 %, donnant la primauté au collectif plutôt qu'à l'individu.

⁸⁴ Nous utilisons notamment ce terme pour un « groupe-classe », et arbitrairement au-delà de trente individus, la structure du collectif tend à se fragiliser car la « force » des interactions diminue.

⁸⁵ On nomme « population » et non « foule », l'ensemble des individus d'un territoire.

une certaine mesure – de prédire la performance du collectif dans des contextes variés, du moins pour la réalisation de tâches cognitives. L'étude montre que le score du meilleur membre explique 4,3 % de la variance de la performance de l'équipe, la capacité cognitive du membre le plus faible environ 6,1 %, et le score moyen des membres de l'équipe capte 8,6 % de la variance de la performance de l'équipe (c'est-à-dire deux fois plus que la capacité cognitive du meilleur membre). Seul l'écart-type des scores des membres, n'était pas lié à la performance de l'équipe (- 0,03). En outre, dans les situations où il est souhaitable de prédire la performance d'une équipe, il semble plus utile de connaître le niveau moyen des membres que le score de l'individu ayant obtenu le plus haut ou le plus bas score. Les auteurs nuancent cependant, précisant que la relation entre la capacité cognitive moyenne et la performance de l'équipe varie selon les situations. A ce propos, Michinov souligne que « toutes les tâches ne se prêtent pas d'égale manière à l'intelligence collective » (2016, p. 38). Nous verrons dans la Section II. 3 que l'intelligence collective prend diverses formes selon les caractéristiques du collectif.

I. 3. A) Activité collective et coopération

Depuis le début du XXI^{ème} siècle, les travaux portant sur l'activité des collectifs se sont multipliés. Malgré l'expansion de ce domaine d'étude, il subsiste un certain manque de clarté conceptuelle, entretenu par la multitude de termes utilisés (Akkerman et al., 2007). Très tôt, Klimoski et Mohammed ont souligné que les auteurs s'intéressant à l'activité collective selon une approche disciplinaire, ne citaient que trop rarement la littérature provenant d'une approche différente bien que portant sur le même concept (parfois nommé autrement). Ils déploraient alors un manque de « fertilisation croisée » (1994, p. 427). La nécessité d'une approche pluri voire interdisciplinaire est plus que jamais d'actualité, en particulier dans la perspective systémique de cette étude. D'autre part, Hoc (2003) met en avant la diversité considérable des activités collectives. Il propose de les distinguer selon que les opérations et interactions entre agents sont gérées en temps réel ou établies à l'avance : dans ce cas, l'activité individuelle est autonome. Dans la même veine, Rogalski (1994) différencie les activités collectives selon le « niveau » de gestion de la tâche commune en temps réel. Il propose trois catégories : i) la *collaboration*, dont une tâche commune occupe un rôle central ; ii) la *coopération distribuée*, également caractérisée par une tâche commune, mais jouant un rôle moins central et iii) la *coaction*, c'est-à-dire l'absence de tâche commune, remplacée par des tâches interférentes.

Cependant, les tentatives de formalisation opérées par Rogalski (1994) et Hoc (2003) ne nous satisfont pas, *a fortiori* prises séparément. Évidemment, il n'est pas aisé de délimiter sans ambiguïtés les contours de ce que l'on peut considérer comme une « activité collective ». D'autant plus que l'être humain se meut dès la naissance dans un monde d'interactions sociales quasi constantes. Pour autant, « doit-on en conclure que toute activité humaine est par nature collective dans la mesure où elle s'inscrit dans une situation sociale et implique toujours une certaine forme de relation avec autrui ? » (Saury, 2015, p. 11). Les objets et objectifs de ces activités sont divers et variés : ils peuvent être orientés vers des buts communs, identiques, similaires, différents mais compatibles, ou bien antagonistes ; émerger de façon volontaire ou improvisée, consciente ou non-consciente ; se manifester à plus ou moins long terme, tantôt éphémère, durable ou cyclique.

Par ailleurs, il faut prendre en considération les « opportunités plus ou moins nombreuses données aux protagonistes de communiquer ou de se coordonner dans le cours de l'activité, le degré d'interdépendance entre les activités individuelles ou encore le degré de spécialisation des rôles individuels au sein de l'activité collective » (Saury, 2015, p. 12). Saury souligne la distinction essentielle qui peut être faite selon les contraintes qui définissent l'activité. Mais la quantité d'interaction – si tant est qu'elle soit quantifiable – peut-elle constituer un critère suffisant ? En complément, Saury (2015) identifie trois propriétés attribuées aux « activités collectives » permettant de les différencier des « activités sociales » :

- L'engagement des acteurs dans une *pratique commune*, c'est-à-dire un « faire ensemble » finalisé. C'est aussi le cas pour deux adversaires au tennis par exemple si l'on s'en tient à ce critère unique. Cette pratique peut donc coïncider avec l'accomplissement d'un but identique mais antagoniste ;
- L'interaction sociale entre les acteurs, dont les activités entretiennent entre elles des *relations d'interdépendance*. Ces interactions sociales constituent des phénomènes complexes, qui intègrent des comportements verbaux et non verbaux, potentiellement médiés par des artefacts ;
- La production d'un *ordre collectif*, émergeant de la dynamique relationnelle des activités individuelles, ayant ses propres caractéristiques et sa propre autonomie, qui ne se réduisent ni aux caractéristiques des interactions locales ni à l'autonomie de chacun.

En continuité de cette conception, nous ajoutons que la pratique commune doit s'opérer dans un « espace-temps » partagé. L'activité collective doit donc reposer sur un principe fondamental, celui d'*holoptisme* (Noubel, 2007). A défaut, nous considérons qu'il s'agit d'une *activité collaborative* qui se déroule dans un espace OU un temps partagé⁸⁶. On parle alors de but commun plutôt que de pratique commune. Un dernier type d'activité, que De Rosnay nomme *connective* (2018, p. 83), concerne les individus qui interagissent essentiellement indirectement⁸⁷ dans un espace OU un temps partagé, partageant un but similaire – et non commun – sans réelle interdépendance (exemples : les réseaux sociaux, les forums, Wikipédia, etc.).

Dès lors, toute *activité collective* à proprement dite est dirigée vers un but commun entre agents interdépendants et se déploie dans un *espace-temps partagé* facilitant la coopération. D'ailleurs, Hoc (2003) subordonne le concept de coopération à celui d'activité collective. L'auteur précise que le terme « coopération » est « couramment employé dans de nombreuses disciplines, sans que les définitions qui en soient données entre disciplines ou à l'intérieur d'une même discipline soient très homogènes » (2003, p. 148). Par exemple, « certains auteurs insistent sur le fait qu'il n'y a pas coopération entre des agents sans but commun et partagé par les agents » (p. 149). Dans ce cas particulier, il faut évoquer une « co-activité » par opposition à une « activité collective ». Ainsi pour pouvoir parler de « co-opération », la présence de deux propriétés fondamentales est requise : « la gestion d'interférences⁸⁸ entre les agents et la facilitation de l'activité collective, par les agents eux-mêmes » (Hoc, 2003, p. 151).

Par conséquent, la coopération est à ranger dans la classe des activités collectives. Or, dans le cas des équipes de jeux sportifs collectifs, ce but commun est compétitif. Un match de football suppose en effet la gestion de relations au sein d'une même équipe (coopération) et entre deux équipes (compétition). Dans cette perspective, la coopération « se nourrit » de la compétition. C'est pourquoi dans notre recherche sur l'intelligence collective des équipes de football, nous considérons que celle-ci émerge tant de la coopération au sein des équipes que de l'opposition entre ces dernières.

⁸⁶ Ce qui est notamment le cas dans les entreprises et groupes de travail qui disposent d'un *but commun*, sans qu'il y ait forcément de *pratique commune*. De Rosnay (2018) différencie d'ailleurs trois formes « d'intelligence globale » : l'intelligence connective, collaborative et collective.

⁸⁷ Une *activité connective* repose souvent sur le principe de *stigmergie* (Heylighen, 2016; Ricci et al., 2007; Theraulaz & Bonabeau, 1999).

⁸⁸ Hoc précise que le terme est ici dépouillé de toute connotation négative, nous pourrions alors l'assimiler à « interaction ». L'interférence peut ainsi être positive ou négative.

Nous pouvons à présent définir précisément ce que nous appelons « équipe » sportive. Entendons la comme un ensemble d'au moins trois individus « qui interagissent de manière dynamique et adaptative à travers des rôles spécifiques tout en s'efforçant d'atteindre un objectif commun et valorisé » (traduction libre de Rosen et al., 2008, p. 4). A *l'interdépendance des objectifs et des tâches* au sein d'une *activité collective coopérative*, nous ajoutons le partage d'un *même espace-temps*⁸⁹. Or pour coopérer, il est nécessaire de partager certaines connaissances : « toute activité collective suppose que ses protagonistes aient développé un "répertoire" de connaissances, savoir-faire, habitudes, règles, codes langagiers, normes culturelles... suffisamment partagés entre eux pour pouvoir s'engager dans une pratique commune » (Saury, 2015, p. 27).

I. 3. B) Le référentiel commun de connaissances partagées

En premier lieu, tachons de nous entendre sur la terminologie employée pour qualifier ce « répertoire » de connaissances. Comme le précise Hoc, « les connaissances sont des éléments [...] présentant un certain degré de généralité et stockés durablement, ce qui ne veut pas dire que leur accès soit aisé » (2003, p. 154). Les représentations, elles, sont temporaires, construites sur la base des connaissances « ancrées » et des informations immédiates sur la situation. « On peut les considérer comme des connaissances particularisées à la situation » (p. 155). A ce propos, quantité de synonymes sont utilisés pour exprimer l'idée de connaissances partagées, et ce dans divers champs. Il est parfois fait allusion à un « langage commun », une « identité commune » ou bien encore à un « fond de jeu » concernant la pratique des jeux sportifs collectifs. Justement, dans ce domaine « les entraîneurs sont confrontés à la nécessité d'élaborer des références communes pour obtenir une certaine efficacité » (Mouchet, 2010, p. 67). Pour coopérer, la présence « d'une structure de connaissances et de représentations partagées par l'ensemble des agents » (Hoc, 2003, p. 155) est déterminante, voire indispensable. Plusieurs auteurs nomment cette structure : *référentiel commun* (Bourbousson & Sève, 2010b; Giboin, 2004; Mouchet & Bouthier, 2006). Les connaissances partagées constituant le référentiel commun peuvent porter soit sur l'activité, soit sur le collectif lui-même. Elles peuvent être déclaratives ou procédurales (George, 1985). Passons en revue les principales définitions et caractéristiques de cette « structure de connaissances partagées ».

⁸⁹ Bien que dans les faits, les équipes se fassent le temps d'un match ou d'un entraînement, avant de se défaire.

Tout d'abord, les connaissances partagées se manifestent sur trois niveaux d'abstraction (Hoc, 2003) : le niveau de l'action, celui du plan (ou de la planification) et enfin un niveau méta (voir Figure I.8 de l'Annexe I. E). Elles sont également de différentes natures. On retrouve les *connaissances passives*, pertinentes au regard de la situation mais non mobilisées ou indirectement (Hoc, 2003). Elles constituent l'arrière-plan du référentiel commun, disponible à tout moment. Les *connaissances contextuelles* représentent l'ensemble des éléments pouvant être pris en considération pour s'adapter à la situation, on peut donc les qualifier de « situationnelles ». Elles viennent nourrir une partie des *représentations symboliques*, c'est-à-dire la compréhension consciente de la situation. Enfin concernant les *représentations subsymboliques*, elles se déploient à un niveau *infra-attentionnel*, car « l'expertise produit une automatisation de l'activité » (Hoc, 2003, p. 162). Ainsi en dessous d'un certain seuil de conscience, que l'on pourrait rapprocher d'une *conscience en acte* (Vermersch, 2000), « la représentation subsymbolique est active⁹⁰, en particulier en produisant des effets contextuels qui affectent les traitements symboliques » (Hoc, 2003, p. 163).

Concernant notre objet, le niveau de l'action correspond à la tactique, celui du plan à la stratégie, et le niveau méta aux connaissances globales sur le jeu. Ces propos rejoignent ceux tenus par Gréhaigne, pour qui d'une certaine façon, le référentiel commun constitue « l'interface entre l'intelligence tactique des joueurs en situation et les stratégies, le plan de jeu, les schémas tactiques » (2018b, p. 106). Deleplace conçoit quant-à-lui le référentiel commun tel un « système cohérent de représentation mentale de la totalité de la logique interne du jeu » (1979, p. 21). Il est en cela une véritable « systématique » des décisions tactiques en acte. Mouchet ajoute que le référentiel commun est à la fois *déclaratif* et *transitoire* :

Déclaratif car il mobilise des savoirs partagés comme le projet de jeu ; fonctionnel car il permet d'orienter et de coordonner les décisions des joueurs en cours d'action, selon une logique rationnelle (ou théorique) du jeu. Toutefois, il est reconstruit en permanence en situation, et possède donc un caractère transitoire (Mouchet, 2010, p. 69).

Concernant cet aspect « transitoire », Hoc insiste sur le fait que les représentations symboliques sont mises à jour en permanence. Le référentiel commun est donc perpétuellement construit, déconstruit puis reconstruit en situation (Bourbousson & Sève, 2010b).

⁹⁰ A cet égard, Hoc affirme que les travaux portant sur la coopération « sous-estiment le rôle de la représentation subsymbolique. Ils n'admettent dans la représentation partagée que ce que les agents ont conscience de partager, de ce fait ils excluent totalement les représentations subsymboliques partagées. Il convient d'inclure ces dernières, en notamment dans des situations à fortes contraintes temporelles » (2003, p. 163).

Cette conception s'inscrit dans une approche énaactive de l'activité collective (Bourbousson, 2015; Bourbousson et al., 2008; Gesbert et al., 2017; Hauw, 2018) qui place au premier plan le couplage structurel entre l'individu et l'environnement (Varela, 1989). En surplomb de l'aspect transitoire et situationnel, nous identifions une part « ancrée » du référentiel commun. Cette dernière fluctue très peu d'une situation à une autre, n'étant pas considérée comme contextuelle mais représentant des connaissances partagées plus « théoriques ». Le concept de *matrice*, évoqué par Deleplace, peut s'y rapporter. En son sein, « tout le jeu est contenu en ramassé synthétique dans une enveloppe générale, qui présente, en correspondance nécessaire l'une à l'autre, une matrice défensive et une matrice offensive » (Deleplace, 1979, p. 18). Plus loin (p. 31), il précise que la notion de *matrice* :

- Implique d'une part que la première forme donnée du système d'organisation de l'action collective a un caractère de totalité et d'unité profonde dès sa forme initiale ;
- Implique d'autre part, que cette forme primitive, en même temps qu'elle donne dès le départ la cohérence dialectique fondamentale (totalité et unité ; avec la réciprocité Attaque/Défense de la « réponse collective » à la situation de jeu), engendre par sa propre logique interne une complexification croissante de l'organisation se traduisant par un emboîtement toujours plus développé de « rouages » interdépendants.

Aussi voyons-nous dans cette interdépendance entre structure « profonde » (le référentiel commun ancré) et « superficielle » (le référentiel commun transitoire), la continuelle re-création d'un code qui s'auto-organise, s'auto-actualise et s'autonomise. Il y a quelque part une forme d'*autopoïèse*⁹¹ dans la structure du référentiel commun de l'équipe. S'il n'est pas vivant à proprement dit, il n'est pas inerte, on pourrait dire qu'il est porteur d'un mouvement perpétuel. Dans le jeu, il oriente en permanence l'activité des joueurs, en particulier leurs pensées et actes tactiques⁹². Ainsi lorsque la pression spatiotemporelle se fait moins intense, il peut contribuer à la mise en place de « combinaisons tactiques » prévues à l'avance⁹³. Il est en cela « un système de repères qui introduit entre les entraîneurs et les joueurs, et entre les joueurs, un langage commun qui facilite la convergence des décisions et la complémentarité des actions de chacun » (Devaluez, 2000 cité par Mouchet, 2010, p. 70).

⁹¹ Se reporter à la section 1 du chapitre II pour une meilleure compréhension du concept introduit par Varela notamment dans *Autonomy and Autopoiesis* (1979).

⁹² Traduisant dans les faits, la fameuse expression de terrain : « ceux-là se trouvent les yeux fermés ».

⁹³ En particulier sur coup de pied arrêté au football, sur une remontée de balle « lente » au basket, ou bien encore sur une action de touche au rugby.

Par ailleurs, il est important de noter que le référentiel commun est constitué de connaissances *partagées* et non *collectives*. En effet il n'est nullement besoin (et difficilement envisageable) de partager toutes les connaissances à l'identique. Il y a donc foncièrement « du jeu » dans le référentiel commun, un espace de différenciation dans lequel chacun garde sa part d'autonomie : les connaissances d'un individu ne sont pas la copie conforme de celles d'un autre. Le référentiel commun « est au centre de la coopération, mais il s'agit d'une structure qui présente une grande complexité » (Hoc, 2003, p. 156). Ainsi l'aborder ou l'évaluer est un défi constant. A ce propos, nous pouvons souligner les travaux menés par Mouchet (2010) sur l'évaluation et la modélisation du référentiel commun en rugby à partir d'entretiens semi-dirigés (voir Annexe I. E). De plus, Mouchet et Bouthier soulignent que la prise en compte de la subjectivités des joueurs, notamment leur explicitation, contribue « à la création d'une identité collective, en facilitant la co-construction d'un référentiel pour partie commun » (2006, p. 93). Dès lors, tâchons de mettre à jour les dimensions constitutives d'un référentiel commun. Cooke, Gorman et Winner (2007) conçoivent trois caractéristiques à propos du partage de contenus cognitifs : la *similarité*, la *complémentarité* et la *distribution*. Nous en identifions quatre, caractéristiques du référentiel commun, dans la perspective de sa modélisation.

La première dimension concerne donc le *volume* (V) – c'est-à-dire la quantité – de connaissances qui intègrent le référentiel commun (représenté par le diamètre total ou le nombre de cercles concentriques, (cf. Figure 2). Il s'agit d'une dimension purement quantitative, la plus « simple » à mesurer⁹⁴, notamment grâce aux différentes méthodes d'entretiens reposant sur la verbalisation (Mouchet, 2016; Theureau, 2010; Vermersch, 2012). Néanmoins, d'autres méthodologies, impliquant un jugement d'expert sont également envisageables (James, 2006; van Maarseveen et al., 2017), en particulier concernant les connaissances procédurales. La seconde dimension porte sur la répartition des connaissances dans le collectif⁹⁵, représentant l'*homogénéité* (H). Elle permet d'appréhender le niveau de décentralisation, caractéristique d'un fonctionnement plutôt vertical (un membre ou une faible proportion du groupe concentrent la majorité des connaissances) ou horizontal (les connaissances sont distribuées de façon homogène). Vient ensuite la dimension qui fonde véritablement la nature collective du référentiel commun. Il s'agit du degré de *partage* (P) des connaissances, qui correspond au niveau de proximité de celles-ci dans le groupe (proportion des individus partageant chaque connaissance). Nous pourrions adjoindre une « sous dimension » complémentaire à cette

⁹⁴ Il s'agit du nombre de connaissances partagées par au moins deux membres.

⁹⁵ Concrètement, elle correspond à la proportion de V par membre du groupe. Cela traduit le poids de chacun au sein du référentiel commun.

dernière, représentant la *densité* (D) selon la proportion de l'équipe disposant des connaissances partagées par tous (cette dimension donne en quelque sorte l'épaisseur du référentiel commun). Aussi, dans l'optique de représenter le référentiel commun et ses différentes dimensions, utilisons l'image des cercles concentriques – appelés anneaux de croissance – visibles sur la section transversale du tronc d'un arbre. Ici, chaque « cercle » supplémentaire vient représenter une connaissance, quel que soit son type (voir Figure I.10 de l'Annexe I. E). Détaillons, cette conception avant de la représenter plus fidèlement (Figure 2 ci-après).

En premier lieu, notons que le niveau minimal d'un référentiel commun est la présence d'UNE connaissance, partagée par TOUS les membres du collectif. Cette connaissance partagée « originelle » fonde la *clôture opérationnelle* (Varela, 1989), véritable frontière cognitive du référentiel commun. Dans ce cas de figure, il est représenté par un cercle de petite taille, de faible épaisseur, vide en son centre. Puis, ce cercle est découpé en autant de « sections » qu'il y a de membres dans le collectif. Au plus simple – c'est-à-dire deux individus – le cercle est divisé en deux parties. Selon la répartition des connaissances, ces sections sont plus ou moins importantes, proportionnellement à l'ensemble (H). Par ailleurs, chaque nouvelle connaissance partagée par au moins deux membres vient ajouter un cercle concentrique, et ainsi augmenter le rayon du référentiel commun (V). Enfin, dans l'optique de nuancer et rendre visible la similarité de chaque connaissance, il est possible de faire varier son niveau d'opacité/transparence proportionnellement au degré de partage (P). Ainsi, moins les connaissances sont partagées dans le groupe (dans le sens similaire), plus l'intérieur du cercle est clair/transparent. Notons que les plus partagées – à commencer par la connaissance « originelle » – sont représentées en périphérie⁹⁶ (D). Nous nous inspirons ainsi de la modélisation proposée par Mouchet (*cf.* Figure I.11 de l'Annexe I. E) en la complexifiant. Par ailleurs, il est tout à fait envisageable de « colorer » les connaissances selon leur nature, ou selon des catégories prédéfinies afin d'enrichir la modélisation. A titre d'illustration, imaginons une équipe de 5 membres : T, E, A, M et S, partageant dix connaissances⁹⁷ (V) = 10. Dont l'homogénéité⁹⁸ est (H) = {T,6 ; E,10 ; A,7 ; M,5 ; S,7). Pour laquelle le degré de partage⁹⁹ est (P) = 70 % avec une densité¹⁰⁰ (D) de 20 %. Nous présentons ci-dessous la représentation graphique du référentiel commun de cette équipe fictive.

⁹⁶ A l'image des fonctions « supérieures » du cerveau, contrôlées par le cortex cérébral qui se situe en périphérie.

⁹⁷ C1 ; C2 ; [...] ; C10.

⁹⁸ Nombre de connaissances (nC) appartenant au référentiel commun pour chaque membre.

⁹⁹ Moyenne sur l'ensemble des connaissances.

¹⁰⁰ Deux connaissances sur dix sont partagées par tous les membres de l'équipe.

V	T	E	A	M	S	P (%)
C1	X	X	X	X	X	100
C2	X	X	X	X	X	100
C3	X	X		X	X	80
C4	X	X	X		X	80
C5		X	X	X	X	80
C6	X	X			X	60
C7		X		X	X	60
C8	X	X	X			60
C9		X	X			40
C10		X	X			40
n (C)	6	10	7	5	7	35
H	17 %	29 %	20 %	14 %	20 %	100 %

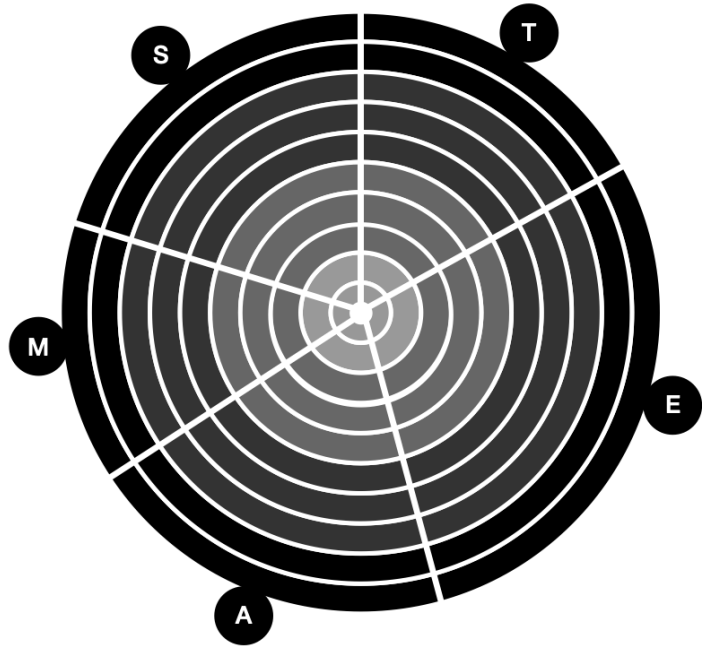


Figure 2 : Représentation type du référentiel commun d'une équipe fictive

Les connaissances les plus partagées (C1 ; C2) sont représentées en périphérie, puis le partage décroît progressivement jusqu'au centre où sont présentes les dernières connaissances partagées par au moins deux membres (C9 ; C10). Cette figure nous donne à voir trois des quatre dimensions identifiées plus tôt. En effet la dimension est la plus abstraite, la moins intelligible, non représentée sur cette figure, concerne l'aspect « qualitatif » du référentiel commun. Elle est difficilement mesurable car portant sur la *fluidité* (F), c'est-à-dire l'accessibilité des connaissances partagées pour l'équipe. Néanmoins, nous pensons qu'elle est fortement liée au niveau de partage (P), dans la mesure où « le partage par l'ensemble des coéquipiers de connaissances similaires facilite la construction d'attentes similaires et la production d'enchaînements d'actions individuelles coordonnées, le degré de partage des connaissances apparaît comme un facteur déterminant pour une activité collective efficace » (Bourbousson & Sève, 2010b, p. 6). Nous postulons qu'une connaissance peu partagée aura moins de chance d'être utile et utilisée par le collectif. En effet, il est possible de partager une connaissance sans pour autant la mobiliser, car jugée dispensable ou inadaptée. Cette dimension met en avant « la nécessité non seulement de partager des connaissances [...], mais surtout sur la nécessité que ces connaissances soient pertinentes » (Bourbousson & Sève, 2010b, p. 20) dans la situation rencontrée.

Les caractéristiques du référentiel commun nécessaires au bon fonctionnement collectif dépendent donc des exigences de la tâche (Cooke et al., 2007). « Plus les exigences de coordination entre les membres de l'équipe sont fortes et plus le degré de spécialisation des sous-tâches individuelles est faible, et plus la similarité des contenus cognitifs est cruciale » (Sève et al., 2009, p. 6). En revanche, si la tâche requiert une coordination moindre, le partage s'effectue davantage de façon distribuée : « chacun des individus possède un domaine de compréhension qui lui est propre, et leur l'agencement avec ceux des autres membres permet à l'équipe d'être efficace » (p. 6). Ce dernier aspect est probablement le plus déterminant dans l'efficacité du référentiel commun pour l'activité collective. En conséquence, il est nécessaire d'adapter le référentiel commun en fonction de la situation (Kermarrec & Bossard, 2017), car il ne suffit pas de partager les mêmes connaissances pour se coordonner avec efficacité : Une disposition analogue à l'intelligence collective. A cet égard, il s'agit d'utiliser le *pôle ancré* et le *pôle transitoire* du référentiel commun, afin de s'adapter aux situations toujours nouvelles et imprévisibles. Bien évidemment, ce type de modélisation constitue un arrêt sur image – à un instant t – de l'approximation du référentiel commun « réel ». Nous tenons donc à nuancer sa portée. *A fortiori*, il n'existe pas un référentiel commun par équipe, mais bel et bien des référentiels communs, s'actualisant à chaque situation, se chevauchant souvent selon le type d'interaction. D'ailleurs, « parce qu'il y a référentiel commun d'interprétation, il y a du même coup référentiel commun de décision¹⁰¹, et référentiel commun d'exécution, c'est-à-dire communication possible » (Deleplace, 1979, p. 18). Le référentiel commun se positionne donc à l'interface cognitive de l'individu et du collectif, autorisant des interactions de toutes sortes sans lesquelles la coopération est impossible.

1. 3. C) Le courant de la Team Cognition

Selon certains auteurs, les équipes peuvent être considérées comme des systèmes cognitifs (Hinsz et al., 1997), qui possèdent des propriétés variées : mémoire, apprentissage, communication, résolution de problèmes, attention, décision, coordination, intention, etc. Or, il semble que « les propriétés cognitives globales du système sont réparties dans les nœuds du système et non localisables entièrement dans un centre de traitement, ou dans la tête de chaque

¹⁰¹ Deleplace précise en note de bas de page que le « référentiel commun de décision veut dire que l'on devient en mesure de comprendre aisément et rapidement la décision prise par un partenaire (et donc aussi de la prévoir dans une certaine mesure), et non pas que, quel que soit le joueur, la décision soit automatiquement la même ».

composant » (Bourbousson et al., 2008, p. 35). Autrement dit, la cognition se déploie à l'échelle de l'équipe, et pas seulement « dans la tête des joueurs ». Aussi, dans la mesure où la cognition à l'échelle de l'équipe sous-tend sa performance collective (Cooke & Gorman, 2006), son évaluation est essentielle pour comprendre les fondements de la performance de l'équipe, autant que pour concevoir la formation et l'intervention à des fins d'optimisation de la performance. Ce postulat est porté par le courant de la *Team Cognition* – littéralement « cognition d'équipe » – qui s'intéresse particulièrement aux collectifs restreints évoluant dans un même espace-temps, unis par l'interdépendance des objectifs et des tâches. Les recherches dans le cadre de la *Team Cognition* étudient l'ensemble des mécanismes de partage¹⁰² qui englobe différents processus cognitifs mobilisés lors de l'adaptation des équipes aux circonstances de la situation (Sève et al., 2009). A cet égard, Rosen et ses collaborateurs (2008) avancent que les recherches théoriques et empiriques ayant tenté d'appréhender la complexité de la cognition en équipe ont eu tendance à s'inscrire dans l'un des deux thèmes suivants : la cognition en équipe en tant que *communication*, et la cognition en équipe en tant que *conscience partagée*. Les auteurs soulignent par ailleurs la complémentarité de ces approches pour la compréhension de la cognition d'équipe (cf. Annexes I.E.1 et I.E.2 pour une synthèse de ces deux conceptions).

Une des principales interrogations que formule ce courant concerne la compréhension de la performance collective : si une « équipe experte » ne peut se réduire à une « équipe d'experts » (Eccles & Tenenbaum, 2004), en quoi la performance collective diffère-t-elle de la somme des performances individuelles des membres de l'équipe ? Sur le plan théorique, la *Team Cognition* illustre la *dialectique*¹⁰³ entre les processus cognitifs intra-individuels et interindividuels. Akkerman et ses collaborateurs (2007) identifient trois perspectives conceptuelles portant sur la cognition d'équipe : une perspective *cognitive*, une perspective socio-culturelle – que nous qualifions de *collective* – et une perspective « médiane » intitulée *interactive*. Nous détaillons à présent celles-ci, avant de présenter une dernière perspective « englobante », voire *systémique*.

¹⁰² Le terme « partage » revêt ici un double sens : il signifie « commun » (les connaissances sont similaires ou identiques) et « distribué » (les connaissances sont réparties entre les individus). Le partage traduit donc une dialogique entre homogénéité et hétérogénéité. Cette dialogique est essentielle au processus d'émergence de l'intelligence collective.

¹⁰³ Le terme « désigne des propriétés dont le lien réciproque est tel que les éléments ne peuvent exister l'un sans l'autre, chacun acquérant des propriétés grâce au lien réciproque qui les unis, et tout deux évoluant conjointement » (Varela, 2017, p. 111).

Perspective cognitive : les modèles mentaux

Les premiers travaux de la *Team Cognition* ont puisé leur source dans les théories cognitivistes du traitement de l'information. Cette filiation explique la place prépondérante accordée aux processus cognitifs dans la coordination des membres de l'équipe. Dans ce cadre, les produits cognitifs des équipes (par exemple, les anticipations et décisions) émergent de l'interaction dynamique des membres de l'équipe qui accomplissent une *tâche collective* (Cooke & Gorman, 2006, 2009). Bien que découlant d'une approche unifiée, elle comprend de nombreux concepts, théories et cadres méthodologiques connexes, posant des hypothèses similaires. Les auteurs évoquent principalement le partage de « contenus cognitifs » en référence aux « contextes partagés » (Salembier & Zouinar, 2004), aux « connaissances partagées » ou *Shared Knowledge* (Eccles & Tenenbaum, 2004), aux « modèles mentaux partagés » ou *Shared Mental Model* (Banks & Millward, 2000; Cannon-Bowers et al., 1993; T. E. Johnson et al., 2007), aux « modèles mentaux d'équipe » ou *Team Mental Model* (Filho, 2019; Klimoski & Mohammed, 1994; Lim & Klein, 2006; Mohammed et al., 2010, 2015), à la « conscience collective de la situation » (Gorman et al., 2006; Salas et al., 1995), ou bien encore au « référentiel commun » (Hoc, 2001, 2003). Parmi ces « branches », la théorie des modèles mentaux se concentre sur la construction de représentations (plutôt objectives) de l'environnement – stockées en mémoire – qui permettent à un individu de décrire, d'expliquer et de prédire l'environnement (Rouse et al., 1992). En présupposant que cette construction repose sur l'organisation des connaissances en schémas structurés et significatifs stockés en mémoire par les individus, ceux-ci sont alors décrits comme des états émergents des membres de l'équipe à l'échelle collective. Une fois partagés, ces « schémas » permettent aux membres de l'équipe de coordonner leurs actions et d'adapter leurs comportements aux exigences de l'environnement (Cannon-Bowers et al., 1993). Par ailleurs, Cannon-Bowers et ses collaborateurs (1993) ont élaboré une catégorisation des modèles mentaux et des types de connaissances contenus dans les schémas. Ils différencient quatre catégories pouvant être partagées par les équipes :

- Le modèle de la tâche : connaissances concernant les stratégies de la tâche et les contraintes environnementales (« je sais quoi faire et comment ») ;
- Le modèle de l'interaction en équipe : connaissances concernant les modalités d'interaction, les rôles, fonctions et responsabilités (« je sais quelle est ma place, celle des autres et comment interagir ») ;
- Le modèle de l'équipe : connaissances concernant les connaissances et compétences des coéquipiers (« je sais ce que savent et savent faire les autres ») ;

- Le modèle de l'équipement : connaissances concernant le fonctionnement de l'équipe, de ses outils et compétences (« je sais comment fonctionne l'équipe, quelles sont ses capacités et son domaine de compétence »).

La théorie de la cognition partagée (Cannon-Bowers & Salas, 2001) suppose ainsi que les membres de l'équipe disposant de structures conceptuelles proches, *a fortiori* lorsqu'elles tendent vers une structure « experte », produiront des comportements adaptés. Par conséquent, les performances de l'équipe seraient améliorées via des interactions non verbales, c'est-à-dire une coordination implicite limitant – voire éliminant – le besoin d'une interaction manifeste (verbale) entre les coéquipiers et reposant sur un arrière-plan cognitif subconscient. En effet pour coopérer, les membres d'une équipe ont besoin de *repères cognitifs communs*, c'est-à-dire le partage – même partiel – de significations, constituant un référentiel commun. Dit autrement, pour comprendre ce que nous voyons de la même façon, attribuer un sens similaire et échanger, il faut partager le même alphabet, le même vocabulaire, le même niveau de langage. Cette perspective se fonde davantage sur un *individualisme méthodologique*, puisque la cognition de groupe est abordée au travers des cognitions individuelles : des connaissances similaires ou identiques sont partagées sur une base plus ou moins commune (Cannon-Bowers & Salas, 2001; Cooke et al., 2000). La précision du modèle mental de l'équipe est ainsi déduite de l'agrégation des scores individuels de ses membres (Cooke & Gorman, 2006).

De nombreuses limites logiques et pragmatiques ont été exposées concernant cette perspective. En premier lieu, l'accent mis sur la structure des connaissances au sein des membres de l'équipe borne empiriquement la perspective cognitive à l'individu en tant qu'unité d'analyse, se prêtant davantage au traitement statique des tâches. Par ailleurs, cette théorie repose en partie sur le postulat d'homogénéité des membres de l'équipe, et sur l'équité de traitement/d'analyse entre eux. Or dans une équipe, les individus ont des connaissances et compétences différentes, qui conduisent à pondérer leur influence sur le collectif (leadership mental, tactique ou technique par exemple). Ce que nous avons mis en évidence en modélisant le référentiel commun.

Perspective collective: Team Holistic Ecology and Dynamic Activity

Parfois nommée *Team Holistic Ecology and Dynamic Activity* (THEDA), cette perspective étudie l'équipe en tant qu'entité cognitive dotée de propriétés globales, émergentes, non réductibles à l'agrégation des processus cognitifs individuels. Par conséquent, elle se focalise

« sur les processus et comportements collectifs caractérisant le fonctionnement de l'équipe, plutôt que sur les activités de ses membres, en utilisant des méthodes susceptibles d'évaluer directement la coordination des activités au sein de l'équipe » (Sève et al., 2009, p. 9). La perspective de la cognition collective se nourrit des approches dites « écologiques » (Araújo et al., 2019; Araújo & Kirlik, 2008; Rietveld et al., 2018; Vilar et al., 2012) et « dynamiques » (Bourbousson et al., 2010a; Filho, 2019; Fonseca et al., 2012; Uitdewilligen et al., 2010). Elle conçoit la cognition d'équipe en tant que processus d'auto-organisation adaptative aux contraintes environnementales. Dans cette perspective, la connaissance de l'équipe émerge de la dynamique des comportements collectifs. A la différence de l'approche précédente, elle se focalise sur le niveau macroscopique, concevant l'équipe en tant qu'unité fondamentale de l'analyse de la cognition. Par conséquent, les joueurs ne peuvent être considérés en dehors de leur contexte d'équipe ; tandis que dans un agrégat, les modèles mentaux individuels n'intègrent pas nécessairement les interactions inter-individuelles.

D'autre part, l'approche de la cognition collective met en avant les équipes comme des systèmes complexes (Section II. 1), les décrivant parfois comme des *superorganismes* (Duarte et al., 2012). Elle porte ainsi un *collectivisme méthodologique* assumé. Dans cette optique, les outils traditionnels des théories dynamiques sont utilisés (Bourbousson & Sève, 2010a; Filho, 2019). La « dynamique » est un ensemble vaste et diversifié de concepts et de méthodes (modélisations, simulations, mesures de paramètres d'ordre, etc.). Il existe ainsi de multiples façons de comprendre les phénomènes cognitifs collectifs selon une approche dynamique. Une des constantes concerne le rôle central attribué au *temps*. Lorsque l'on observe un comportement, le but est de décrire et d'expliquer l'évolution temporelle de ce comportement (Bourbousson et al., 2010a, 2010b; Gorman, 2014). Bien souvent, l'aspect spatial est également au cœur de l'analyse en termes de mouvement ou d'occupation de l'espace (Fonseca et al., 2012; Gudmundsson & Horton, 2016; Lames et al., 2010). Dans la lignée de l'approche écologique (Gibson, 1979; Vilar et al., 2012), cette perspective se focalise sur « l'état total » du système, tout en étudiant l'influence du tout sur les parties (Araújo et al., 2015). La *conscience collective* de la situation (Endsley, 1995), est une des principales propriétés émergeant des processus dynamiques distribués sans qu'aucun des membres ne possède en lui une représentation intégrale de la situation. A des fins de compréhension de ces propriétés, elle utilise certaines méthodes permettant d'appréhender la coordination cognitive et la conscience collective. Citons pour exemple la méthode « CAST » ou *Coordinated Awareness of Situation by Teams*, (Gorman et al., 2005, 2006).

Dans ce cadre, l'échantillonnage des connaissances déclaratives est acceptable dans la mesure où l'évaluation reflète les connaissances co-construites de l'équipe. Pour autant, mener l'explicitation des connaissances au niveau de l'équipe revient à transposer l'approche « cognitive individuelle » sur le plan collectif. Concrètement, il s'agit de questionner directement l'équipe plutôt que ses membres indépendamment. Une réponse d'équipe nécessitera alors un processus collectif (débat, compromis, consensus, etc.). Néanmoins, ce processus de génération de réponse n'est valable que dans la mesure où il est similaire au processus d'interaction de la tâche réelle. Or dans les équipes de football, les interactions verbales sans contrainte temporelle sont quasi inexistantes, du moins en cours de jeu. Qui plus est, ce processus expose la réponse aux biais comme le leadership oral, qui ne se traduit pas forcément dans les faits sur le terrain.

Perspective interactive : Interactive Team Cognition (ITC)

La théorie de la cognition d'équipe interactive (Cooke et al., 2013), diffère des perspectives de la cognition partagée (perspective cognitive) et de la cognition collective (perspective écologique), en ce qu'elle met l'accent sur les interactions – les processus cognitifs – au niveau de l'équipe, par opposition à la structure cognitive. Néanmoins, la perspective interactive ne nie pas l'importance des connaissances individuelles des membres de l'équipe, car celles-ci sont considérées comme la condition préalable à la cognition d'équipe. Plus précisément, la perspective interactive converge davantage vers l'approche écologique sans nier l'apport de la perspective cognitive. En dépassant ces dernières (Cooke & Gorman, 2009), les partisans de cette théorie postulent que : i) la cognition d'équipe est une activité, pas une propriété ou un produit ; ii) la cognition d'équipe doit être mesurée et étudiée au niveau des interactions ; et iii) la cognition de l'équipe est inextricablement liée au contexte. Selon Cooke et Gorman (2009), les interactions du système équipe – en tant qu'aspects primordiaux de celui-ci – sont souvent ignorées au profit d'une focalisation sur les composants ou les produits du système. Pourtant, les interactions entre les éléments se prêtent à des mesures intégrées, directes, discrètes et en temps réel. Les auteurs cherchent à mesurer les interactions, en s'appuyant prioritairement sur un *situationnisme méthodologique*. Theureau (2006) considère cette méthode comme une « voie moyenne » entre les deux perspectives précédemment présentées : un *individualisme méthodologique* (perspective cognitive) et un *collectivisme méthodologique* (perspective collective).

Les expériences menées par Cooke et ses collaborateurs (2013) suggèrent que la cognition d'équipe est une activité émergente et dynamique qui est attribuée à l'équipe dans son ensemble lorsqu'elle interagit face à un environnement changeant et incertain. Ils affirment que toute activité cognitive au niveau de l'équipe nécessite des interactions, pouvant prendre plusieurs formes, notamment les flux de communications et d'événements (Cooke & Gorman, 2009). Dans ce cadre, la plupart des travaux s'inscrivent dans le programme du cours d'action (Theureau, 2004, 2006, 2009, 2020), qui cherche à expliquer les processus de construction de significations *in situ*, notamment par la verbalisation. A l'aide de différents entretiens, il permet de décrire la façon dont l'activité collective se construit et se reconstruit en situation (Bourbousson, 2015; Bourbousson et al., 2008; Theureau, 2010). L'activité collective est « appréhendée en considérant (a) qu'elle est autonome, c'est-à-dire que les interactions entre acteurs font émerger un domaine de phénomènes propre à la dynamique de l'activité collective, et (b) se construit sur la base de l'articulation des activités individuelles-sociales ». (Sève et al., 2009, p. 10). Toutefois, dans les activités soumises à une forte pression spatio-temporelle comme le football, il est difficile d'appréhender pleinement ces processus par la verbalisation. D'autant que les interactions entre individus ne découlent pas nécessairement sur une cognition d'équipe. Bien que les interactions puissent se traduire par des comportements visibles, observables, dont les effets sont mesurables, cette perspective – comme les deux précédentes – ne suffit pas pour comprendre et expliquer pleinement la cognition d'équipe.

Perspective systémique : la macrocognition

La théorie de la macrocognition naît d'un constat simple : Les équipes de domaines variés s'engagent quasi constamment dans la réalisation de performances collectives, dans des situations uniques, dynamiques et complexes, qui nécessitent la coopération de divers experts. Il est donc essentiel de comprendre la nature de cette activité cognitive pour d'une part, concevoir des systèmes sociotechniques performants ; et d'autre part, former les agents afin qu'ils soient des membres efficaces de l'équipe. *A fortiori* lorsque les problèmes rencontrés relèvent d'enjeux élevés. Les auteurs définissent la macrocognition « comme l'étude des processus cognitifs qui affectent des personnes telles que les pompiers, les pilotes, les infirmières et d'autres qui doivent faire face à des dilemmes difficiles dans des environnements complexes, sous pression et dans l'incertitude » (traduction libre de G. Klein & Wright, 2016, p. 2). Le cadre de la macrocognition décrit comment les équipes passent « de l'internalisation à l'externalisation de la cognition » et construisent des connaissances au service de la résolution

de problèmes (Fiore et al., 2010). Le concept de cognition externalisée – ou étendue – décrit un processus cognitif émergent qui se déploie au-delà du système nerveux. Il se rapproche ainsi de la cognition distribuée (Hutchins, 1995) et peut s'inscrire dans le cadre de la *Team Cognition*. En effet, la recherche sur la macrocognition « s'intéresse aux processus cognitifs dans des environnements complexes, à l'action orientée vers un but, à la combinaison et à la compétition de buts, aux interactions [...] cognitives-sociales, au traitement distribué et au caractère situé » (traduction libre de Laurent & Bianchi, 2016, p. 1). Cette conception met en avant l'interaction entre le système cognitif et son environnement, notamment par le biais d'artefacts¹⁰⁴ cognitifs (Susi & Ziemke, 2001). Elle permet de déterminer dans quelle mesure les agents utilisent autrui, le contexte et les outils pour résoudre des problèmes (voir annexe I. F pour une conceptualisation).

Au contraire de la perspective collective, la macrocognition ne nie pas l'importance des processus aux échelles inférieures. D'ailleurs, Laurent et Bianchi (2016) insistent sur la continuité entre les niveaux micro et macro de la cognition. Dans ce cadre, les conceptions de la cognition *partagée*, *interactive* et *collective* sont indissociables pour comprendre le fonctionnement (macro)cognitif des équipes de football. Par conséquent, les connaissances partagées entre les membres de l'équipe restent cruciales (perspective cognitive). Les concepts de modèles mentaux, utiles lorsqu'il s'agit de résoudre des tâches familières dans des environnements connus, sont insuffisants mais néanmoins nécessaires pour appréhender la macrocognition. Pour autant, elle se différencie de la *microcognition* (Klein et al., 2003), car contrairement à cette dernière, elle repose sur l'interaction d'agents considérés comme cognitifs (perspective interactive). Dans le même temps, alors que certaines théories de la *Team Cognition* se focalisent sur la coordination comportementale à l'échelle de l'équipe (perspective collective), « la perspective macrocognitive met en avant le travail de connaissance effectué par une équipe. [...] Cette distinction peut être clarifiée en invoquant la classification des performances¹⁰⁵ humaines en termes de compétences, de règles et de connaissances » (traduction libre de Rosen et al., 2008, p. 15).

¹⁰⁴ Tout support (papier ou numérique) permettant une prise de notes ou la résolution d'un problème via un outil externe peut être considéré comme un artefact. Pour les joueurs, la balle, les buts, les délimitations fixes et visibles du terrain, comme celles mouvantes et invisibles (la ligne du hors-jeu) constituent des artefacts. Par extension, les partenaires et adversaires constituent également des artefacts car inclus dans l'environnement.

¹⁰⁵ A cet égard, se reporter à l'annexe I. F pour une définition des types de performances.

La macrocognition est utilisée pour désigner un type de performance basé sur la connaissance (*Knowledge-based performance*), permettant la coopération en contexte complexe et incertain. En effet, la posture théorique macrocognitive provient de la recherche sur la prise de décision en milieu naturel (G. Klein et al., 2003; G. Klein, 2008, 2015). A l'origine (D. E. Klein et al., 2000), le terme a été proposé pour décrire les fonctions cognitives les plus complexes : parmi lesquelles la prise de décision, la conscience de la situation, la génération d'option, la planification (Fiore et al., 2010). Cette perspective insiste sur l'adaptabilité plus que sur l'adaptation (nous reviendrons sur cette distinction dans le chapitre II). A ce propos, Rosen et ses collaborateurs (2018) soulignent qu'il s'agit d'une question plus difficile dans les tâches dont la performance est basée sur la connaissance, que dans les tâches dont la performance est basée sur les règles (*Rule-based performance*). Au sein des jeux sportifs collectifs, les actions reposant sur un schéma préétabli tendent vers une performance basée sur des règles : cela peut être le cas pour les systèmes de jeu au basketball, les combinaisons sur les touches au rugby ou encore les coups de pied arrêtés au football. Les actions tactiques « improvisées », relèvent quant à elles d'une performance basée sur la connaissance.

En résumé, la macrocognition met l'accent sur la compréhension du processus par lequel les individus et les équipes génèrent de nouvelles connaissances et solutions pour résoudre des problèmes uniques (Rosen et al., 2008). La construction et la formalisation de connaissances nouvelles résultent : i) de processus internalisés qui se produisent au niveau individuel et qui ne sont pas exprimés par des moyens externes (par exemple, l'écriture, la parole, les gestes), et ii) de processus externalisés directement observables, notamment les communications. Si la perspective cognitive se concentre sur la *structure* (connaissances), la perspective collective sur les *produits* (comportements) et la perspective interactive sur les *processus* (interactions), la perspective systémique de la macrocognition intègre – sans les renier – ces approches complémentaires : son cadre théorique se nourrit de la *cognition étendue*, des *modèles mentaux*, de la *communication de groupe*, de la *conscience collective de la situation* et de l'*adaptation collective par apprentissage coopératif*. Ensemble, ces approches forment le socle de la compréhension des processus d'équipe (cf. Figure I.15 de l'Annexe I. F) lors de la résolution de problèmes dans des situations nouvelles (Fiore et al., 2010).

A l'instar des individus, les équipes peuvent ainsi présenter (ou non) des comportements adaptés et finalisés, qui traduisent la présence d'une *intelligence collective*. Cette dernière résulte des propriétés systémiques du collectif, dont nous dressons les traits dans la section suivante.

Synthèse de la section I. 3 :

Le football est une activité collective dans laquelle deux équipes s'engagent avec des buts antagonistes. A cet effet, nous avons défini l'équipe comme un ensemble d'au moins trois individus interagissant de manière *dynamique* et *adaptative*, se répartissant des rôles spécifiques, liés par *l'interdépendance des objectifs et des tâches* au sein d'une *activité collective coopérative* réalisée dans un *espace-temps partagé*.

L'étude du fonctionnement et de la performance des équipes sportives s'inscrit principalement dans le courant de recherche de la *Team Cognition* (Sève et al., 2009), ou « cognition d'équipe ». Ce cadre inclut plusieurs « sous-branches » théoriques, se focalisant tantôt sur la *structure* des équipes (perspective cognitive), sur leurs *produits* (perspective collective), ou sur leurs *processus* (perspective interactive). Enfin, une voie *systémique* (perspective macrocognitive) met l'accent sur la compréhension des processus par lesquels les individus et les équipes génèrent de nouvelles connaissances et solutions pour résoudre des problèmes complexes et uniques. Les auteurs définissent la macrocognition dans les équipes comme le processus de transformation des connaissances intériorisées en connaissances externalisées par un processus de construction de connaissances individuelles et collectives, c'est-à-dire un référentiel commun de connaissances partagées. Ces processus récursifs sont soutenus par de multiples processus secondaires au niveau de l'individu, de l'équipe et de l'interaction de ces échelles de complexité. Ainsi, lorsque les membres de l'équipe interagissent pour construire la connaissance de l'équipe, ils doivent partager des éléments de leur connaissance individuelle par des processus de communication et de visualisation des connaissances. Les auteurs (Fiore et al., 2010; G. Klein et al., 2003; Ward et al., 2017) décrivent les principaux processus macrocognitifs qui interviennent dans la résolution de problème en équipe : i) la construction de la compréhension de la situation, des perceptions et des concepts ; ii) la visualisation des informations/des faits ; et iii) le développement d'une compréhension partagée. Comme les processus cognitifs des individus, les processus macrocognitifs des équipes comprennent l'apprentissage, la planification, le raisonnement, l'anticipation, la prise de décision, la résolution de problèmes, la mémorisation, la conception et l'évaluation de situations.

Par ailleurs, la perspective macrocognitive souligne que les représentations des connaissances et les transformations de ces représentations, se produisent non seulement dans l'esprit individuel mais aussi entre les individus et entre les individus et l'environnement. A l'échelle de l'équipe, la macrocognition est donc à la fois *cognitive*, *interactive* et *collective*. Dans cette perspective, nous reconnaissons l'importance d'une *structure* de connaissances partagées¹⁰⁶ (le référentiel commun), la présence de *processus* cognitifs situés, incarnés et distribués, et l'émergence du phénomène d'intelligence collective mis en évidence par les comportements *produits* : l'anticipation, la décision et la coordination.

¹⁰⁶ Cette structure est *dialogique*, puisant sa force entre l'homogénéité (partage) et l'hétérogénéité (distribution).

Chapitre II : De l'intelligence

Au sein d'une équipe réunie autour d'un but commun, autant que dans un collectif aléatoire, les individus diffèrent les uns des autres selon divers critères. Certains, comme la morphologie, sont directement visibles et facilement mesurables. D'autres, notamment psychologiques et cognitifs, ne se donnent pas aisément à l'observateur ou au chercheur : « La partie cérébrale du jeu – de loin la plus importante – demeure invisible ; [...] le muscle y sert d'écran à l'intelligence » (De Coubertin, 1897, p. 3). En effet, le sport « ne mobilise pas que le corps, mais aussi l'esprit et l'intelligence » (Morin, 2020, p. 28). Discerner le « QI football » constitue une problématique récurrente, mais un avantage certain pour les formateurs et entraîneurs. Parmi les caractéristiques non immédiatement perceptibles, on peut citer les capacités : à comprendre des idées complexes, à s'adapter efficacement à l'environnement, à tirer des enseignements de l'expérience, à s'engager dans diverses formes de raisonnement, à surmonter des obstacles par la réflexion, ou encore à réagir promptement. Autant de facultés déterminantes pour un joueur. Le concept d'intelligence – ou plutôt les concepts comme nous le verrons dans ce chapitre – a pour vocation de clarifier, d'organiser et d'expliquer cet ensemble complexe de phénomènes (Neisser et al., 1996). Les différentes approches de l'intelligence, des plus anciennes aux plus récentes, sont très largement pluridisciplinaires. Par conséquent, l'intelligence doit « être étudiée sous une multiplicité de points de vue, si l'on veut avoir des chances de mieux cerner cette notion » (Lautrey & Richard, 2005, p. 18). En outre, le concept d'intelligence décrit un « haut niveau d'intégration des activités cognitives, précisément celui que requiert la complexité des situations ; d'autre part, elle cherche à rendre compte de la plasticité cognitive et des capacités de transfert requises par la variabilité de ces situations complexes » (p. 17). Intelligence et complexité partagent ainsi bon nombre de points communs. La première section de ce chapitre permettra de souligner l'importance de *la complexité* dans un système cognitif, pour faire émerger une forme d'intelligence. D'autre part, l'intelligence n'est pas un concept dont les frontières sont clairement définies. Il prend de multiples sens selon le cadre théorique qui l'étudie. Fruit de nombreuses évolutions paradigmatiques, l'intelligence se veut tantôt générale, tantôt multiple, assurément *protéenne*. La deuxième section de ce chapitre discutera l'unité du concept, pour mettre en lumière le panorama bigarré de ses manifestations. Enfin, si l'intelligence est majoritairement convoquée pour décrire les individus, la recherche portant sur son apparition dans des groupes variés se développe. La constitution du champ de l'intelligence *collective*, sa définition et son application aux équipes de football sera l'objet de la troisième section du chapitre.

II. 1) De l'intelligence de la complexité

Pour reprendre la formulation employée par Ward et Eccles (2006, p. 472) : *Une équipe est-elle plus que la somme de ses parties ?* Pour répondre à cette question, nous devons en premier lieu nous demander si une équipe peut raisonnablement être considérée comme un système complexe ? Et si oui, quelles sont ses caractéristiques ? Durant l'argumentaire de cette section, nous marquerons des retours en arrière réguliers, car la complexité est aux antipodes de la linéarité. Selon nous, seul un récit spiralaire peut tenter d'en rendre compte.

L'un des principes fondamentaux de l'étude des systèmes complexes concerne leur irréductibilité aux caractéristiques de leurs éléments pris isolément (Morin & Le Moigne, 1999). Pour Ardoïno, parce qu'elle concerne avant tout le vivant, « l'idée de complexité s'attache [...] très facilement aux représentations systémiques des objets sociaux et des particularités de leurs fonctionnements » (2011, p. 136). Ces représentations, issues de diverses sciences ayant pour objet les phénomènes complexes¹⁰⁷, se sont peu à peu agrégées en une *approche systémique*, qui « en étudiant l'interdépendance des éléments au sein de systèmes complexes, a permis de créer des ponts entre les disciplines. Grâce à cette approche, l'unité de la nature n'a jamais été aussi prégnante dans des domaines aussi différents » (De Rosnay, 2018, p. 21).

Avec le temps, l'approche systémique ayant pour but d'appréhender la complexité, s'est transformée en véritable « culture de la complexité, qui est partie intégrante du nouveau paradigme, se réfère à la pensée systémique, au non-linéaire, au multidimensionnel » (De Rosnay, 2018, p. 116). A ce titre, on ne peut faire l'économie de citer les nombreux ouvrages de Morin, qui illustrent à merveille le souci de transformer la complexité en objet d'étude, d'en faire une véritable culture scientifique au travers de la pensée systémique. La notion de complexité irrigue désormais une grande partie du champ scientifique, jusqu'aux sciences humaines et sociales qui en font à présent un usage courant (Ardoïno, 2011). D'ailleurs, nous retrouvons cette approche dans certains travaux portant sur la dimension complexe de l'être humain (Dugas, 2011). Quant à notre travail, il aspire modestement à l'enrichissement d'une approche systémique de groupes sociaux spécifiques – les équipes – dont la dimension complexe est illustrée dans cette section.

¹⁰⁷ « Les sciences de la complexité sont nées du constat que des systèmes complexes de domaines différents, parfois éloignés, sont régis par un certain nombre de lois communes et peuvent être étudiées de manière similaire » (Angelier, 2008, p. 9).

II. 1. A) Définir la complexité

Il est parfois plus aisé de définir un terme en décrivant ce qu'il n'est pas. Dans cette perspective, Ardoino (2011) affirme que la *complexité* s'oppose toujours à la notion de *simplicité*. Néanmoins, il ne s'agit pas de tenir un raisonnement manichéen, qui reviendrait à fixer une frontière nette entre le simple et le complexe. A ce propos, Berthoz (2009) introduit un entre-deux, une sorte de continuum : la *simplicité* (le concept est développé dans l'Annexe II.A.). Cette dernière possède une « racine commune » avec la complexité. En outre, il s'agit d'une propriété fondamentale du vivant, que Berthoz définit comme un « ensemble de solutions trouvées par les organismes vivants pour que, malgré la complexité des processus naturels, le cerveau puisse préparer l'acte et en anticiper les conséquences » (2009 p. 12). Il s'agit en quelque sorte une « complexité déchiffrable », reposant sur des règles simples telles que les règles de fonctionnement de l'intelligence en essaim (cf. Annexe II.L.1). Cette notion intègre une dimension fondamentalement cognitive, indissociable de la complexité car tout phénomène cognitif est un *produit complexe*, résultant d'interactions. D'autre part, nous pouvons fondamentalement différencier ce qui est *complexe* de ce qui est *compliqué*¹⁰⁸ (Ardoino, 2011). En règle générale, ce qui est complexe est invisible – ou non directement visible. La complexité « implique une difficulté de compréhension devant un système qui n'est qu'imparfaitement connu. Schématiquement, la complexité est une propriété des systèmes dont on ne connaît ni les plans ni les finalités, car il n'y a pas de concepteur » (Atlan, 2010, p. 127). A l'inverse, ce qui est compliqué se caractérise par sa visibilité (Morin & Le Moigne, 1999). Un problème compliqué peut être décomposé afin de faciliter sa résolution. Un problème complexe quant à lui, est – du fait même de sa complexité – irréductible et indivisible. Par ailleurs, la complexité « est composée d'un grand nombre de parties interconnectées de façons multiples » (Atlan, 2010, p. 128). Elle se définit ainsi par la variété et la quantité d'interaction entre les éléments. Cependant, « le fait d'être constitué d'un grand nombre d'éléments en interaction ne suffit pas pour être qualifié de système complexe, ce qualificatif étant réservé aux systèmes dont on ne peut prévoir avec certitude l'évolution » (Delignières, 2009, p. 51). Ces caractéristiques font directement écho à la notion de « système » définie par Angelier (2008) comme un ensemble d'éléments liés par des relations. Tout système complexe est alors caractérisé par le réseau d'interactions des éléments qui le constituent, sa densité, sa plasticité ainsi que sa durabilité.

¹⁰⁸ De l'étymologie *plicare* (plier). Quant au terme *complexe* – du latin *Complexus* – il signifie « ce qui est tissé ensemble » et donc « infiniment enchevêtré » (Morin, 1990).

Plus un système est complexe, plus les liaisons entre les éléments sont *nombreuses, variées, récurrentes, non linéaires, résilientes et durables*. Nous entrevoyons peu à peu les liens possibles entre systèmes complexes et équipes de sport collectif. Lorsque l'on évoque la notion de complexité, il est également fait référence aux *situations complexes* (Delignières, 2019). Pour Le Briquer (2017, p. 88), reprenant Roegiers (2003), la situation complexe répond à quatre principes fondamentaux : i) elle mobilise des acquisitions de façon intégrée et combinée ; ii) elle est finalisée par une dimension sociale et culturelle, dont émane une signification partagée ; iii) elle pose un problème global ; et iv) elle porte en elle une forte dimension imprévisible, découlant des paramètres mouvants qui y sont à l'œuvre. De prime abord, les situations rencontrées par les joueurs de football remplissent toutes ces conditions, et peuvent dès à présent être considérées comme complexes. En effet, une situation complexe « est une situation qui permet à l'individu d'articuler plusieurs éléments¹⁰⁹ en sa possession dans le but de résoudre un problème » (Le Briquer, 2017, p. 87). Ce que font les joueurs au travers des éléments présentés lors des sections I. 1 et I. 2.

Bien que Le Briquer emploie le terme en référence directe à une situation complexe ayant pour finalité l'apprentissage, notamment dans le cadre scolaire, les situations complexes débordent abondamment du champ éducatif. Nous les rencontrons en effet quotidiennement car toute situation complexe est un système impliquant un ou plusieurs agents en interaction (Delignières, 2009, 2019). Les équipes – et plus largement tout collectif coopérant – sont couramment confrontées à de telles situations. Celles-ci offrent toujours plusieurs possibilités pour venir à bout du problème (Delignières, 2019). Ainsi « agir dans une situation complexe c'est avant tout décider, dans l'incertitude. C'est la capacité à gérer ce type de situation que l'on appelle compétence » (Delignières, 2009, p. 31). La compétence¹¹⁰ « décrit la capacité à maîtriser des situations complexes, et peut se décliner en fonction du degré de complexité des situations » (p. 33). Elle permet donc de différencier les niveaux de savoir¹¹¹ et de savoir-faire des agents dans un domaine particulier, contribuant notamment à identifier les experts.

¹⁰⁹ D'après le [groupe de réflexion pédagogique EPS](#) de l'Académie de Bordeaux, l'articulation de ces éléments sollicite la mise en synergie des ressources disponibles par le pratiquant, placé dans un environnement dynamique.

¹¹⁰ Alors que l'habileté se rapporte à la maîtrise d'une tâche précise, le concept de compétence démontre la maîtrise dans un domaine d'activité plus large. La situation complexe englobe donc un certain nombre de tâches, et c'est leur simultanéité qui fonde son caractère complexe.

¹¹¹ La compétence se détache de la connaissance théorique pure, elle « n'est pas que l'agrégat de connaissances disparates, elle est avant tout une dynamique d'action, face à des situations complexes, où il s'agit non seulement de résoudre des problèmes, mais surtout de choisir les problèmes qu'il est judicieux de résoudre » (Delignières, 2009, p. 89).

Pour Delignières « l'expertise est un cas particulier de compétence, celle de l'expert de haut niveau qui maîtrise les situations les plus complexes » (2009, p. 34), comme le joueur capable de s'adapter au plus haut niveau. Ainsi, « plus une situation sera perçue complexe, plus devra être grande l'intelligence que l'on sollicitera pour tenter de la maîtriser ! et réciproquement. Les deux concepts semblent indissociables ! Intelligence de la complexité, complexité de l'intelligence ! » (Morin & Le Moigne, 1999, p. 271). A ce propos, notons que s'il « existe une complexité minimale pour qu'un organisme soit viable » (Lestienne, 2012, p. 115), il existe une complexité minimale pour faire émerger une intelligence – qui nous le verrons plus loin est par essence – collective. Autrement dit : de la complexité, caractérisée par le foisonnement d'interaction, naît l'intelligence. Cette dernière permet en retour de résoudre des problèmes ou situations complexes. Dès lors « seul un système complexe peut [...] contrôler une situation complexe » (Delignières, 2009, p. 39). Par la même, « il faut de la complexité pour résoudre simplement un problème complexe » (Berthoz, 2009, p. 31). Concrètement, plus un problème est complexe, plus le système qui tente de le résoudre doit être l'être en retour. Or, les situations rencontrées par les joueurs et les équipes en cours de jeu sont éminemment complexes, dynamiques et imprévisibles (*cf.* Section I. 2). Pour y faire face, les équipes doivent nécessairement être complexes. Se pose alors la question de l'émergence de cette complexité.

Une histoire d'émergence

Pour De Rosnay, il est indéniable que « la matière évolue du plus simple au plus complexe » (2018, p. 9). Aussi, « n'y a-t-il pas des propriétés nouvelles et spécifiques qui apparaissent lorsque les systèmes franchissent des seuils de complexité, telles que l'apparition de la vie ou de la pensée ? C'est le problème de l'émergence » (Lestienne, 2012, p. 7). Nombre de phénomènes naturels sont considérés comme émergents : « les propriétés de l'eau par rapport à l'oxygène et l'hydrogène, la cellule vivante relativement à ses composants chimiques, une colonie d'insectes par rapport à ses membres, l'intentionnalité et la conscience relativement au système nerveux, etc. » (Varela, 2017, p. 244). Parmi ces propriétés, la vie est probablement l'une des plus fabuleuses. D'ailleurs, à regarder l'arbre de la vie dans toute sa richesse, force est de constater que les organismes se développent également du simple au complexe (Damasio, 2017). Cet accroissement de la complexité, de l'inerte au vivant, déborde les individus, se retrouvant dans nos organisations sociales : « De la vie à la pensée, de la pensée à la société » (De Rosnay, 2018, p. 12).

D'après Angelier (2008), le processus de complexification du vivant repose sur deux lois fondamentales de la nature : l'*émergence* et l'*auto-organisation* (voir l'annexe II.B pour plus de précisions). Ces deux propriétés portent sur le macroscopique, le collectif, le tout, et permettent *l'adaptation des systèmes à la complexité*, qui représente le principal objectif d'étude de la macrocognition (Ward et al., 2017).

En premier lieu, l'émergence est une propriété d'un système considéré globalement, non réductible aux propriétés de ses constituants. Or dans les systèmes complexes, le niveau global ne peut exister sans un niveau inférieur, appelé « niveau de réseau, car il émerge à travers celui-ci » (Varela, 2017, p. 148). En retour, le niveau local ne peut se maintenir sans une unité englobante, une *clôture opérationnelle* qui le « protège ». Ainsi « les interactions n'existent pas seulement entre les parties décomposables des systèmes, mais également entre les parties et le tout, d'une façon solidaire. C'est au fond l'idée fondamentale de l'émergence » (Lestienne, 2012, p. 58). Certains phénomènes couramment visibles dans la nature illustrent à merveille la notion d'émergence. Lestienne donne l'exemple des colonies d'étourneaux qui « volettent dans tous les sens, dans un chaos indescriptible. Mais bientôt ce chaos s'organise : les oiseaux, finalement, coopèrent pour donner un sens et une dimension nouvelle à leur formation » (2012, p. 204). Ce type de chorégraphie complexe met en lumière l'action causale – *top-down* – du tout sur les parties. Afin que le phénomène d'émergence puisse déboucher sur une structure supérieure, il nécessite l'utilisation d'un « code [...] permettant la régulation d'activités et de fonctions, qu'il s'agisse d'humains, de machines ou d'ordinateurs » (De Rosnay, 2018, p. 11). Varela exprime une idée proche lorsqu'il affirme que tous les grands systèmes symboliques des êtres vivants – à savoir le code génétique, le système nerveux ou bien les langages humains – reposent « sur des régularités d'où émerge la possibilité de composer les symboles : cette composition s'effectue selon des règles qui permettent d'engendrer une vaste classe de phénomènes nouveaux, à partir d'un ensemble d'éléments discrets » (1989, p. 185). Ainsi, certains « codes¹¹² jouent un rôle important dans le fonctionnement de la vie en société, avec des objectifs identiques de régulation et de contrôle » (De Rosnay, 2018, p. 11), c'est le cas du langage par exemple, qu'il soit écrit ou oral. Il constitue un exemple tangible de *référentiel commun*, pilier essentiel à la structure d'un système complexe.

¹¹² De Rosnay cite à ce titre les « codes civil, pénal, du travail, des impôts ou de la route. Le même mot est utilisé pour certaines inventions techniques : le code-barres, les codes PIN et PUK de nos smartphones, le code BIC pour les échanges interbancaires, ou encore le code postal pour la distribution du courrier » (2018, p. 11).

Structure et fonction des systèmes complexes

La structure d'un système comprend quatre composants : des *éléments*, un *réseau de communication*, une *frontière* et des « *réservoirs* » (Angelier, 2008, p. 54). Concernant la structure d'une équipe de jeu sportif collectif, les joueurs représentent des éléments aux caractéristiques proches mais néanmoins différenciables (expertise, poste, capacités, etc.), et l'ensemble des interactions (verbales, non verbales, volontaires ou non) constitue le réseau de communication (*cf. Les universaux des jeux sportifs collectifs*, p. 33). Sur le plan biologique, la production d'une frontière incarne ce que Varela nomme « clôture opérationnelle » (1989, p. 21). Angelier (2008) souligne que la frontière n'est pas nécessairement physique, mais doit être malléable et perméable. Elle peut être relativement floue et/ou abstraite, comme dans les groupes sociaux. Le cas du *référentiel commun* – que nous avons détaillé dans la section I. 3 – illustre le caractère essentiellement « cognitif » que peut prendre la frontière du système équipe. Toutefois, elle possède également une frontière spatiale (le terrain, l'espace de jeu) et temporelle (le temps du match ou de l'entraînement). Enfin concernant les « réservoirs », Angelier (2008) précise qu'ils permettent de stocker matériaux, énergie et/ou informations. Ils peuvent ainsi être intégrés aux éléments du système. Dans notre cas, les éléments du *système équipe* – les joueurs – « stockent » et « échangent » des connaissances, via des communications variées. Ces *interactions autopoïétiques* sont à la fois produits et productrices de la frontière, délimitée par le *référentiel commun*, participant à son renforcement/affaiblissement ou à son extension/contraction.

Concernant l'aspect fonctionnel du système « équipe de football », il est constitué selon Gréhaigne (1992, p. 48) : i) des *flux d'énergie, d'informations ou d'éléments* qui circulent (les joueurs, le ballon, les changements, l'état de fatigue, etc.) ; ii) des *vannes contrôlant les débits des différents flux* (le porteur de balle, les choix tactiques momentanés des joueurs, l'arbitre, etc.) ; iii) des *délais*, résultant des vitesses différentes de circulation des flux, du temps de réponse des vannes (créer un espace libre, prendre un intervalle, reconstituer un barrage défensif). Par ailleurs, certains systèmes adoptent une structure et un fonctionnement partiellement ou totalement hiérarchisés (nous y reviendrons dans la section II. 3). Au sein de ces sous-ensembles, les éléments interagissent de façon exclusive ou privilégiée. C'est le cas pour les équipes de jeux sportifs collectifs pour lesquelles des réseaux privilégiés se créent entre certains joueurs, installant le plus souvent des automatismes entre des individus spatialement proches sur le terrain. Dès lors, la répartition des individus en sous-systèmes « permet de limiter le nombre d'interactions à gérer et d'accroître la complexité globale du système sans

compromettre sa stabilité. À ceci il faut ajouter le mode d'organisation des interactions » (Angelier, 2008, p. 86). Ces modes d'organisation, résultant des caractéristiques structurelles et des propriétés fonctionnelles, déterminent fondamentalement les niveaux de complexité du système (*cf.* Annexe II. C).

II. 1. B) Les systèmes auto-organisés

D'après Walliser (1977, p. 113 repris par Gréhaigne, 1992, p. 50), les systèmes auto-organiseurs représentent le plus haut niveau de complexité. En leur sein, toute action implique « une forme de jeu », de « liberté d'action » (Morin & Le Moigne, 1999, p. 296). L'auto-organisation est une forme particulière d'organisation, auto-productive – donc *autopoïétique* – caractéristique de certains systèmes complexes autonomes, qui possèdent leurs propres lois. Elle « désigne des phénomènes au cours desquels une structuration spatiale et (ou) temporelle apparaît, soit spontanément, soit sous l'action de flux énergétiques, entropiques ou informationnels » (Angelier, 2008, p. 106). Autrement dit : « Un processus auto-organisé est un processus au cours duquel des structures émergent au niveau collectif, à partir de la multitude des interactions entre individus, sans être codées explicitement au niveau individuel » (Gervet & Pratte, 1999, p. 296). Pour Angelier (2008), qui – après l'émergence – considère l'auto-organisation comme la seconde propriété fondamentale des systèmes complexes, cette dernière résulte des propriétés des composants et de leurs interactions, donc de la complexité. Ainsi, l'apparition d'une structure auto-organisée est d'abord une réponse aux propriétés d'émergence des systèmes complexes : « Au cours d'un processus d'auto-organisation, une structure à l'échelle N+1 est produite à partir d'une dynamique définie à l'échelle N » (Gervet & Pratte, 1999, p. 296). Néanmoins, ce processus ne requiert pas que les individus soient complexes, puisqu'il résulte des interactions interindividuelles et entre les individus et leur environnement : « une structure collective très complexe peut être générée à partir d'une simplicité individuelle (relative), à partir de multiples interactions spontanées entre les composants » (Angelier, 2008, p. 106), nous ramenant au principe fondamental du vivant : la *simplicité* (Berthoz, 2009). Ainsi, la complexité de la structure du système est nécessaire – qu'il s'agisse d'une structure spatiotemporelle physique ou sociale. Or, si la complexité tisse des liens entre les constituants au niveau microscopique et que l'émergence produit des comportements nouveaux à l'échelle macroscopique, l'auto-organisation « établit des relations entre les niveaux microscopique et macroscopique » (Atlan, 2010, p. 11).

Une fois de plus, s'installe une forme de circularité au sein de la complexité, qui n'est pas sans rappeler le *principe de récursion organisationnelle* (Morin, 1990). Tel un tourbillon, le processus récursif est un mouvement spiralaire dont les produits et les effets sont en même temps causes et producteurs de ce qui les produit. Nous retrouvons ce principe à toutes les échelles de complexité, de l'individu à la société. Il touche donc également les phénomènes d'intelligence collective.

Les systèmes complexes qui atteignent le stade le plus évolué de l'auto-organisation – comme les équipes – disposent d'une propriété essentielle : l'apprentissage. A ce propos, Gréhaigne (1992) – en accord avec Menaut (1991) – décrit les équipes de football comme des systèmes auto-organiseurs et auto-didactiques (de type 3) dont la principale propriété fonctionnelle est l'apprentissage. Néanmoins, les équipes puisent également dans les propriétés des systèmes de « type 1 et 2 », respectivement la stabilité et l'adaptation (*cf.* Annexes II.C.1-2). De plus, le *système équipe* produit et s'appuie sur des connaissances pour partie partagées, qui traduisent des expériences communes en constante évolution. De cette façon, les joueurs « régénèrent continuellement par leurs transformations et leurs interactions le réseau qui les a produits » (Varela, 1989, p. 45), c'est-à-dire l'équipe. Cette dernière est donc un système autopoïétique dont la complexité est suffisante pour faire émerger des propriétés cognitives indispensables au stade supérieur : celui de l'apprentissage. Varela définit par *apprentissage* la transformation des états possibles d'un système – en l'occurrence le système nerveux – durant son ontogénèse en raison de ses interactions avec l'environnement (1989a, p. 154). Dans le cas d'une équipe de football, l'actualisation des expériences et des connaissances se traduit également par une modification de l'organisation¹¹³ des états possibles du système – donc un apprentissage. Par ailleurs, « l'apprentissage lui-même est [...] fondamentalement inséparable de l'organisation de l'ontogénèse du système dans son ensemble » (Varela, 2017, p. 173), il nécessite donc que le système soit cognitif. Puisque la cognition concerne la réorganisation de l'équipe, l'apprentissage est une propriété révélatrice du passage d'un système de type 2 au niveau supérieur : celui des *systèmes auto-organisés* et *auto-didactiques* (Walliser, 1977).

¹¹³ En revanche, le remplacement d'un joueur par un autre entraîne un changement dans la structure, pouvant causer des déséquilibres plus importants, plus visibles et plus immédiats. En cours de jeu, les changements (remplacements) sont d'ailleurs utilisés pour palier un déséquilibre mais peuvent causer l'effet inverse. D'autre part, la notion de permutation – c'est-à-dire le remplacement éphémère (spatial et fonctionnel) d'un joueur par un autre déjà présent dans l'équipe – est source d'auto-organisation.

II. 1. C) Propriétés des équipes comme systèmes complexes

Nous avons mis en évidence certaines propriétés saillantes des systèmes complexes en général. Toutefois qu'en est-il pour les équipes de sports collectifs, et plus particulièrement celles de football ? La connaissance des individualités suffit-elle à comprendre le fonctionnement de l'équipe ? A prédire ses résultats et performances ? En clair, l'équipe est-elle plus ou moins que la somme des joueurs qui la compose ?

En premier lieu, Gréhaigne considère l'équipe comme « une totalité en perpétuelle construction avec des réseaux de communications variés et complexes » et dont la complexité ne peut « se ramener à la somme des individus qui la composent » (1992, p. 52). Au sein de l'équipe, le fonctionnement de chaque joueur est à la fois interdépendant et indissociable du fonctionnement du reste du système. Dans le même temps, chaque élément est conçu en relation avec les niveaux *supra* et *infra*. Cette propriété, appelée *dépendance interactive* (Delignières, 2009), est un des principes fondamentaux de la systémique. De ce dernier naît celui d'*émergence*, que l'on peut traduire ainsi : des interactions multiples et continues entre les joueurs émerge une nouvelle entité globale – à un niveau *supra* – dont les propriétés macroscopiques diffèrent de celles des éléments pris isolément (propriétés microscopiques au niveau individuel). Cette émergence n'est pas imposée de l'extérieur, « mais apparaît spontanément dans l'organisation même du système » (2009, p. 46). L'entité systémique en question est l'équipe. Par ailleurs, les joueurs sont porteurs d'informations/de connaissances qui concernent la totalité à laquelle ils appartiennent, et dont ils contribuent à l'évolution tout en maintenant son autonomie. Nous convoquons à ce propos le *principe hologrammatique*, qui s'inspire de l'image des hologrammes, pour lesquels chaque élément contient la (quasi)totalité de l'information de l'objet global¹¹⁴. Il peut être décrit en ces termes :

Chaque partie du monde porte en elle la totalité du monde, et de chaque partie du monde dépend tout le reste. Chaque nœud, chaque lien, a une influence sur la totalité de l'écosystème auquel il appartient, mais, en le modifiant par son action, il est, par voie de conséquence, lui-même changé en raison de la transformation de son écosystème (De Rosnay, 2018, p. 158).

Ce principe se traduit par une double influence *top-down/bottom-up* : Les joueurs possèdent bien des connaissances partagées sur le jeu, sur l'équipe (c'est le référentiel commun) et

¹¹⁴ Pour exemple, chacune de nos cellules contient la totalité du patrimoine génétique de notre organisme. Au niveau sociétal, tout individu appartient à la société, société qui « vit » en chaque individu au travers des normes, des langues, de la culture, etc.

modifient cette entité supérieure. En retour, l'équipe affecte les joueurs par le biais des propriétés émergentes. Cependant, ces derniers ne sont nullement de pâles copies les uns des autres. Ils possèdent leurs propres histoires, subjectivités et compétences. Nous ne sommes pas en présence d'un hologramme « parfait », il se confronte en permanence au « bruit¹¹⁵ » de la diversité. Le contraire serait-il véritablement souhaitable ? D'ailleurs, Gréhaigne précise que pour maintenir la stabilité du système équipe, il faut préserver une certaine diversité, car elle est « créatrice, elle accroît la complexité et conduit à des niveaux d'organisation plus élevés tant que la cohésion du groupe ou le renouvellement de celui-ci est préservé » (1992, p. 52). Nous reviendrons sur l'importance de la diversité, notamment pour l'émergence d'une intelligence collective, dans la section II. 3.

Précédemment, nous avons formulé l'hypothèse générale suivante : *seul un système complexe autopoïétique peut générer assez d'interactions (entre ses parties et avec le contexte) pour faire émerger une forme d'intelligence collective*. En outre, plusieurs auteurs soutiennent que les équipes de jeux sportifs collectifs interpénétrés peuvent être modélisés comme des systèmes sociaux complexes (McGarry et al., 2002; Passos et al., 2013), faisant preuve d'une capacité d'auto-organisation. Or, tout système complexe auto-organisateur possède des propriétés *synchroniques*, qui concernent les relations entre les diverses caractéristiques des éléments du système à un instant donné ; et des propriétés *diachroniques*, qui concernent l'évolution temporelle des relations entre les mêmes caractéristiques du système. Dans le cas de l'équipe, les propriétés synchroniques représentent les interactions entre les joueurs, alors que les propriétés diachroniques concernent l'histoire de l'équipe. Nous pouvons ainsi admettre qu'elle est un système autopoïétique dont les joueurs « régénèrent continuellement par leurs transformations et leurs interactions le réseau qui les a produits » (Varela, 1989, p. 45), et composent l'équipe en tant qu'unité et totalité concrète dans un périmètre délimité par : i) un espace topologique, l'espace de jeu effectif et ii) une frontière cognitive, le référentiel commun. Cette capacité de se maintenir, de s'autoproduire, de s'autodéterminer et de s'auto-organiser, repose sur plusieurs principes. Tout d'abord le principe de *rétroactivité*, selon lequel l'équipe s'autorégule dans un périmètre d'états acceptables¹¹⁶ grâce au phénomène d'homéostasie – impliquant que la cause agit sur l'effet et l'effet sur la cause.

¹¹⁵ La notion de *complexité par le bruit* (Atlan, 1979) est détaillée en annexe (II. D).

¹¹⁶ Distance entre les lignes, entre les joueurs, quantité de mouvement, diversité cognitive, etc.

Dans le même temps, les produits et effets du système équipe sont eux-mêmes causeurs de ce qui les produit (les joueurs), c'est le principe de *récurtivité*. Il s'agit d'un processus d'autoproduction, dynamique et cyclique, induisant que l'équipe est une entité *organisée* et *organisante*. Nous observons également que le système équipe évolue dans un environnement qui lui-même peut constituer un système complexe de niveau supérieur : le match¹¹⁷. On parle alors de « super-système » ou de « supra-système », nous renvoyant au principe d'*auto-éco-organisation* (Morin, 1990). D'autre part, « on ne saurait comprendre et expliquer la complexité de l'objet des jeux sportifs collectifs, en tant que système de transformation, qu'en faisant appel à un modèle intégrant les notions d'ordre, de désordre (cf. Annexe II. E), d'interaction et d'organisation » (Menaut, 1982, p. 78). Or « si l'on considère que l'ordre est assimilable à l'équilibre, le progrès est de pouvoir passer de l'ordre vers le désordre ou l'inverse sans déstabiliser complètement l'équipe » (Gréhaigne, 2015, p. 98-99). Au football, « la défense tente continuellement de neutraliser l'action des attaquants pour revenir à un état d'équilibre, une position stable afin de récupérer le ballon » tandis que « l'attaque cherche à créer, de façon ordonnée pour elle-même, du désordre dans la défense en vue de rompre l'équilibre et de marquer un but » (Gréhaigne, 1992, p. 92). De plus, le football est une activité produisant des transitions (situations de réversibilité) en abondance¹¹⁸. Ces transitions, véritables moments de déséquilibre, renvoient la plupart du temps à des situations de fortes pressions spatio-temporelles, mettant à mal l'action collective. Pour contrer ces phénomènes, chaque équipe tente de s'auto-organiser, pour maintenir son équilibre tout en déséquilibrant l'adversaire. Il résulte de ces propriétés d'auto-organisation une double spécificité : l'absence de supervision centralisée des comportements, on parle alors de *décentralisation* ; et la répartition de l'action entre les composantes, caractéristique d'une *activité distribuée*. Dans cette perspective, chaque joueur adapte et ajuste son comportement, non pas en fonction d'un « commandement central », mais en fonction des variables locales et globales qui émergent de l'interaction du système (Araújo et al., 2015). En bref, le joueur s'auto-organise et l'ensemble fait émerger le comportement collectif de l'équipe. L'absence de centralisation du contrôle implique une forte *coadaptation* des actions de jeu, conduisant à diverses formes de coordinations, notamment spatio-temporelle (Passos et al., 2008, 2011).

¹¹⁷ Et à un niveau encore supérieur le championnat ou la compétition.

¹¹⁸ Pour exemple, lors du match PSG-Lorient que nous avons étudié : durant les 57 minutes et 43 secondes de temps de jeu effectif (ballon en mouvement dans l'aire de jeu), nous avons comptabilisé 100 moments de transition (la possession de balle passe d'une équipe à l'autre sans stopper la continuité du jeu, nous ne prenons donc pas en compte les 83 remises en jeu). Sur ce match, un moment de transition a lieu toutes les 35 secondes en moyenne.

Pour Gréhaigne (2015), la principale propriété fonctionnelle de l'équipe est l'apprentissage, qui est essentielle aux systèmes cognitifs. De ce point de vue, l'équipe est un système cognitif dynamique au sein duquel la cognition émerge des interactions entre ses membres (Cooke et al., 2013; Gorman et al., 2010). Notons qu'une équipe est dotée de nombreuses capacités cognitives autres que l'apprentissage : mémoire, perception, communication, anticipation (Chapitre III), décision (Chapitre IV) et coordination (Chapitre V). Grâce à ces capacités, les systèmes cognitifs interagissent en permanence avec leur environnement, et ce « couplage entre le système et l'environnement donne naissance à une *intention*, qualité unique de la cognition vivante » (Varela, 2017, p. 138).

Aux capacités cognitives précédemment citées et attribuées aux équipes, il faut donc ajouter l'intentionnalité¹¹⁹. Celle-ci correspond à « la capacité d'avoir des projets, et de produire des comportements ou actions déterminés par ces projets » (Atlan, 2010, p. 208). L'intentionnalité de la cognition – en tant qu'action corporellement inscrite – s'illustre dans le caractère dirigé de l'action. On entend ainsi par intentionnalité, l'activité cognitive qui *tend vers* quelque chose en déployant des *possibilités d'action*, à partir de notre représentation de cette chose, ce qui revient à lui octroyer une signification (Varela, 1996). Cette « création incessante de nouvelles significations » (Atlan, 2010, p. 33) produit une forme d'auto-organisation *fonctionnelle et intentionnelle*. Il faut alors considérer que toute action volontaire – consciente ou non – est dirigée vers et par un but : « Ceci résulte de ce que les intentions sont décrites comme des actions intentionnelles et non comme des états mentaux intentionnels causes d'actions » (Atlan, 2010, p. 262).

Dans cette perspective, la finalité de l'action se place au commencement de la pensée qui l'oriente. « Le double versant de l'intentionnalité correspond ici à ce que le système considère être ses possibilités d'action, et à la manière dont les situations qui en résultent satisfont ou non ces possibilités » (Varela et al., 1993, p. 279). Elle se traduit en cours de jeu par les actions tactiques des joueurs et de l'équipe. En tant que système autonome capable d'apprentissage et orientée vers le gain du match, l'équipe peut ainsi faire preuve d'intentionnalité collective : elle s'exprime au travers des comportements tactiques mis en œuvre parmi le champ des possibles.

¹¹⁹ Nous devons cette notion à Brentano, pour qui tous les états mentaux ont lieu à propos ou en direction de quelque chose. Dans cette perspective, l'intentionnel ne doit pas être entendu dans le sens de « faire quelque chose exprès ».

Synthèse de la section II. 1 :

Nous avons souligné les liens étroits existant entre les notions d'intelligence et de complexité. D'une part, plus une situation est complexe, plus le niveau d'intelligence requis pour la résoudre, la comprendre, la transformer, est grand. D'autre part, plus l'intelligence est développée chez un individu – ou un collectif – plus la complexité est grande au sein de l'entité produisant le comportement intelligent. Ainsi pour Morin et Le Moigne les deux concepts sont interdépendants, réversibles, et même indissociables : « intelligence de la complexité, complexité de l'intelligence » (1999, p. 271). Aussi, l'enchâssement – c'est-à-dire la présence de plusieurs niveaux interconnectés et interdépendants – qui est une des principales clés de la complexité, l'est également pour l'intelligence.

Du fait de la multitude d'interactions qui se produisent en leur sein, les équipes de football sont des systèmes complexes. Elles ont pour propriété l'*homéostasie* (Damasio, 2010; Varela, 1989), étant par exemple capables de temporiser le jeu pour s'organiser sur le plan collectif ou « reformer le bloc défensif » en retrouvant une distance acceptable entre les joueurs/lignes. De plus, nous pouvons les considérer comme de véritables systèmes *cognitifs*, possédant la *faculté de connaître* (Oléron, 1994) c'est-à-dire « d'acquérir, de traiter, d'emmagasiner et de récupérer l'information fournie par l'environnement et d'agir en conséquence » (Doré, 2019, p. 23). Ainsi, les équipes utilisent l'ensemble des processus permettant l'intégration, l'appropriation et l'utilisation de connaissances sous toutes leurs formes : « perception, apprentissage, mémoire, langage, intelligence, attention, conscience... » (Dortier, 2014, p. 8). Enfin, ce sont des systèmes auto-organisés dont les deux principales dispositions sont *l'apprentissage et l'adaptation*.

Or, dès qu'un système complexe est auto-organisé, donc autonome, il fait preuve à un niveau *infra* d'une intelligence que lui confère sa complexité, c'est-à-dire l'ensemble des interactions présentes dans le système. En effet, on peut parler d'intelligence même sans cerveau, à partir de simples échanges chimiques ou moléculaires chez certains organismes. Et à un niveau *supra*, les comportements collectifs, lorsqu'ils sont adaptés et finalisés, permettent l'expression de l'intelligence collective, le plus souvent sans communication explicite (échanges sémiotiques), ni conscience de ces interactions. L'aspect « finalisé » du comportement est entendu comme intentionnel, donc dirigé vers et par un but, alors que les différentes capacités cognitives de l'équipe lui permettent de produire et d'intégrer des significations. Ce sont ses processus cognitifs, qui caractérisent l'intelligence d'un système : « représenter, élaborer ou concevoir, choisir ou sélectionner » sont les trois fonctions fondamentales d'un système de décision intelligent (Simon, 1960 cité par Morin & Le Moigne, 1999, p. 278).

Les deux sections suivantes permettront de développer le passage d'une *infra* intelligence, dont nous venons de poser les bases, à une *supra* intelligence : l'intelligence collective.

II. 2) De l'intelligence protéenne

Dans cette section, nous tenterons d'apporter quelques éléments de réponse à la question : *Qu'est-ce que l'intelligence ?* Nous verrons que l'intelligence – en plus d'être un concept *éthéré*¹²⁰ – est par essence *protéiforme* (Oléron, 1989), osons dire *protéenne*¹²¹. Ainsi, aborder l'intelligence revient à entrer d'une part dans un dialogue entre des réflexions épistémologiques centrales : Comment définit-on l'intelligence ? Comme l'étudie-t-on ? Et d'autre part des réflexions ontologiques fondamentales : L'intelligence existe-t-elle ? Depuis quand et dans quels contextes ? Est-elle *Une* et *Unique* ou bien *multiple* et *variée* ? Peut-on concevoir différents degrés d'intelligence, auquel cas sont-ils raisonnablement comparables ? Enfin, « quand nous définissons l'intelligence de telle ou telle manière, est-ce que nous ne sommes pas en fait le jouet de pré-conceptions, de préjugés sociaux, culturels, historiques... » (« Intelligence(s) », 2019, p. 10). En premier lieu, nous tenterons de définir les contours de ce que l'on peut nommer *Intelligence* au singulier. Puis nous voyagerons des *multiples théories de l'Intelligence* à la *Théorie des intelligences multiples*, explorant sa dimension plurielle. Pour terminer, nous aborderons les intelligences en jeu dans l'activité football.

II. 2. A) *La poursuite d'une définition universelle*

Communément, nous avons longtemps considéré l'intelligence comme la capacité à utiliser une expérience antérieure pour s'adapter à une situation inédite. Pour Brun (« Intelligence(s) », 2019), cette définition très générale est pertinente car elle rend possible la continuité des intelligences humaines, animales, artificielles voire végétales. Néanmoins elle a le défaut de son avantage : « elle est tellement générale qu'en fait tout phénomène adaptatif devient intelligent » (p. 11). Or, cela pourrait amener à conclure que tout phénomène évolutionniste est intelligent, et ainsi ouvrir la porte au *dessein intelligent*. C'est pourquoi « nous avons besoin d'une définition de l'intelligence pour disposer de critères nous permettant de définir des comportements de manière comparative d'une espèce à l'autre, au sein d'une même espèce, et les performances cognitives que les uns et les autres peuvent avoir » (p. 11).

¹²⁰ Qui renvoie à l'éther, dont le *Littré* donne la définition suivante : « Selon les anciens, substance très subtile au-dessus de la sphère de l'air, qui pouvait s'allumer par le frottement des sphères supérieures, et était ainsi la matière du feu ». Désigne donc une « substance » à la fois invisible, impalpable et pourtant omniprésente, conçu comme supérieure, tendant vers le sublime.

¹²¹ Selon le *Littré*, qui varie, qui change de forme. Comme Protée – divinité grecque de la mer – qui « *Sous diverse figure, arbre, flamme, fontaine, S'efforce d'échapper à la vue incertaine Des mortels indiscrets* » (Rousseau).

De définitions, plus ou moins complètes, nous ne manquons pas. Comme le souligne Oléron, il y en a plutôt pléthore :

Le problème ne serait pas de choisir entre elles ou d'en proposer une nouvelle dont on ferait valoir la pertinence, mais de montrer, ce qu'on pourrait faire assez facilement si l'on en prenait le temps, que la plupart des définitions proposées *sont compatibles* et qu'elles insistent sur une facette qui n'est pas la négation des autres, mais plutôt un complément (1989, p. 145).

En premier lieu, « il apparaît très rapidement qu'il est impossible de trouver une et une seule définition consensuelle de l'intelligence. Les définitions sont bien au contraire diverses » (Demont, 2009b, p. 157). Nous devons alors nous demander ce qu'est l'intelligence :

La capacité d'adaptation ? La finesse, l'acuité, la profondeur ? Une certaine ouverture à la complexité, à l'inconnu, à la nouveauté ? Les définitions esquissent des pistes mais échouent à enserrer cette notion. L'intelligence déborde toujours. Elle n'existe que par ses manifestations, aussi variées et nuancées que la palette humaine : c'est le coup de génie du footballeur, la trouvaille du savant, le flair de l'enquêteur, la créativité de l'enfant, la lucidité de l'aïeul, la délicatesse de l'ami, la malice du clown, la perspicacité du soignant, la débrouillardise du bricoleur, l'illumination du poète, la sensibilité du pianiste, la sagacité lumineuse du philosophe (Lhéréte, 2022, p.3).

Comme souvent, une approche étymologique peut s'avérer éclairante. Dérivant du latin *intellegere* (comprendre), de *inter* (entre) et *legere* (choisir), l'intelligence est d'un point de vue général : la faculté de comprendre, de connaître, mais également de choisir, de sélectionner et donc d'agir. Jacquet invite à s'éloigner de l'étymologie commune (« Intelligence(s) », 2019), pour se rapprocher de la racine *inter-ligo* : « lien entre ». Elle précise que l'intelligence évoque avant toute autre chose la notion de *lien* : « entre les idées, lien entre les situations, lien entre les formes, lien entre les objets, lien entre les données, et bien sûr, lien entre les gens » (p. 9). Un appel à la reconnaissance de l'intelligence collective, nous y reviendrons. A ces mots nous ajouterions : lien avec la *connaissance*, et plus globalement avec la *cognition*. Ce qui nous amène à considérer l'intelligence comme « ingénierie des connaissances » (Oléron, 1994, p. 82). En effet, nous ne pouvons pas comprendre l'intelligence « si l'on ne tient pas compte de la *multiplicité des connaissances* que le sujet acquiert, conserve et met en œuvre. En particulier, c'est grâce à ces savoirs et leur mobilisation qu'il peut résoudre les problèmes auxquels il est confronté » (Oléron, 1989, p. 108).

L'intelligence requiert ainsi des connaissances, mais également « de s'entendre mutuellement, et par récursivité, de s'entendre soi-même, donc de se représenter une situation, de connaître » (Morin & Le Moigne, 1999, p. 277). Elle consiste à produire de l'intelligible pour soi à partir du tangible : c'est un *phénomène cognitif* par essence, sans se résumer à la cognition en tant qu'opération. Dans cette perspective, l'intelligence ne représente plus seulement la capacité de résoudre des problèmes, mais la « capacité d'entrer dans un monde partagé de significations » (Varela et al., 1993, p. 280). A propos du partage de significations, un groupe de cinquante-deux chercheurs spécialistes de l'intelligence et de domaines connexes, ont co-signé une déclaration portant sur la conception majoritaire de l'intelligence (Gottfredson, 1997). Le premier item de cette tentative de définition¹²² nous enseigne que :

L'intelligence est une capacité mentale très générale qui implique, entre autres, la capacité de raisonner, de planifier, de résoudre des problèmes, de penser de manière abstraite, de comprendre des idées complexes, d'apprendre rapidement et de tirer parti de l'expérience. Il ne s'agit pas simplement de l'apprentissage d'un livre, d'une compétence académique étroite ou de l'aptitude à passer des tests. Il s'agit plutôt d'une capacité plus large et plus profonde à comprendre ce qui nous entoure, à « saisir », à « donner un sens » aux choses ou à « trouver » ce qu'il faut faire (traduction libre de Gottfredson, 1997, p. 13).

Cette proposition tente d'intégrer toutes les dimensions qui caractériseraient l'intelligence, dans une perspective très inclusive du concept. Néanmoins, loin de lister l'ensemble de ses manifestations possibles, il s'agit d'une énumération de différentes capacités provenant d'une aptitude mentale plus générale¹²³. Pour Oléron, l'intelligence de l'Homme désigne « un ensemble d'habiletés, de savoirs et de savoir-faire, de compétences... dont *dispose* l'être humain, qu'il possède, qui sont à lui ou de lui, attributs ou constituants qui font partie de sa nature et contribuent à la définir » (1989, p. 9). Cette définition nous amène à considérer l'intelligence comme un « avoir », une chose que l'on possède ou dont on est dépourvu. Ainsi entendue, l'intelligence représenterait une aptitude – que nous possédons ou dont nous serions dénués – à résoudre des problèmes de façon adaptée, en s'appuyant sur une pensée abstraite et un ensemble de capacités cognitives (apprentissage, mémoire, vitesse de traitement, langage, logique, créativité, etc.).

¹²² Nous ne pouvons néanmoins parler d'une définition collective puisque comme le précise Gottfredson (1997), les universitaires invités à signer la définition ne pouvaient la réviser ou l'amender. Seul un choix binaire – signer ou non – était possible. Sur les 100 réponses reçues, 52 chercheurs ont validé l'ensemble des items. Pour autant, les non-signataires ne réfutaient pas toutes les propositions. Notons que le recours à l'intelligence collective aurait nécessité la co-construction de cette définition.

¹²³ A ce propos, voir l'annexe II. F reprenant les caractéristiques les plus communément rattachées au concept d'intelligence.

Or, il ne s'agit plus de se représenter l'intelligence comme un « acquis » (*avoir* de l'intelligence) ou comme un « état » (*être* intelligent) mais comme un « comportement » (*faire* preuve d'intelligence).

Piaget entend « par comportement l'ensemble des actions que les organismes exercent sur le milieu extérieur pour en modifier des états ou pour changer leur propre situation par rapport à lui » (1976, p. 7). Les comportements peuvent prendre des expressions variées : la recherche de nourriture, l'utilisation d'un instrument ou d'un objet, la coopération, la compétition, etc. Ils sont plus ou moins complexes et conscients, ne consistant d'abord qu'en des conduites sensori-motrices « simples » (perceptions et mouvements combinés). A des niveaux plus élevés, le comportement aboutit à de remarquables formes d'intelligence (voir Annexe II. H). Par ailleurs, tout comportement – dès ses formes les plus simples – est orienté vers un résultat poursuivi en tant que but à atteindre et sortant du cadre purement somatique (Piaget, 1976). Dans cette perspective, un comportement découle toujours d'une intention – qu'elle soit consciente ou non – à l'inverse des aptitudes et caractéristiques. Il est *finalisé* et consiste en une action visant à atteindre un résultat extérieur (Legg & Hutter, 2007). En outre, une « intelligence aiguë ne va pas sans visée, elle implique une aptitude à atteindre le but » (Detienne & Vernant, 1978, p. 297), donc une *intentionnalité*. Ainsi, l'intelligence est presque synonyme de « système dirigé vers des objectifs » (Werbos, 2009). Wechsler (1944) considérait déjà l'intelligence comme « la capacité complexe ou globale d'un individu d'agir en fonction d'un but, de penser rationnellement et d'avoir des rapports efficaces avec son environnement » (cité par Chartier & Loarer, 2008, p. 10). Toutefois, pour être considéré comme intelligent, le comportement doit nécessairement être *adapté*. Dans cette perspective : « on pourrait dire qu'un individu est intelligent, à un moment donné, lorsqu'il élabore un comportement adapté à une situation donnée » (Lautrey & Richard, 2005, p. 276). Autrement dit, *l'intelligence caractérise un comportement adapté et finalisé, produit par un agent en interaction avec son environnement*.

Cette finalité adaptative est présente dans la plupart des définitions. En effet, de nombreux auteurs ont souligné les liens étroits qui unissent *intelligence* et *adaptation*. L'intelligence « n'existe que parce qu'elle sert à quelque chose. Elle sert à mieux nous adapter au milieu physique de la nature et au milieu moral de nos semblables » (Binet, 1908, cité par Oléron, 1994, p. 11-12). A ce titre, la référence à l'adaptation renvoie en premier lieu à *une perspective biologique* et rattache l'intelligence aux caractéristiques propres des êtres vivants.

En second lieu, elle s'inscrit dans une perspective psychologique (comportement adapté), constituant l'essence même de l'intelligence. Cette idée rejoint le postulat formulé par Piaget (1967) : l'adaptation biologique est à la base de tout comportement intelligent. Dans cette perspective, il est fréquent « de caractériser l'intelligence par l'*adaptation* » (Oléron, 1989, p. 148). D'autant que cette capacité d'adaptation « est sans doute la définition générale la plus exacte que l'on puisse en donner » (Houdé, 2019, p. 72). La plus générale certes, mais est-elle la plus opérationnelle ?

Le concept d'adaptation pris comme tel, semble trop vaste pour fournir – à lui seul – une définition efficiente de l'intelligence. Plus que l'adaptation comme caractéristique, c'est l'action de s'adapter qui décrit l'intelligence : Ainsi être intelligent, c'est percevoir la complexité et s'y adapter. Cette perspective fait référence aux possibilités adaptatives, renvoyant à la notion d'adaptabilité : « une forme supérieure d'adaptation permettant à l'organisme de tenir compte et de réagir d'une manière appropriée à des éléments ou conditions de plus en plus variés et de plus en plus distants de ceux qui font intervenir des adaptations élémentaires » (Oléron, 1994, p. 12). Cette « forme supérieure d'adaptation », en tant que capacité à s'adapter, traduit le degré de *création adaptative* (Varela et al., 1993). Le panorama des possibles adaptatifs (dimension synchronique) renvoie à l'essence même de l'intelligence : « *An agent's ability to achieve goals in a wide range of environments* » (Legg & Hutter, 2007, p. 402). Notons qu'à travers les notions « de création et surtout d'adaptation, les hommes précisaient de mieux en mieux la question de l'intelligence » (Dehaene et al., 2018, p. 21). Toutefois, « pour être en droit de parler d'intelligence, il faut que l'adaptation réalisée soit *nouvelle*, résulte d'une invention attribuable à un individu ou à un groupe » (Oléron, 1994, p. 45). Dans ce cas, on parle d'adaptativité (dimension diachronique),

Par conséquent, l'intelligence – que Piaget qualifie de « comportement supérieur » (1976, p. 21) – est davantage qu'une adaptation-survie, somatique, c'est « une adaptation praxique et cognitive en ce qu'elle exige une structuration du milieu par l'organisme » (p. 20), conduisant « à un savoir-faire isomorphe à un système cognitif » (p. 180). Ce postulat est repris par Varela (2017) lorsqu'il fixe le prérequis minimal pour qu'il puisse être question d'intelligence : l'existence d'un agent en interaction avec son environnement, via un *système cognitif*. En outre, ce qui caractérise l'intelligence, « ce sont moins les compétences en tant que telles que la mise en œuvre de celles-ci : le choix de mettre en œuvre telle compétence et de le faire à tel moment en fonction du contexte » (Lautrey & Richard, 2005, p. 291).

Dès lors, pour modéliser l'intelligence, il s'agit de « reconnaître les actes, les actions, les comportements par lesquels se manifestent l'activité et l'évolution de ce phénomène » (Morin & Le Moigne, 1999, p. 284). Un point de vue partagé par Demont : « le terme désigne un ensemble de processus qu'il s'agit alors de décrire tout en comprenant les conditions de leur mise en œuvre. Ce qui renvoie notamment à la question de la mesure¹²⁴ de l'intelligence » (2009b, p. 157). L'approche la plus influente, celle qui a structuré les recherches et les tests durant le XX^{ème} siècle, repose sur l'existence d'un facteur général mesuré par des tests psychométriques. Cette perspective, bien qu'ayant produit une quantité substantielle de connaissances, laisse de nombreuses questions sans réponse. Ainsi, nous en savons relativement peu sur les formes d'intelligence que les tests ne permettent pas aisément d'évaluer : intelligences créative, sociale, motrice, etc. Ce large spectre ouvre de nombreuses possibilités pour la conception de l'intelligence : « *Because there are many ways to be intelligent, there are also many conceptualizations of intelligence* » (Neisser et al., 1996, p. 95).

II. 2. B) La théorie des intelligences multiples

S'il met en avant l'existence d'une intelligence générale mesurable et transférable, Gottfredson (1997) évoque également la présence « d'autres intelligences » (item 13). Pour Dehaene, c'est d'ailleurs « l'une des caractéristiques principales de notre intelligence que de faire feu de tout bois, de s'adapter à toutes les circonstances » (2018, p. 137). En effet l'intelligence est partout, car elle est avant tout *polymorphe*. Comme le souligne Bockaert, « l'intelligence, définie comme la capacité d'adaptation à des situations nouvelles, se décline en de nombreux sous-types » (2017, p. 119). Cette pluralité devrait alors pouvoir être identifiée, décrite et isolée. La diversité de ses manifestations, de ses contextes d'expression, peut-elle nous conduire à admettre la multiplicité des intelligences ?

Décider si l'intelligence est une ou multiple est une manière d'accéder à sa nature, à défaut d'aller jusqu'à dire, dans une brève définition ou un long traité, ce qu'elle est. Mais c'est aussi un problème qui paraît susceptible d'être traité empiriquement, sur la base de constats et d'analyses (Oléron, 1989, p. 114).

¹²⁴ Cf. l'Annexe II. G synthétisant l'évolution des mesures de l'intelligence depuis le XX^{ème} siècle.

Dans son ouvrage *Frames of Mind* (1983), Howard Gardner livre une approche relativement novatrice de l'intelligence, venant bousculer les conceptions ancrées jusqu'alors. Lors de ses recherches, il observe que les facultés intellectuelles peuvent conserver une certaine indépendance les unes vis-à-vis des autres. Ce constat l'incite à développer la *théorie des intelligences multiples* (TIM). Pour Gardner (1983), les facultés sociales, émotionnelles, artistiques ou sportives correspondent à de « nouvelles » formes d'intelligence. A contre-courant, il affirme le QI repose sur les seules intelligences valorisées et évaluées à l'école : celles des compétences *logico-mathématiques* et *verbales-linguistiques*. Gardner soutient que nos conceptions de l'intelligence devraient être éclairées par de multiples perspectives : des études portant sur des enfants et des adultes, des sujets « lésés », « normaux » et « doués », dans des domaines variés. De ses observations, Gardner induit sept (1983) puis neuf (1993) formes d'intelligence, qu'il considère indépendantes les unes des autres, bien que certaines interagissent plus fréquemment. Parmi elles, on dénombre notamment les intelligences : linguistique, logico-mathématiques, intra-personnelle, interpersonnelle, visuo-spatiale, kinesthésique, etc. Nous détaillons leurs caractéristiques dans l'annexe II. H. Gardner précise que cette liste n'est pas exhaustive et que de nouvelles formes pourraient venir s'ajouter au tableau, comme les intelligences *existentielle/spirituelle* et *sociétale* récemment (Bockaert, 2017). Il ajoute également que ces formes d'intelligence sont des « potentiels biologiques bruts » – se manifestant au travers de « phénomènes » (H. Gardner, 1996, p. 25) – qu'il s'agit de développer chez chaque individu, dans le contexte particulier qui permet leur expression. A ce titre, nous devons pouvoir constater différents niveaux de compétence pour chaque forme d'intelligence : du « stade initial » au « stade expert ». Les jugements sur les compétences et performances des individus – donc sur la qualité de leurs intelligences – sont portés à l'échelle du « champ » (autorité, institutions, compétition, majorité). Elles peuvent ainsi présenter quelques limites.

Reposant sur des données intuitives, cette théorie reçoit de nombreuses critiques, bien que trouvant un écho significatif au sein de la communauté éducative (Neisser et al., 1996). En effet, il s'agit d'une conception plus inclusive car parler de *formes d'intelligence* c'est exprimer l'idée « que les sujets pourraient être intelligents *autrement, différemment* » (Oléron, 1994, p. 44). En rupture avec les conceptions précédentes de l'intelligence, centrées sur le facteur *g*, la théorie des intelligences multiples (TIM) se focalise davantage sur les conditions d'expression de l'intelligence. Selon Gardner, le facteur *g* est un attribut, un talent inné, stable qui ne se modifie guère avec l'expérience.

Sa théorie est davantage « située » et diversifie les intelligences au travers des formes qu'il identifie. D'ailleurs Gardner définit l'intelligence comme « la faculté de résoudre des problèmes ou bien de produire des biens qui ont de la valeur dans une ou plusieurs cultures ou collectivités » (1996, p. 19). Il précise que les problèmes à résoudre « vont de l'invention de la fin d'une histoire à l'anticipation d'un mat aux échecs, en passant par le raccommodage d'un édredon. Les biens vont des théories scientifiques aux compositions musicales en passant par les campagnes politiques victorieuses » (p. 30).

Pour autant, chacune des intelligences discernées doit posséder un noyau opératoire identifiable, c'est-à-dire un ensemble d'opérations¹²⁵ activées ou déclenchées par des types d'informations spécifiques. Ce modèle est ainsi strictement cognitif, et même symbolique. En effet Gardner précise que chaque forme doit pouvoir être représentée par un « système symbolique de codage » comme le langage ou les mathématiques. Aussi, ces différentes formes ne fonctionnent pas en « vase clos » mais bel et bien de concert. La plupart des situations que nous rencontrons nécessitent en effet le recours à plusieurs formes d'intelligence. Toutefois, Gardner constate que la société, l'éducation et la recherche ne mettent en avant que les intelligences logico-mathématiques et langagières. Or, un biais récurrent apparaît concernant les mesures de cette intelligence générale : elles sont médiées par le langage (dans la compréhension et la réponse aux questions). La seule intelligence linguistique « fausse » l'appréhension de la plupart des autres formes. Les remarques plus ou moins désobligeantes sur le QI de certains athlètes – en particulier des joueurs de football – en sont l'illustration. Pourtant, le champ sportif est un formidable terrain d'expression pour les différentes formes de l'intelligence avancées par Gardner. Morin estime d'ailleurs, « qu'il y a une pensée complexe en œuvre quotidiennement sur nos stades » (2020, p. 17).

Dans la lignée de Gardner, certaines conceptions de l'intelligence ont de plus en plus tendance à ne pas considérer l'intelligence¹²⁶ uniquement sous l'angle de la pensée logico-mathématique et verbale. Elles accordent une place plus importante « aux différentes facettes des activités mentales qui contribuent à l'adaptation de l'individu et à son efficacité dans les différentes sphères de ses activités » (Lautrey & Richard, 2005, p. 91).

¹²⁵ En reprenant le terme utilisé par Piaget, Gardner s'inscrit davantage dans la continuité des théories antérieures qu'il ne veut bien l'admettre.

¹²⁶ Parmi les formes les plus notables, notons les intelligences sociale, émotionnelle, intuitive, situationnelle et culturelle (voir Annexes II.H.1 à 5 pour plus de détails).

Les intelligences logico-mathématique et linguistique sont moins sollicitées lors des situations motrices, mais d'autres formes sont nécessaires pour produire une performance sportive. Elles dépendent des caractéristiques de l'activité sportive, de sa logique interne et de la nature des tâches motrices rencontrées. Si l'intelligence kinesthésique est commune à toutes les pratiques sportives, elle n'est pas la seule à être mobilisée dans le champ de la performance. Par exemple, les joueurs de football doivent faire preuve d'intelligence :

- *Kinesthésique*, lors de toute action motrice avec ou sans le ballon ;
- *Visuo-spatiale*, notamment pour les tâches d'anticipation-coïncidence qui nécessitent d'anticiper les trajectoires de balle, voire celles des autres joueurs. Mais également dans la représentation de l'espace dans toutes ses directions, le danger pouvant venir de partout au sein des activités à espace interpénétré ;
- *Interpersonnelle*, au cours des moments de communication, qu'elle soit verbale ou non verbale, sous faible ou forte pression spatio-temporelle. Ces échanges ne se limitent d'ailleurs pas au terrain, mais se déploient en dehors (discussion avec l'entraîneur par exemple) ;
- *Intrapersonnelle*, en lien avec la connaissance de ses capacités, l'estime de soi, l'auto-motivation et toutes les stratégies de préparation mentale.

II. 2. C) Les intelligences en jeu

Nous avons dressé un panorama bigarré des formes d'intelligence, qui met en évidence sa dimension protéenne, s'adaptant aux contextes. Concernant celui qui nous intéresse, à savoir le « terrain de la performance sportive », nous pouvons nous interroger sur les intelligences mobilisées au cours du jeu, dans l'activité football précisément. En premier lieu, il convient de différencier l'intelligence *du jeu*, l'intelligence *du joueur* et l'intelligence *de jeu*. Toutes ces variations concernent les intelligences *en jeu*, c'est-à-dire celles qui s'expriment dans l'activité ludique : i) L'intelligence *du jeu* fait référence à sa complexité, sa faculté autopoïétique dirait Varela (1989). « C'est tout ce que l'activité en elle-même peut faire apparaître de diversité à travers les configurations qui se présentent à l'infini » (Gréhaigne, 2014, p. 189) ; ii) L'intelligence *du joueur* concerne l'ensemble des formes d'intelligence qu'il est amené à mobiliser par son activité, en cours de jeu ou en parallèle ; iii) L'intelligence *de jeu*, au contraire, s'exprime exclusivement dans le feu de l'action c'est-à-dire dans la sphère du jeu : c'est *l'intelligence tactique* (Gréhaigne, 2014; Mouchet, 2014).

S'agissant de l'intelligence du jeu, nombre d'auteurs mettent en avant son pouvoir éducatif (Bonenfant, 2010; Cotta, 1993; Malaby, 2007; Schmoll, 2011). Menaut ne manque pas de souligner que « l'éducation par le jeu est porteuse d'espérances : nous devons la regarder comme une porte ouverte sur un nouvel art de vivre, comme un chemin privilégié pour atteindre l'autonomie » (1998, p. 53). En outre, le jeu offre un espace avantageux où peut s'exercer l'intelligence humaine (Duflo, 1997b), ou plutôt les intelligences. Il peut être une découverte de la liberté par soi-même, de la règle, du corps, etc. Il s'agit d'un lieu exemplaire de l'apprentissage de soi et d'autrui. En outre, le jeu est « une sorte de simulation qui peut être purement mentale [...] mais qui prépare à ce qui pourra arriver plus tard, dans la vie réelle » (Dehaene et al., 2018, p. 111). C'est pourquoi le jeu de l'enfant est fondamental dans la construction de *ses intelligences*. Le jeu, en encourageant la prise de risque, en focalisant l'individu sur le moment présent, constitue un précieux outil pour développer les multiples formes d'intelligence, notamment l'intelligence intuitive (Cholle, 2007). L'intuition, qui joue un rôle important dans la cognition sociale, est également déterminante pour la prise de décision et la créativité (McCraty & Zayas, 2014), des capacités déterminantes en jeu.

En tant que principal moteur du processus créatif, l'intuition fait partie de la dimension « non rationnelle » de l'intelligence. En effet, elle repose sur l'usage d'informations émotionnelles non conscientes pour prendre des décisions rapides (Molga, 2020), face à une situation incertaine. Toute la beauté du jeu, réside en ce qu'il est partout, dans sa forme extensive : dire qu'il y a du jeu, c'est se représenter un « espace de possibles » dans lequel la liberté d'action est délimitée à la fois par « l'acteur » et la situation. Selon Piaget (1981), le possible n'est pas un « observable », il est le produit d'une construction du sujet, en interaction avec les propriétés perçues et réelles de l'environnement donc des affordances (Gibson, 1979; Rietveld, 2013). Ces perceptions, fondamentalement situées, subjectives, évolutives, engendrent – avec l'expérience – l'ouverture sur des possibles de plus en plus nombreux dont les interprétations sont de plus en plus riches. On peut ainsi supposer :

Que l'essence des possibles, à la différence du réel et du nécessaire, est d'intervenir dans le processus même des rééquilibrations et de manifester les pouvoirs du sujet avant leurs actualisations, restant naturellement entendu qu'ils ne sont pas prédéterminés, mais se reconstituent sous de nouvelles formes (Piaget, 1981, p. 9).

Cette pluralité des possibles « suscite l'occurrence de comportements imprévisibles et pourtant intelligibles » (Morin & Le Moigne, 1999, p. 293), qui définissent le spectre d'action à un instant donné. La présence de l'aléa dans toute action, en particulier dans tout jeu, est révélatrice

d'une forme de liberté. Cette *légaliberté* (Duflo, 1997a), contribue à faire de certains systèmes complexes des systèmes intelligents, car le possible participe au processus d'adaptation. Dans le même temps, puisque le jeu est une simulation d'une activité réelle, il peut trouver une utilité certaine en tant que « test » et « école » d'intelligence(s). A ce propos, Molga (2020) précise que les joueurs experts s'appuient sur des expériences, connaissances et intelligences diverses pour reconnaître rapidement certaines configurations et réagir spontanément de façon adaptée : ce que l'on nomme intelligence *du joueur*. Cette dernière prend de multiples formes, d'autant que le football nécessite – du fait de sa complexité – une vaste gamme de compétences : intelligences *interpersonnelle, sociale, émotionnelle* voire *culturelle*¹²⁷ (dans sa relation à autrui, coéquipiers, adversaires, entraîneur, arbitres) ; intelligences *intuitive, situationnelle, créative* (dans ses choix d'action) ; intelligences *corporelle, kinesthésique, visuo-spatiale, motrice*¹²⁸ (dans le déploiement des comportements). Ces formes variées s'expriment en cours de jeu, se traduisant en intelligence tactique. A cet égard, « l'intelligence de jeu dépend avant tout de l'intelligence du joueur » (Gréhaigne, 2014, p. 188), même si toutes ne s'illustrent pas dans la pratique.

Le concept d'intelligence tactique provient de l'affrontement martial. Il s'agit de l'art et de la science de déterminer ce que l'opposition fait ou pourrait faire, d'utiliser les meilleurs moyens pour atteindre un certain objectif (Gréhaigne, 2014). A l'origine, « c'est l'intelligence militaire qui collecte des informations variées nécessaires pour les généraux afin d'anticiper ce qui peut arriver sur un champ de bataille en constante évolution » (p. 26). Mais, à la différence de la stratégie qui se déploie sur un temps long (la guerre), la tactique s'exprime dans l'instantanéité (la bataille). Ce concept d'intelligence tactique, désigne une « *faculté à s'adapter avec justesse, précision, rapidité et efficacité, aux circonstances évolutives du rapport de forces et aux opportunités à saisir* » (Mouchet, 2014, p. 55). Ainsi l'intelligence tactique du joueur caractérise l'efficacité, la permanence et la polyvalence des comportements produits face aux situations de jeu toujours mouvantes et imprévisibles. Précisons que notre travail de recherche porte sur l'intelligence collective *tactique* – et non *stratégique*. Dans ce cadre, l'ensemble des comportements tactiques du joueur repose sur trois « opérations » interconnectées : l'*anticipation*, la *décision* et la *coordination*.

¹²⁷ Il est courant d'observer les difficultés d'adaptation de certains joueurs à la « culture football » d'un pays/championnat dans lequel ils débutent, ou au contraire de noter la facilité d'intégration liée aux similarités culturelles. D'autre part, certains clubs historiques se targuent de posséder une véritable « culture club » qu'il faut assimiler pour réussir.

¹²⁸ Cf. Annexe II.H.6 pour une analyse des types d'intelligence motrice.

En effet « coopérer dans l'action collective, c'est opérer en commun, c'est-à-dire ajuster au moyen de nouvelles actions (ou opérations) tactiques, les actions (ou opérations) exécutées par chacun des partenaires » (Menaut, 1998, p. 196). Dans cette perspective, *co-opérer* au football revient à anticiper, décider et se coordonner collectivement, pour produire une intelligence – de jeu – collective.

Mahlo soulignait déjà en son temps que « la perception et l'anticipation des déplacements de la balle, des partenaires et des adversaires dans leur déroulement spatial et dans leur direction revêtent une importance capitale pour l'activité en jeu » (1974, p. 53). L'intelligence tactique repose ainsi essentiellement sur l'anticipation des actions d'autrui et la prise de décision consécutive à la lecture du jeu. En effet, « les décisions motrices prises dans un espace-temps particulier sont consubstantielles à l'action en cours » (Dugas, 2011, p. 24). Sous forte pression spatio-temporelle, ces décisions émergent d'un arrière-plan décisionnel (Mouchet, 2005), issu d'un référentiel commun (Bourbousson & Sève, 2010b; Mouchet & Bouthier, 2006). Sur le plan cognitif, l'intelligence tactique repose donc en partie sur les connaissances tactiques du joueur. D'un point de vue anatomique, c'est la partie avant du cerveau, le néocortex préfrontal qui héberge les activités prédictives et décisionnelles. Cette partie « exécutive » est particulièrement développée chez l'être humain par rapport aux autres espèces animales (Dehaene et al., 2018, p. 209). Elle nous permet ainsi de mettre en place tactiques et stratégies, en nous projetant sur le court et le moyen/long terme. D'autre part, « l'intelligence de jeu vise à coordonner son action avec celle de ses partenaires, à interpréter l'évolution des configurations du jeu en relation avec les mouvements des adversaires c'est-à-dire anticiper et concevoir une action collective avec ses partenaires » (Gréhaigne, 2014, p. 20). Dans les jeux sportifs collectifs comme le football, la fluidité des actions se manifeste « par une coordination spatiale et temporelle, subordonnée au but collectif, de toutes les actions individuelles qui les composent » (Mahlo, 1974, p. 120). Dès lors, nous ne pouvons ignorer la *systemie* régissant les opérations¹²⁹ d'anticipation, de décision et de coordination. De ces opérations découle l'*acte tactique en jeu*, qui « consiste à résoudre pratiquement [...] un grand nombre de problèmes posés par les diverses situations de jeu ; cette solution doit être à la fois rapide et délibérée et viser à la plus grande réussite possible de l'activité globale » (Mahlo, 1974, p. 11). Lorsque cet acte tactique est *adapté* et *finalisé*, il exprime l'intelligence de jeu.

¹²⁹ Entendues comme « des actions intériorisées et intériorisables, réversibles et coordonnées en structures totales » (Piaget, 1971, cité par Menaut, 1998, p. 133) : les *comportements*.

Par ailleurs, Mahlo (1974) précise que les comportements finalisés traduisant l'acte tactique, peuvent prendre différents degrés de « conscience » selon le niveau de complexité de la situation. Aussi affirme-t-il que le niveau de conscience diminue lorsque l'expertise du joueur augmente. Chez l'expert, les processus non conscients sont, « pour une partie substantielle et selon divers modes, sous commande consciente » (Damasio, 2010, p. 326). Les deux modes de contrôle de l'action coexistent. Or, loin de dévaluer la conscience, la présence de processus non conscients étend ses possibilités. Ainsi, en libérant la conscience pour des tâches « supérieures » comme la perception, la planification ou la création, les processus non conscients constituent des ressources facilitant les actions engrammées telles « le traitement conscient des sportifs, des artistes » (2010, p. 327), en particulier face à l'incertitude. Dès lors, « la prise de décision peut être affinée pour devenir une aptitude bénéficiant de l'aide du traitement mental non conscient, [...] ce que l'on appelle souvent l'inconscient cognitif » (Damasio, 2010, p. 329). Damasio insiste sur la puissance du raisonnement inconscient dont nous sommes capables. En outre, l'auteur souligne que dans le cas de fenêtres temporelles étroites pour décider et agir, notre espace non conscient possède des capacités supérieures¹³⁰. Damasio compare d'ailleurs l'inconscient à un « vaste sous-sol » de notre esprit, où nous entreposons les habiletés durement acquises. De ce fait, l'expertise – en particulier motrice – peut être assimilée au « sous-traitement » non conscient de certaines étapes techniques. Dans le domaine du jeu :

L'actualisation des connaissances tactiques, en tant que forme de la pensée tactique, se fait à partir de l'analyse de la situation, c'est-à-dire de l'observation du jeu et, par ailleurs, à partir de l'analyse des connaissances propres. Il se produit une mise en rapport continue des problèmes et des dispositions propres (connaissances, savoir-faire, capacités) » (Mahlo, 1974, p. 89).

Si Mahlo évoque l'acte tactique (1974), Menaut emploie le terme de pensée tactique (1998) et Gréhaigne d'intelligence tactique (2014). Mais de nombreux autres concepts sont mobilisés dans la littérature parmi lesquels la culture tactique, les connaissances tactiques, les combinaisons tactiques, les schémas tactiques, etc. A ce titre, la *pensée tactique* est une pensée :

Qui recourt à bon escient à des règles tactiques, qui les transpose à la situation concrète en les y adaptant. Elle est une pensée qui trouve des solutions concrètes, subjectivement nouvelles ; elle est source de connaissances générales nouvelles ; elle est une pensée créatrice, un moteur du développement (Mahlo, 1974, p. 78).

¹³⁰ Damasio évoque un plus grand « espace opérationnel ».

La pensée tactique se nourrit en partie des connaissances tactiques, transmises par l'entraîneur, co-construites en cours de jeu et renforcées par l'expérience. En complément, « il est pertinent de parler d'une utilisation et d'un contrôle du corps intelligents à propos de performance requérant subtilité et technicité des mouvements. Et c'est bien cette habileté que les entraîneurs essaient de développer » (H. Gardner, 1996, p. 54). Subtilité et technicité, certes, mais nous devrions ajouter *efficacité* et *imprévisibilité*. En effet, l'intelligence tactique s'exprime également lors de moments extraordinaires, imprévisibles, de gestes « insensés », que personne n'avait encore tentés. Ces comportements, dont on ne retient majoritairement que les tentatives réussies, sont de purs actes de créativité.

D'après Oléron, « la créativité est l'intelligence plus quelque chose. On pourrait même prétendre que la créativité est indépendante de l'intelligence » (1994, p. 109). Toutefois, nous souscrivons davantage à la conception de la créativité comme une manifestation de l'intelligence poussée à l'extrême, lorsque le hasard rencontre l'expertise. C'est pourquoi la *créativité tactique* est une preuve évidente de l'intelligence *de jeu*, dont nul entraîneur, formateur ou pédagogue ne connaît la recette. Quelle que soit la forme d'intelligence, son aspect le plus fondamental consiste à s'exercer « dans des conditions *incertaines*, telles que les conséquences ne peuvent être exactement prévues. Agir intelligemment consiste à tenir compte des incertitudes et à procéder sur la base des évaluations les plus vraisemblables » (Oléron, 1994, p. 103). A cet égard, l'intelligence tactique poussée à son paroxysme, consiste à devenir maître du hasard. Imprévisible, illisible mais efficient, le joueur intelligent n'est pas un « robot téléguidé », mais un *esthète du contrepied*. Toutefois, cette créativité individuelle doit être au service de l'équipe, car l'intelligence tactique individuelle s'intègre dans une *intelligence tactique collective* bien plus complexe. D'ailleurs, « l'intelligence de jeu, c'est d'abord pour le joueur accepter de mettre son action au service d'une performance collective » (Gréhaigne, 2014, p. 188), donc de la co-opération.

Synthèse de la section II. 2 :

Dans l'optique de définir l'intelligence collective, d'observer ses manifestations, voire d'en mesurer les effets, il était primordial de se pencher sur le concept singulier d'intelligence. Nous la rencontrons si communément, qu'en définir les contours est chose difficile. Il ressort de notre analyse que l'intelligence n'est ni un « avoir » ni un « être », c'est un « faire ». Nous *faisons preuve d'intelligence*, car elle reflète un comportement toujours situé, adapté et finalisé, découlant donc d'une intentionnalité. Ainsi l'intelligence n'est plus – seulement – représentée comme la capacité de résoudre des problèmes, mais comme la capacité d'entrer dans un monde partagé de significations (Varela et al., 1993). Voici la définition que nous en formulons : *l'intelligence caractérise un comportement adapté et finalisé, résultant de la complexité d'un système cognitif. Produite par un agent en interaction avec son environnement, elle peut prendre des formes variées*. D'ailleurs, nous pouvons « parler d'intelligence dès qu'il y a une adaptation d'un organisme à son milieu » (Dehaene, 2018, p. 34). A cet égard, si l'adaptation représente une forme *infra* d'intelligence et l'intelligence collective une forme *supra*, nous pouvons les considérer comme l'*Alpha* et l'*Oméga*. Les lettres intermédiaires représenteraient alors les différentes manifestations de l'intelligence (plutôt que les intelligences multiples). Un spectre vaste, bigarré et protéiforme, qui s'illustre avec assurance dans tout le spectre du vivant, des organismes les plus « simples » aux plus « évolués ».

D'autre part, il semble que l'intelligence (humaine) ne se limite pas à un facteur général reposant sur nos dispositions langagières, logiques ou mathématiques, que nous mobilisons au travers d'un raisonnement conscient. L'intelligence est multiple, « protéenne ». D'ailleurs – sans être exhaustif – le joueur de football en déploie tout un arsenal : des intelligences *interpersonnelle, sociale, émotionnelle* et *culturelle* aux intelligences *intuitive, situationnelle, créative* en passant par les intelligences *corporelle, kinesthésique, visuo-spatiale, motrice*. Elles se traduisent sur le terrain, par l'intelligence tactique, c'est-à-dire l'intelligence *de jeu*. Cette dernière consiste tant à utiliser les expériences passées pour anticiper l'à-venir, qu'à décider et se coordonner au sein d'une équipe, donc à se projeter dans *le réel et le possible* (Menaut, 1998). A ce propos, Houdé (2019) a récemment formulé l'hypothèse selon laquelle l'intelligence reposerait essentiellement sur un *système inhibiteur*, qui consisterait en quelque sorte à couper certaines branches du « possible ». Or, si un tel système existe à l'échelle collective, quel est son rôle dans l'intelligence collective ? En outre, apprendre à se co-adapter, ne serait-ce pas quelque part apprendre à inhiber collectivement, de façon distribuée ? Pouvons-nous y voir un lien avec la diversité cognitive pour l'efficacité collective ? C'est l'objet de la section suivante.

Aussi l'intelligence, à toutes les échelles de complexité, repose sur l'interaction au sein d'un système cognitif. Nous pouvons dès lors la concevoir tel un ruban de Möbius : Les deux « faces visibles » du ruban donnent l'illusion d'être distinctes, mais ne sont qu'unité, totalité et circularité. L'*Alpha* et l'*Oméga*, le commencement et la fin, par spirauté, vers un nouvel échelon de complexité.

II. 3) De l'intelligence collective

A contre-courant des représentations dominantes, Henrich affirme que « nous ne sommes pas si intelligents que ça – notre intelligence, en tout cas, ne peut expliquer à elle seule l'étonnant succès de notre espèce » (2019, p. 20). Il défend (p. 25) la thèse d'une intelligence collective humaine résultant de nos compétences culturelles, plutôt que de nos esprits individuels :

Nos cerveaux collectifs sont produits par la synthèse de notre nature sociale et de notre nature culturelle, par le fait que nous apprenons aisément des autres (en tant qu'êtres culturels) et que nous pouvons, grâce à des normes adéquates, vivre en groupes très étendus et largement interconnectés (en tant qu'êtres sociaux).

Henrich (2019) souligne que les êtres humains ont développé au fil de l'évolution une véritable dépendance à la *culture*, à la fois force et faiblesse de l'espèce. Lévy insiste également sur le lien entre intelligence collective et culture, car « l'intelligence collective ne commence qu'avec la culture et s'accroît avec elle » (1994b, p. 32). Or, si elle découle de la culture, alors l'intelligence collective peut être produite par le Jeu, ce dernier étant créateur de culture (*cf.* Section I. 1). Dans *Le jeu de l'intelligence collective* (2003), Lévy développe l'idée selon laquelle « les communautés humaines ne peuvent survivre qu'en entretenant des *cultures*, à savoir des intelligences collectives semi-fermées propres à l'élevage (reproduction et sélection) des idées » (p. 107). Toutefois, en considérant la culture comme une spécificité humaine, l'auteur prône une vision anthropocentrée de l'intelligence – cette fois-ci collective – à laquelle nous ne souscrivons pas.

Dans cette section, il s'agit de dégager les contours d'une « théorie¹³¹ des intelligences collectives » qui dresserait un panorama des manifestations possibles de ce phénomène. A cet égard, nous présentons les différentes formes d'intelligence collective répertoriées dans la littérature. Au préalable, nous tenterons de définir le concept d'intelligence collective, en convoquant les principaux champs abordant cet objet théorique. Nous soulignerons également les facteurs permettant son émergence, puis nous décrirons l'intelligence collective dans les équipes de football.

¹³¹ Dans le domaine « scientifique », une *théorie* représente la synthèse des connaissances établies à l'instant présent pour l'analyse d'un ensemble de faits. Un modèle théorique « correspond donc à un système explicatif permettant de rendre compte d'un grand nombre de faits à l'aide d'un petit nombre de principes et qui est admis à titre d'hypothèse vraisemblable par la plupart des chercheurs à un moment donné » (Demont, 2009b, p. 13).

II. 3. A) Un domaine interdisciplinaire à la croisée des sciences

Tandis que Noubel (2007) considère l'intelligence collective comme une « nouvelle discipline » – possédant son cadre théorique, ses domaines de recherche¹³², méthodologies et retombées pratiques – nous considérons avec Lévy (2003) que l'étude et l'optimisation de l'intelligence collective, constitue plutôt un « nouveau champ ». Ainsi, l'intelligence collective forme un domaine foncièrement interdisciplinaire (Bernstein et al., 2018) qui concerne la psychologie (principalement sociale), l'éthologie, les sciences de la communication, l'économie, la politique, etc. Trouvant des applications dans des contextes bigarrés, l'intelligence collective « est présente dans une grande variété d'organismes tels que les microbes, les insectes, les poissons et les humains » (traduction libre de Kurvers et al., 2015, p. 2). Elle s'applique aussi bien « aux fourmis, aux neurones, aux organisations humaines et à l'Internet. Mais les choses se compliquent quand on veut dévoiler ses lois. Et le mythe de l'IC se désagrège alors en une myriade de modèles différents dont l'unité n'est pas assurée » (Dortier, 2006, p. 20). Pour autant, il est possible d'isoler une certaine « colonne vertébrale » caractérisant ce phénomène. S'agissant des axes de convergence des études portant sur l'intelligence collective, Thiébaud (2018) relève cinq points communs : i) la distinction entre intelligences individuelle et collective ; ii) la présence d'une émergence liée à la complexité du système ; iii) une considération pour de multiples formes d'intelligence collective ; iv) une appréhension de l'intelligence collective non comme un état statique mais en tant que processus dynamique ; v) l'accent porté sur différents facteurs pouvant faciliter ou limiter le développement de l'intelligence collective. En complément, nous avons dressé le *panorama des conceptions disciplinaires de l'intelligence collective* (consulter l'annexe II.I pour une vision détaillée). En cohérence avec ces diverses conceptions, l'intelligence collective « se manifeste par le fait qu'une équipe d'agents coopérants peut résoudre des problèmes plus efficacement que lorsque ces agents travaillent isolément » (traduction libre de Reia et al., 2019, p. 1).

En guise de synthèse, nous extrayons de ces propositions le principe suivant : l'intelligence collective s'apparente à une *technologie de maximalisation des collectifs*, autrement dit une « technologie de coopération » (Rheingold, 2005). Cette technologie *transpersonnelle*, *transdisciplinaire* et *transversale*, ne se limite pas à une agrégation des pouvoirs individuels,

¹³² Le *Center for Collective Intelligence* du MIT a notamment vu le jour en 2006, à l'intersection de l'IA, des sciences cognitives et du management. Il est accompagné d'une *conférence scientifique internationale* annuelle depuis 2012. De même, les formations universitaires courtes portant sur cette thématique se développent en France, pour exemple à *SciencesPo* et à l'*Université de Cergy*.

mais « fait croître une forme d'intelligence qualitativement différente, qui vient s'ajouter aux intelligences personnelles, une sorte de cerveau collectif ou d'hypercortex » (p. 108). Elle reflète ainsi la capacité d'un groupe à produire une performance supérieure à la somme des performances individuelles, à trouver des solutions à des problèmes que les individus ne pourraient résoudre seuls, qu'ils soient courants ou inédits. D'ailleurs, « le collectif intelligent ne soumet ni ne limite les intelligences individuelles, mais au contraire les exalte, les fait fructifier et leur ouvre de nouvelles puissances » (Lévy, 1994b, p. 108). L'intelligence collective doit alors être capable de faire « émerger » chez un groupe de nouvelles capacités, permettant la résolution de nouveaux problèmes (Laniau, 2009). A cet égard, Dehaene considère l'intelligence collective comme « le meilleur algorithme que l'on ait trouvé pour faire des découvertes » (2018, p. 259).

Vers une définition transdisciplinaire, au-delà des frontières

Avant même de proposer notre définition de ce concept, il nous faut considérer l'interrogation initiale : existe-t-il une intelligence « collective » ? Wechsler (1971, p. 904) soutient que la réponse dépend à la fois de ce que l'on entend par « collectif » et de la manière dont on définit « l'intelligence ». Les sections précédentes ont permis d'éclaircir ces points. Les propos de Wechsler font écho à Bonabeau et Théraulaz (1994), lorsqu'ils fixent la définition et la délimitation de l'intelligence comme préalable impératif à toute discussion sur l'intelligence collective. Dans la section II. 2, nous avons défini l'intelligence comme *un comportement adapté et finalisé, résultant de la complexité d'un système cognitif ; produite par un agent en interaction avec son environnement et pouvant prendre des formes variées*. Reprenons, point par point, les caractéristiques de cette définition pour l'étendre à la sphère collective.

En premier lieu, la présence d'un collectif semble évidente : « l'intelligence peut être qualifiée de collective lorsqu'elle implique, ou est d'une certaine manière le résultat, d'un effort mental collectif plutôt qu'individuel » (traduction libre de Wechsler, 1971, p. 904). Le collectif doit ainsi former un système, c'est-à-dire être constitué d'agents munis de possibilités d'interactions (Bonabeau & Théraulaz, 1994). Ces possibilités « permettent aux individus de corrélérer leurs comportements de manière adaptative¹³³ pour faire face à des situations diverses » (p. 18).

¹³³ Toutefois, il faut garder à l'esprit qu'à l'échelle de l'agent, autrui constitue une source d'incertitude, « le comportement de chaque individu représentant pour l'autre un aléa auquel il doit s'adapter » (Bonabeau & Théraulaz, 1994, p. 30).

La présence d'agents constituant le système, introduit le principe d'agentivité ou *agency* (Samman & Santos, 2009). Il s'agit d'une habileté, d'une capacité – d'une capacité – propre à un individu, un agent, qui agirait non pas sous la contrainte mais librement en fonction de ses objectifs et intentions. Au sein du collectif, l'agent aurait la possibilité de se distinguer d'autrui¹³⁴ pour agir en fonction de sa propre volonté : « Le pouvoir d'entreprendre des actions dans un but précis est la caractéristique essentielle de l'agentivité » (traduction libre de Bandura, 2001, p. 6). Puisque l'agentivité fait référence à des actes accomplis intentionnellement¹³⁵, nous soulignons un aspect déterminant dans la conception de l'intelligence collective : les agents impliqués doivent pouvoir s'extraire du collectif ou s'y joindre « à leur bon vouloir ». Cette capacité d'agir individuellement ou collectivement est à la racine de l'intelligence collective : L'agent doit pouvoir « survivre seul ».

Le second point concerne la présence d'un but commun, ne pouvant être atteint sans coopérer, du fait de l'interdépendance des tâches individuelles. Aussi, « pour qu'il y ait intelligence collective, il faut que le collectif manifeste un comportement intelligent. Ce qui revient à se demander [...] s'il satisfait à des critères d'adaptativité, et permet de résoudre des tâches génériques » (Bonabeau & Théraulaz, 1994, p. 17). Se pose enfin le problème de la finalité de l'intelligence collective. La question étant de savoir si elle profite à l'ensemble des membres en permettant une plus grande : i) *Fiabilité*, le collectif obtient de meilleures performances absolues (ou en moyenne), en absorbant/compensant les erreurs individuelles ; ii) *Flexibilité*, le collectif parvient à faire face à davantage de situations et résoudre un plus large éventail de problèmes ; et iii) *Force*, le fonctionnement collectif renforce l'appartenance des agents au groupe ou à l'équipe en apportant un avantage adaptatif.

Pour résumer, l'intelligence collective émerge d'un *collectif d'agents cognitifs en interaction, orienté vers l'atteinte d'un but commun*, qui nécessite une *coopération* et entraîne la *production de comportements adaptés*, augmentant la *fiabilité*, la *flexibilité* et la *force* du système. **Plus précisément, nous définissons l'intelligence collective comme l'ensemble des phénomènes qui émergent de l'interaction d'agents cognitifs, et dont résulte la production de comportements adaptés et finalisés reposant sur l'intégration par le système de significations partagées en vue d'atteindre un but commun.**

¹³⁴ De Rosnay donne l'exemple de l'amibe *Dictyostelium* qui est capable de passer du stade individuel au stade social et inversement (cf. Ribot, 2006). Nos neurones par exemple, ne le peuvent pas.

¹³⁵ Bandura (2001) précise que l'intention est une représentation d'un plan d'action futur à réaliser. Intentions et actions sont ainsi des aspects différents d'une relation fonctionnelle séparée dans le temps.

Mise en évidence de l'intelligence collective

Se pose à présent la question de l'identification, voire de la mesure de l'intelligence collective. En lien avec notre définition, il est évident que l'intelligence collective « se manifeste par des processus d'articulation des activités individuelles dans l'action collective et par des processus d'adaptation du collectif aux contraintes de la situation » (Lautrey & Richard, 2005, p. 148). Tâchons de présenter différentes tentatives portant sur la mise en évidence de ce phénomène. Selon Gréselle-Zaïbet (2007), l'intelligence collective est une connaissance intangible non quantifiable, « il faut donc définir des moyens de mesure qualitatifs : tel que l'ambiance dans le collectif, le climat social, l'échange, etc., donc repérer la présence des composantes de l'intelligence collective en vérifiant des phénomènes qui prouvent son existence » (p. 52). De son côté, Varela pose plusieurs questions/conditions afin de définir si le système immunitaire fait preuve d'intelligence collective (2017, p. 168-170) : i) les composants du système sont-ils eux-mêmes des agents cognitifs ? ; ii) ces agents communiquent-ils entre eux ? ; iii) le système perçoit-il son environnement¹³⁶ ? ; iv) le système est-il capable d'actions guidées par ses perceptions ? ; v) le système réalise-t-il une contrainte de « viabilité » ?

Répondre par l'affirmative à ces cinq questions constitue un moyen clair de définir si un système fait preuve d'intelligence collective. S'agissant d'une équipe de football, nous considérons qu'elle remplit toutes les conditions précédemment citées. En effet, l'équipe en tant que système, est composée d'agents cognitifs – les joueurs – qui communiquent entre eux (i et ii). L'équipe fait preuve d'holoptisme, perçoit son environnement, et s'y adapte notamment en évaluant le rapport de force en cours de jeu (iii et iv). Enfin, l'équipe réalise une contrainte de « viabilité », en cherchant à maintenir son organisation et son équilibre afin de ne pas encaisser de but (v).

Dans le domaine de l'intelligence artificielle¹³⁷, la question porte sur les *systèmes multi-agents* (SMA) – une forme d'intelligence collective artificielle – considérés comme intelligents (Servan-Schreiber, 2018, p. 32), s'ils manifestent pour un observateur les trois qualités suivantes : i) *L'adaptabilité*, c'est-à-dire la capacité du système à adapter son fonctionnement face à un environnement mouvant et incertain ; ii) *La variabilité*, se traduisant par la production

¹³⁶ Autrement dit, les interactions avec son environnement déclenchent-elles des transitions d'un état à un autre, grâce à ses propriétés auto-organisatrices ?

¹³⁷ « Comme pour le cerveau, la brique de base de toute intelligence artificielle moderne est conçue selon la recette de l'intelligence collective » (Servan-Schreiber, 2018, p. 91).

de comportements d'adaptation non stéréotypés, pouvant évoluer au cours du temps (par apprentissage pour exemple) ; iii) *L'intentionnalité*, permettant à un observateur de pouvoir identifier quel but est poursuivi par le système, *a priori* ou *a posteriori*. Là encore, une équipe de football met en œuvre ces trois qualités. De prime abord, elle fait preuve d'adaptabilité, face aux situations de jeu toujours mouvantes. Concernant la variabilité, elle est capable de produire une gamme étendue de comportements selon la situation, voire de faire preuve de créativité collective (Ribot, 2006). Enfin, il est évident pour tout observateur averti qu'une équipe sportive vise un but clair, explicitement défini et connu de tous ses membres : le gain du match en atteignant des sous-buts que nous relierions aux intentions de jeu (marquer, progresser, conserver, etc.). D'ailleurs la comparaison des SMA et de l'intelligence collective « naturelle » ne s'arrête pas là. Les compétitions sportives robotiques, telles que la Robocup¹³⁸, ouvrent de nouvelles perspectives :

Jouer au football implique en effet, de la part des joueurs, de s'organiser collectivement pour résoudre un problème commun, en coordonnant leurs déplacements, en temps réel, par rapport à l'ensemble des éléments statiques et dynamiques présents sur le terrain. Cette coordination entre les joueurs doit en outre mettre en œuvre des règles fixes (sinon aucune coordination d'action ne pourrait avoir lieu) tout en n'étant pas totalement stable et prévisible (ce qui suppose une grande adaptabilité, notamment par rapport au jeu des adversaires). Et le tout ne peut se réaliser que de manière complètement décentralisée sans possibilité de recourir à une vision globale du jeu. De ce point de vue, le « football robotique » n'est en rien différent du football humain et permet donc, *en théorie*, d'expérimenter, et surtout de comparer, au sein d'un environnement bien défini, régi par des règles strictes, toutes les techniques de coopération, de planification, de coordination ou d'apprentissage appliquées habituellement dans les applications plus « abstraites » (Lautrey & Richard, 2005, p. 140).

Pour autant, d'autres chercheurs se sont mis en quête d'une mesure concrète, quantitative, rationnelle, et objective de l'intelligence collective. Si la mesure de l'intelligence individuelle fait l'objet de nombreuses recherches depuis le début du XX^{ème} siècle, il faut attendre 2010 pour que des scientifiques tentent de mesurer l'intelligence collective (Woolley et al., 2010). Dans cette étude (*Evidence for a collective intelligence factor in the performance of human groups*), les chercheurs mirent au point une méthode pour mesurer l'intelligence d'un groupe. Woolley et ses collaborateurs désignèrent cette faculté collective « *c* » en référence au facteur « *g* » de Spearman. Selon les chercheurs, « *c* » désigne la capacité générale du groupe à effectuer une grande variété de tâches¹³⁹. Les résultats montrèrent que les groupes « les plus intelligents »

¹³⁸ La RoboCup a été officiellement lancée en 1995, après deux années de recherches diverses autour du football robotique (Mackworth, 1993).

¹³⁹ Dans cette étude, les groupes (2 à 5 membres) étaient confrontés à : la résolution d'énigmes visuelles, le remue-méninge, la formulation de jugements moraux collectifs et la négociation de ressources limitées.

avaient tendance à transférer leurs capacités à résoudre des problèmes dans des contextes différents, faisant ainsi preuve d'une adaptativité collective. D'ailleurs : « évaluer l'intelligence collective à l'aune des capacités d'adaptation appelle [...] le transfert des compétences individuelles au travail collectif et de la compétence « holistique » du collectif » (Lautrey & Richard, 2005, p. 157). A ce propos, les auteurs ont observé que l'intelligence moyenne des membres du groupe avait assez peu d'impact sur l'intelligence collective (Woolley et al., 2010, p. 688). De même, l'intelligence du membre de l'équipe ayant le score le plus élevé ne donnait que peu d'indications sur la performance collective. Par conséquent, « dans l'arène intellectuelle, de même que sur un terrain de sport, il ne suffit pas d'assembler des champions pour constituer une équipe gagnante » (Servan-Schreiber, 2018, p. 32).

II. 3. B) L'émergence des comportements collectifs intelligents

L'intelligence collective est avant tout un phénomène, qui est observable, potentiellement mesurable et objectivable, au travers de ses comportements. En effet, tout comportement est un *phénomène*, « considéré comme indicateur d'un fonctionnement intégré de l'organisme » (Gervet & Pratte, 1999, p. 29). Surowiecki affirme que « dans des circonstances favorables, les groupes sont remarquablement intelligents, et souvent plus encore que les personnes les plus intelligentes d'entre elles » (2008, p. 20). Ainsi, comme le soulignent Bonabeau et Théraulaz, il n'est pas nécessaire que les agents soient individuellement intelligents pour que le système produise un comportement global intelligent. Deux formes semblent antithétiques : « soit le système est peuplé d'agents complexes peu nombreux, soit inversement beaucoup d'agents de type automate simple » (1994, p. 164). Dans tous les cas, le comportement *collectivement intelligent*, « émerge d'interactions locales entre les agents individuels, eux-mêmes déterminés par des règles de comportement triviales et relativement simples » (Atlan, 2010, p. 175). Ainsi, « à partir d'éléments simples, dotés de règles élémentaires, on a un comportement global complexe. C'est ce comportement global complexe qu'on appelle une émergence » (Rennard, dans Ribot, 2006).

Servan-Schreiber avance que la « recette de l'intelligence collective » peut s'appliquer à tout groupe, dès lors qu'il est constitué d'entités capables de traiter de l'information et d'interagir entre elles : dans un cerveau, un organisme ou un ordinateur. Autrement dit – tout comme sa version individuelle – l'intelligence collective est produite par un système cognitif. Les capacités cognitives et perceptives offrent diverses possibilités adaptatives, en particulier

se rendre compte que mon voisin a modifié son comportement, et faire de même très rapidement pour propager l'information de proche en proche au sein du collectif. Dans cette perspective, toute activité collective résulte de l'interaction entre des comportements individuels.

Facteurs d'émergence de l'intelligence collective

En cohérence avec notre définition de l'intelligence comme production de comportement – c'est-à-dire un *faire* plutôt qu'un *être* ou un *avoir* – l'intelligence collective est considérée comme le phénomène d'émergence d'un comportement adapté et finalisé à l'échelle collective, à partir de l'interaction de plusieurs agents. Encore faut-il comprendre les conditions d'émergence de ces comportements. Aussi, demandons-nous « quels facteurs favorisent ou non une action de groupe intelligente ? » (Michinov, 2016, p. 36). Concernant les facteurs privilégiés pouvant générer « *c* », Woolley et ses collaborateurs (2010) notent que la cohésion du groupe ou la motivation ne sont pas de bons prédicteurs. Les auteurs identifient trois facteurs principaux qui optimiseraient l'intelligence collective¹⁴⁰. Le premier porte sur la « sensibilité sociale », c'est-à-dire la capacité de chaque individu à comprendre l'état d'esprit d'autrui en déchiffrant les signaux non verbaux. Le second facteur concerne « l'égalité du temps de parole » dans le groupe. Plus la parole est distribuée, plus le collectif performe. Enfin le dernier facteur déterminant pour la performance collective représente la proportion de femmes dans le groupe¹⁴¹. Plus elles étaient nombreuses plus le groupe innovait. En discutant ces résultats, les auteurs soulignent l'importance de facteurs¹⁴² que nous pourrions assimiler à *l'intelligence émotionnelle* et *l'intelligence sociale*. Même s'ils précisent que la composition du groupe possède un impact sur l'efficacité collective, il semble qu'elle émerge indépendamment des QI individuels (décrivant principalement les intelligences « académiques »). A cet égard, Servan-Schreiber (2018, p. 70) avance que l'intelligence collective se fabrique :

A partir d'un groupe d'entités moins intelligentes. Celles-ci doivent fournir des informations variées (diversité) en s'appuyant sur leurs propres connaissances spécialisées ou localisées (décentralisation). Elles doivent être sollicitées sans être indûment influencées par les autres (indépendance). Enfin, un mécanisme objectif doit combiner les informations pour déterminer l'opinion ou l'action du groupe (agrégation).

¹⁴⁰ Plus récemment, dans une méta-analyse reprenant 22 études sur la performance des groupes (Riedl et al., 2021), les auteurs concluent qu'un facteur d'intelligence collective développé permet d'opérer dans un ensemble diversifié de tâches (cognitives).

¹⁴¹ Cependant, ce constat semble être largement déterminé par la sensibilité sociale car les femmes de l'échantillon ont obtenu de meilleurs résultats que les hommes concernant cette mesure.

¹⁴² Pour autant, cette étude ne concerne que des groupes restreints (maximum 5 individus), confrontés à des tâches spécifiques (essentiellement cognitives) et ne mobilisant que peu de formes d'intelligence – limitant de fait la généralisation des facteurs énoncés.

Servan-Schreiber reprend ainsi les « quatre conditions qui caractérisent les foules douées de sagesse » (cf. Annexe II. J) selon Surowiecki : *diversité, indépendance, décentralisation* et *agrégation* (2008, p. 41). A ces dernières, nous ajoutons l'*homogénéité* et l'*interdépendance*, qui viennent compléter cette base essentielle et former une triple dialogique¹⁴³ : diversité/homogénéité, indépendance/interdépendance et décentralisation/agrégation. Ces conditions élémentaires¹⁴⁴ constituent le socle de l'intelligence collective. Pris ensemble, ils contribuent à produire différentes formes d'intelligence collective, dans des groupes variés.

Les formes d'intelligence collective

Malgré leurs différences, les collectifs « ont en commun la capacité d'agir collectivement pour prendre des décisions et résoudre des problèmes, même si les individus au sein des groupes n'en sont pas toujours conscients » (Surowiecki, 2008, p. 24). Surowiecki souligne que la plupart des groupes disposent d'un potentiel d'intelligence collective, et que ce dernier peut amener à faire face à la complexité d'un large spectre de problèmes. A cet égard, Lévy précise que « la forme d'une intelligence collective est en rapport étroit avec celui de son paysage de problèmes » (2003, p. 111). Surowiecki (2008) les classe en trois catégories : les problèmes de *cognition*, de *coordination* et de *coopération*. En premier lieu, les *problèmes de cognition* concernent l'estimation, la prédiction, l'anticipation ou la décision collectives. D'ailleurs, « la capacité à prédire constitue l'essence même de l'intelligence » (Dehaene et al., 2018, p. 206). Il en est de même au niveau collectif, Servan-Schreiber assurant que « la prévision est le domaine de prédilection de l'intelligence collective, celui où elle ne souffre aucun rival » (2018, p. 54). La projection dans l'avenir, face à l'incertitude, est une manifestation de l'intelligence collective des groupes. S'agissant des *problèmes de coordination*, ils nécessitent de trouver comment accorder les comportements individuels lorsque tous les agents poursuivent un objectif identique ou similaire. Surowiecki précise que « les problèmes de coordination peuvent trouver une solution même si chaque individu ne vise que son intérêt particulier » (2008, p. 157). Enfin, les *problèmes de coopération* supposent un travail collectif pour atteindre un objectif commun. Par conséquent, l'environnement guide en premier lieu le besoin d'intelligence collective, et le type de problème le comportement produit.

¹⁴³ Il s'agit d'une complémentarité entre deux principes antagonistes, deux logiques, qui se nourrissent l'une l'autre et dans le même temps se concurrencent, s'affrontent.

¹⁴⁴ Nous détaillons les relations entre ces différents facteurs dans l'annexe II. K.

Se pose également la question de l'origine de l'intelligence collective, de son émergence primitive. Il est clair qu'elle n'est pas une découverte récente de l'espèce humaine. Elle est fondatrice de nombreuses organisations sociales parmi lesquelles nous comptons : meutes, équipes, groupes, tribus, entreprises, essaims, gouvernements, etc. Probablement a-t-elle émergé parallèlement dans divers contextes, puisant sa source « lorsque les individus rassemblés pour échanger et collaborer, trouvent un avantage tant individuel que collectif supérieur à ce qui aurait été obtenu si chacun était resté isolé » (Noubel, 2007, p. 7). Tout comme l'intelligence *individuelle*, il semble que l'intelligence *collective* ne soit pas « une » mais « multiple ». Du moins prend-t-elle diverses formes¹⁴⁵, en fonction des caractéristiques du collectif. Les auteurs identifient ainsi les intelligences collectives : *en essaim* (ICE), *originelle* (ICO), *pyramidale* (ICP) et *globale* (ICG) aussi nommée holomidale.

Lévy (1994b) pense que les différentes formes d'intelligence collective reposent chacune sur une technologie de communication. Il s'agirait de communications verbales et non verbales proximales pour l'ICO, reposant sur l'*holoptisme* ; de l'*écriture* pour l'ICP ; de la *stigmergie* et des *interactions de proche en proche* pour l'ICE ; et du *numérique*, principalement internet pour l'ICG. Ces *technologies de l'intelligence collective* disposent toutes d'avantages et d'inconvénients qui limitent le panorama de problèmes que peuvent résoudre les collectifs. A ce propos, Noubel (2007) conçoit les intelligences collectives selon une perspective échelonnée, temporelle, presque évolutive (cf. Figure II.8 de l'annexe II. M). Ce continuum débute avec l'intelligence collective originelle¹⁴⁶ et tend vers l'intelligence collective globale. Pour autant, il ne nous semble pas judicieux de considérer l'intelligence collective globale comme « supérieure » à l'intelligence collective pyramidale, elle-même devançant l'intelligence collective originelle. Il s'agit simplement d'une forme récente d'intelligence collective, reposant sur de nouvelles technologies et pouvant faire face à un paysage de problèmes inédit – néanmoins limité.

Schématiquement (Figure 3 ci-dessous), l'intelligence collective peut être représentée comme un arbre dont les *formes* constituent les « branches primaires » et les *types* de collectifs¹⁴⁷ les « branches secondaires ». Elles s'élancent depuis un « tronc commun » qui résulte des caractéristiques du collectif en tant que système complexe, émergent et auto-organisé.

¹⁴⁵ Voir l'Annexe II. L pour un synthèse propre à chacune.

¹⁴⁶ Notons que dans cette conception l'intelligence collective en essaim n'est pas présente, mais pourrait constituer un intermédiaire entre intelligences collectives originelle et pyramidale.

¹⁴⁷ En jaune sur le schéma (exemple : bancs de poissons, brigades de pompiers, entreprises). Chacune des « feuilles » pourrait alors représenter un collectif précis.

L'ensemble puise sa source des racines, qui se nourrissent des différents facteurs favorisant l'intelligence collective : homogénéité/diversité, décentralisation/agrégation et indépendance/interdépendance. Chaque collectif peut alors produire des « fruits » – c'est-à-dire des comportements collectivement adaptés et finalisés – en plus ou moins grande quantité. Métaphoriquement, ce sont les fruits que l'on « récolte » qui permettent de mettre en évidence l'intelligence collective.

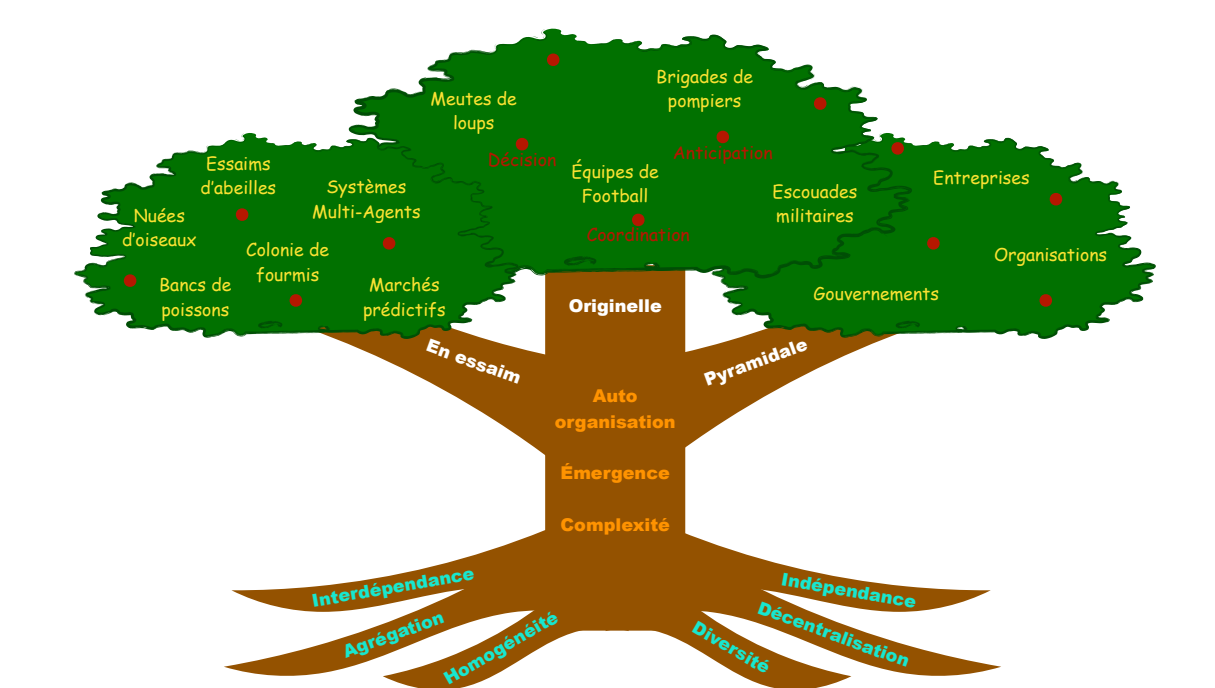


Figure 3 : L'arbre de la connaissance de l'intelligence collective

Jusqu'ici, nous avons défini le phénomène d'intelligence collective, précisé ses différents facteurs d'émergence, et enfin balayé les formes qu'elle pouvait prendre. A présent, appliquons plus en détail ces connaissances à notre terrain d'étude : les équipes de football. De prime abord, il apparaît nécessaire de situer ces dernières par rapport aux différentes formes d'intelligence collective évoquées précédemment. En tant que collectif « restreint », fortement interdépendant, il faut se tourner du côté de *l'intelligence collective originelle*.

II. 3. C) L'intelligence collective dans les équipes de football

Il faut admettre que « le monde du sport est un merveilleux laboratoire d'étude du fonctionnement des collectifs. Extrêmement visible et largement exposé, il présente aussi l'avantage de fournir des mesures tangibles de la performance des collectifs » (Piazza, 2018, p. 29). Au football, l'équipe doit « *coordonner les mouvements de 11 joueurs inventifs et créer une intelligence collective* ». Tels sont les premiers mots du documentaire *Football, l'intelligence collective* (Ribot, 2006). D'après Parlebas, interviewé dans ce court-métrage, une équipe n'est pas l'addition de plusieurs joueurs : « *c'est une interaction entre des joueurs qui produisent quelque chose de neuf. De même que le bronze n'est pas une juxtaposition de métaux, comme le cuivre ou l'étain, c'est un nouveau composé qui possède des qualités que n'avaient pas chacun des composants* ». Ce « quelque chose de neuf », est ce que l'on peut considérer comme l'émergence d'une intelligence collective. Dans le grand paysage des formes d'intelligence collective, l'équipe de football appartient au domaine de l'intelligence collective originelle. Celle des groupes de taille restreinte, qui possèdent « une formidable capacité à embrasser la complexité et l'inattendu » (Noubel, 2007, p. 2). En effet, l'être humain est doté « d'aptitudes sociales [...] maximisées dans les petits groupes (10-20 personnes, pas plus), lorsque le bénéfice individuel et collectif est supérieur à ce qui aurait été obtenu si chacun était resté seul » (p. 2). Chacun d'entre nous, « en avons tous une expérience directe, que ce soit dans le travail, la vie associative, le sport d'équipe, les groupes de réflexion... » (p. 7). Mais elle n'est en aucun cas l'apanage de l'être humain et « se manifeste également parmi certains mammifères sociaux, comme les loups, les dauphins, les éléphants, certains fauves, les singes... » (p. 7).

Les principes fondamentaux de l'ICO

Noubel (2007) dresse un tableau des sept grands principes qui fondent l'intelligence collective originelle. En premier lieu, une ICO nécessite **un tout émergent** : chaque groupe, équipe, meute possède une « individualité collective », c'est-à-dire un style, un caractère, un esprit, une histoire, qui le rendent unique, liant les membres entre eux. Autrement dit, le collectif constitue une *unité* en tant que système. C'est le cas des équipes de football, qui possèdent une histoire commune et un style de jeu¹⁴⁸ parfois très marqué (Mouchet et al., 2008). L'émergence de ce « tout » nécessite une proximité *sensorielle* et *spatio-temporelle* permettant à tous les membres

¹⁴⁸ Bien souvent, il est « empreint » de la philosophie de jeu de l'entraîneur.

du groupe de se coordonner autour d'un objet/objectif : la proie, le ballon, le danger, etc. Ce qui renvoie aux deux principes suivants : la présence d'un **espace holoptique** et d'un **objet-lien** en circulation. Dans le documentaire *Football, l'intelligence collective* (Ribot, 2006), Damasio affirme que les footballeurs doivent avoir « une perception globale du jeu ». Cette dernière fait référence au concept d'*holoptisme* « c'est-à-dire lorsque tout agent peut percevoir tous les autres agents du groupe » (Laniau, 2009, p. 85). L'holoptisme se manifeste lorsque les membres de l'équipe saisissent la dynamique globale¹⁴⁹ du système et agissent à la lumière de l'activité collective perçue en temps réel (Feigean et al., 2018). Ces propriétés confèrent au collectif une « transparence horizontale » (perception des autres participants) d'une part, et une « communication verticale » (aller-retour perpétuel entre les niveaux individuel et collectif) d'autre part (Noubel, 2007, p. 8). Cette perception, sans cesse réactualisée, permet aux individus d'anticiper les actions, de s'ajuster et de se coordonner aux autres. Elle agit ainsi en complémentarité des perceptions locales des joueurs. Par exemple, dans les équipes de jeux sportifs collectifs, « chaque joueur est un expert qui sait ce qu'il doit faire en temps réel en fonction de la situation globale qu'il perçoit » (Noubel, 2007, p. 7). De même dans un orchestre, « chaque musicien perçoit la mélodie d'ensemble en temps réel et adapte son jeu musical en fonction, de manière tantôt improvisée, tantôt prédéterminée » (p. 7). Ainsi, le collectif opère comme une entité relativement homogène, se coordonnant sans que l'information ne suive un quelconque chemin hiérarchique ou centralisé : « Chacun, grâce à son expérience et expertise, s'y réfère pour anticiper ses actions, les ajuster et les coordonner avec celles les autres » (p. 8). La distribution des perceptions, l'absence de centralisation des décisions et la coordination des actions dans le « feu de l'action » sont donc les caractéristiques premières de l'ICO. Concernant l'objet-lien en circulation, l'exemple du ballon en football – et plus largement en sport collectif – est édifiant :

Les joueurs font du ballon à la fois un index tournant entre les sujets individuels, un vecteur qui permet à chacun de désigner chacun, et l'objet principal, le lien dynamique du sujet collectif. On considérera le ballon comme un prototype de l'objet-lien, de l'objet catalyseur d'intelligence collective (Lévy, 1994a, cité par Noubel, 2007, p. 8).

La convergence des individus autour d'un objet matériel ou symbolique assure la continuité de l'interaction dans le groupe. Par ailleurs, la dynamique de l'objet est à l'origine de perturbations pour le système, *a fortiori* lorsque deux entités collectives s'affrontent autour de lui.

¹⁴⁹ Il s'agit en quelque sorte d'une « vue aérienne » de l'ensemble.

Ainsi l'ICO nécessite une **architecture polymorphe**, signe d'adaptabilité collective, qui permet de se maintenir¹⁵⁰. Cette *auto-organisation* est en permanence modifiée par les événements rencontrés, mais se polarise autour des expertises et spécificités de chacun des membres. Dans une équipe de football par exemple, le ballon transite le plus souvent par le « meneur de jeu », qui possède des qualités propres pour dicter le rythme. L'équipe – et l'équipe adverse par la même – s'auto-organise autour de cet *attracteur attentionnel*. Aussi pour que l'ICO se déploie dans la durée, elle doit s'appuyer sur une **organisation apprenante**, c'est-à-dire « une organisation qui développe sans cesse sa capacité à bâtir son futur » (Senge, 2015, p. 15). La réussite des organisations apprenantes repose sur cinq « technologies de base » (p. 6), qui sont autant de piliers interdépendants : i) la *pensée systémique*, dont nous avons dressé le portrait plus tôt ; ii) la *maîtrise personnelle*, qui signifie « un niveau élevé de compétence » (p. 7), donc l'expertise ; iii) les *modèles mentaux* et iv) la *vision partagée*, faisant référence à un référentiel commun de connaissances (cf. Section I. 3) ; iv) enfin l'*apprenance*¹⁵¹ *en équipe* que l'on peut rapprocher de l'apprentissage coopératif et collectif (Darnis & Lafont, 2013). Le groupe évolue alors dans la dimension cognitive, développant et partageant de nouvelles connaissances, compétences, expériences et intelligences.

Dans les sports, les arts dramatiques, les sciences, et même dans le monde du travail, on observe des équipes exemplaires dont l'intelligence dépasse celle de ses membres et qui possèdent d'extraordinaires capacités d'action collective. Quand les équipes sont réellement capables d'apprendre, non seulement elles atteignent des résultats sans précédent, mais encore elles donnent l'occasion à leurs membres de se développer comme jamais ils n'auraient pu le faire individuellement (Senge, 2015, p. 10).

Ainsi, « l'intelligence collective se vit au quotidien dans l'organisation et les gens apprennent à apprendre ensemble et les uns des autres » (Arnaud, 2019, p. 78). D'ailleurs, nous avons vu dans la section II. 1 que les équipes sont des systèmes auto-organisés capables d'apprentissage. Pour autant, ces principes ne peuvent s'opérationnaliser sans une cohésion d'ensemble, assurée par un **contrat social** et une **économie du don**. Tout d'abord, le contrat social lie le collectif, autour de règles plus ou moins tacites, explicites, objectives ou co-construites, mais acceptées et intégrées par chacun. Elles permettent au groupe de s'inscrire dans le présent et le futur.

¹⁵⁰ C'est pourquoi les « systèmes de jeu » ne sont pas fixes et immuables, mais bien adaptables, se pliant aux exigences de la partie. Les joueurs sont constamment sollicités par des dépassements de fonction, des compensations et autres permutations.

¹⁵¹ Le concept *d'apprenance* utilisé dans la traduction française « inclut et transcende le concept d'apprentissage car il responsabilise et rend acteur l'apprenant et l'engage dans une réflexivité » (Arnaud, 2019, p. 79).

Ce dernier est complété par une forme de « contrat moral », une économie du don, qui nécessite de donner individuellement maintenant pour récolter par la suite des bénéfices partagés entre les membres – le plus souvent supérieurs à ce que chaque individu aurait pu espérer seul. « Donner sa sueur dans une équipe de sport, participer à une ONG, s'entraider entre voisins... sont autant d'exemples qui montrent que l'économie du don constitue le socle absolu de la vie sociale » (Noubel, 2007, p. 9). Chacune des caractéristiques que nous venons d'énoncer, est à la fois cause et conséquence des autres, selon une dynamique pouvant être caractérisée d'*auto-éco-réorganisation* (Morin, 2008a). Dans le même temps, elles obligent à une pensée systémique, ne pouvant être considérées indépendamment. Ainsi, plus elles seront développées au sein du collectif, plus ce dernier sera capable de faire preuve d'intelligence collective originelle face à des situations complexes, inattendues, incertaines ou inédites.

Limites de l'intelligence collective originelle

Si cette forme d'intelligence collective possède de nombreux avantages, elle se confronte principalement à deux limites. L'aspect numérique constitue le premier facteur limitant l'intelligence collective originelle. En effet lorsque le groupe dépasse un certain nombre d'individus¹⁵², les capacités d'interaction diminuent et la complexité devient complication (Morin & Le Moigne, 1999). A cet égard, Laniau note qu'à partir de dix agents, la « réflexion, la prise de décision et l'action en vue de la résolution d'un problème donné sont beaucoup plus difficiles. C'est à peu près le nombre d'agents que possèdent une équipe de foot, un groupe d'improvisation musicale, un conseil des ministres » (2009, p. 85). En outre, du fait de nos aptitudes sociales, nos capacités sont maximisées au sein des collectifs réduits. Dans des groupes dépassant trente individus, l'holoptisme devient inopérant, l'architecture se morcelle et le gain individuel est aléatoire, rendant l'émergence d'un « tout » plus problématique. Le groupe perd ainsi en fluidité lorsque sa taille augmente, ou que son « espace de jeu » s'accroît trop. En effet, l'augmentation spatiale du groupe accompagne bien souvent l'aspect numérique. Le second facteur limitant la production d'une intelligence collective originelle est l'espace. Généralement, les comportements produits s'expriment dans un environnement proche, facilitant l'holoptisme et la coordination collective. Ces conditions favorisent l'interaction entre

¹⁵² On peut s'entendre sur une vingtaine de membres, l'optimum se situant entre 5 et 15 individus. Il est d'ailleurs intéressant de noter que les formes « originelles » du football et du rugby, le *Calcio* florentin et la *Soule*, se jouaient par « équipe » conséquente (27 pour le *Calcio*, sans limite pour la *soule*), ce qui produisait plutôt un enchaînement d'actions individuelles qu'une véritable coordination collective.

les membres du groupe, permettant l'adaptation dans l'instant. Lorsque ces limites sont atteintes ou dépassées, il peut se produire un fractionnement, un morcellement ou un cloisonnement du collectif (Noubel, 2007). Or, l'espace étant indissociable du temps, nous pourrions adjoindre un troisième facteur portant sur l'aspect temporel. Pour fonctionner en commun, les groupes s'appuient également sur le principe *hologrammatique* (les connaissances de l'ensemble se retrouvent en chacun). D'une part ces connaissances partagées demandent du temps pour être intégrées, d'autre part elles nécessitent une actualisation constante, donc des interactions fréquentes – pouvant être assimilées à de l'entraînement. Ainsi l'intelligence collective originelle repose tant sur des connaissances partagées (un référentiel commun¹⁵³) que sur une cognition incarnée (incorporée), située et distribuée.

Par ailleurs, nous autres êtres humains possédons une capacité très développée « de travailler en *coopération* avec autrui pour atteindre un but clair commun » (Damasio, 2017, p. 266). Du moment que le collectif est réduit, agit dans un espace proche et dans une temporalité commune, renvoyant à l'importance des interactions. Ces dernières dépendent fondamentalement des caractéristiques du collectif en lui-même, et du contexte dans lequel il inter-agit. Dans l'activité football, les joueurs poursuivent un but clair, explicite, commun, dont l'atteinte dépend des interactions entre partenaires et entre adversaires. Concernant les caractéristiques d'une équipe de football, nous pouvons affirmer que les joueurs sont conscients de leur coopération, bien que la plupart de leurs inter-actions se déroulent sous un seuil de pleine conscience, en raison de la forte pression spatio-temporelle en cours de jeu. Leurs interactions sont permanentes, horizontales et médiées par des communications essentiellement sociomotrices et sémiotrices. Ces « communications, qui ne sont pas nécessairement verbales et qui peuvent consister seulement dans l'interprétation des actions des partenaires, ont évidemment un rôle majeur dans les interactions et la coordination des actions » (Lautrey & Richard, 2005, p. 290). Enfin, il demeure une certaine hétérogénéité – notamment cognitive – dans le collectif, bien qu'un référentiel commun minimum soit requis pour jouer ensemble. Chaque joueur dispose de connaissances, compétences et expériences différentes, d'autant qu'une spécialisation des postes de jeu – aux fonctions sous-jacentes – est fortement présente. Ainsi, une perturbation des modalités d'interaction peut constituer un facteur limitant supplémentaire à l'émergence d'une intelligence collective dans les équipes de football.

¹⁵³ Commun signifie ici tout autant « le même » que « mise en commun » c'est-à-dire au service des autres. Certaines connaissances sont donc véritablement partagées, et celles qui ne le sont pas sont quand même au service du collectif : « je sais pour les autres » et « je sais que les autres savent ».

Facteurs d'émergence et comportements dans les équipes de football

S'agissant des différents facteurs – formant une *triple dialogique* – induisant l'émergence de l'intelligence collective, ils sont tous présents au sein des équipes de football. En effet, l'équipe dispose en premier lieu d'un référentiel commun – et non unique – de connaissances et d'expériences partagées. Chacun des joueurs possède également des compétences et connaissances spécifiques qu'il mobilise en cours de jeu, les partageant avec ses coéquipiers (cf. Section I. 3). Ainsi s'exprime à la fois une *diversité* cognitive, technique, tactique et physique, et une *homogénéité* sur certains plans. D'autre part, l'équipe étant considérée comme un superorganisme (Duarte et al., 2012), les actions et décisions y sont *décentralisées*. Pour autant, du dialogue permanent entre niveaux micro et macro (Araújo et al., 2015), émerge un comportement collectif global *agrégeant* les actions et opérations tactiques individuelles. Enfin, il existe une relative *indépendance* des actions individuelles due à la vitesse, à la réversibilité (changements de possession fréquents) et à la continuité du jeu (peu de temps-morts). Celle-ci subsiste malgré l'*interdépendance* permanente qui guide l'activité des joueurs, essentiellement au travers de communications non verbales. Se déployant par le biais d'une véritable auto-organisation à l'échelle de l'équipe, cette triple dialogique permet l'émergence de comportements collectifs (Duarte, Araújo, Correia, et al., 2013), pouvant être qualifiés d'intelligents.

Parmi ceux permettant d'identifier l'intelligence collective d'une équipe, nous en avons identifié trois principaux : l'*anticipation*, la *décision* et la *coordination* collectives. A l'échelle groupale, ces comportements résultent « de l'activité cognitive et motrice des joueurs. Celle-ci vise à la résolution des problèmes posés par la mise en relation des perturbations issues du fonctionnement des différents sous-systèmes et des choix effectués pour compenser et/ou accentuer ces déséquilibres » (Gréhaigne, 1992, p. 36). Aussi, plusieurs auteurs soulignent que les équipes de football se comportent comme des systèmes dynamiques (Duarte, Araújo, Correia, et al., 2013), complexes (Duarte, Araújo, Folgado, et al., 2013) et auto-adaptatifs (Silva et al., 2014). Dans ce cadre, les différentes expérimentations que nous avons menées – et que nous présentons dans les trois chapitres suivants – tentent de mettre en évidence les trois comportements collectifs ciblés.

Déoulant de cet essai de conceptualisation, la problématique de notre travail porte sur la mise en évidence de comportements collectivement intelligents en cours de jeu, et leurs procédés d'émergence à partir des caractéristiques des équipes de football.

Autrement dit, il s'agit de montrer comment l'intelligence collective peut permettre aux équipes de football de s'adapter aux situations et problèmes complexes : plus spécifiquement les problèmes de *cognition*, de *coordination* et de *coopération* (Surowiecki, 2008, p. 24). Ces derniers ne peuvent être résolus par les joueurs individuellement : « La cognition pour trouver la réponse à une question complexe. La coordination pour agir en fonction du comportement des autres. La coopération pour se réguler avec l'action des autres » (De Rosnay, préfaçant Surowiecki, 2008, p. 11).

Par ailleurs, nous formulons l'hypothèse générale suivante : Seul un système complexe autopoïétique peut générer assez d'interactions (entre ses parties et avec le contexte) pour faire émerger une forme d'intelligence collective. Cette dernière étant une faculté sociocognitive produite par les interactions au sein de systèmes auto-organisés.

Synthèse de la section II. 3 :

En cohérence avec la définition de l'intelligence proposée dans la section précédente, nous avons décrit le concept d'intelligence collective au travers de sept points : elle (i) émerge de l'interaction d'agents cognitifs qui forment un système complexe ; (ii) augmente la fiabilité, la flexibilité et la force du système pour atteindre un but commun ; (iii) est un phénomène, observable voire mesurable au travers des comportements produits par le collectif ; (iv) nécessite une compréhension partagée, qui découle d'un référentiel commun plus ou moins développé ; (v) prend diverses formes, selon les caractéristiques des collectifs et de l'environnement ; (vi) permet de faire face à des situations complexes, au sein desquelles règnent l'incertitude, le désordre ou le chaos ; (vii) constitue un indicateur de l'efficacité du collectif dans des contextes plus ou moins complexes et variés. Ainsi, notre intelligence collective repose essentiellement sur notre capacité à apprendre les uns des autres, à transmettre des connaissances et à coopérer.

En explorant la littérature, il est possible d'identifier différentes « formes d'intelligence collective », dépendantes des caractéristiques du groupe et du paysage de problème qu'il doit résoudre. Concernant les équipes de football, elles relèvent de *l'intelligence collective originelle*, dominante dans les groupes restreints mais d'une grande complexité. Pour autant, certaines caractéristiques présentes dans ce type de collectif sont communes aux autres formes d'intelligence collective : en essaim, pyramidale, voire globale. Quelle que soit cette forme, l'émergence de l'intelligence collective repose sur une *triple dialogique* – dans le sens où l'entend Morin c'est-à-dire la réalité de l'opposition et la nécessité de la liaison – entre : décentralisation / agrégation ; indépendance / interdépendance ; diversité / homogénéité.

En coopérant au sein de leur équipe, les joueurs forment une synthèse des moyens d'expression individuelle et collective. Sans cesse renouvelée, « cette quête d'une correspondance entre l'individualité poétique parce que créatrice de formes nouvelles de jeu et la difficile symphonie cosmique de l'équipe est une constante chez les plus grandes équipes de football » (Menaut, 2017, p. 148). La « symphonie » jouée par l'équipe incarne l'intelligence collective en action. Pour Surowiecki (2008), l'intelligence collective peut permettre de s'adapter à un large spectre de situations parfois très complexes. Ces situations posent différents types de problèmes : de cognition, de coopération et de coordination. Pour les équipes, il s'agit respectivement d'anticiper, de décider et de se coordonner.

Au sein des entités en question, l'intelligence collective s'exprime ainsi dans l'anticipation des actions de jeu, dans la prise de décision en cours d'action et dans la coordination interpersonnelle (Bourbousson, 2015; Bourbousson et al., 2008). Ces trois opérations cognitives individuelles (anticipation, décision, coordination) se traduisent en co-opérations au niveau groupal. Considérées comme de véritables preuves d'intelligence collective, nous chercherons à mettre en évidence l'émergence et l'efficacité de ces comportements collectifs dans la partie suivante.

DEUXIEME PARTIE : DEMONSTRATION EMPIRIQUE DES COMPORTEMENTS COLLECTIFS EN JEU

Cette deuxième partie présente les résultats des expérimentations menées afin de mettre en évidence le phénomène d'intelligence collective dans les équipes de football. A cet effet, nous avons étudié trois comportements pouvant révéler la présence d'une intelligence collective : l'anticipation, la décision et la coordination. Au sein de cette partie, trois chapitres leur sont respectivement attitrés, chacun d'eux étant subdivisé en trois sections : 1) Méthodologie spécifique ; 2) Résultats et 3) Discussion partielle. En vue de faciliter la compréhension de notre étude, une synthèse est systématiquement proposée à la fin de chaque chapitre. Ces derniers se nourrissent mutuellement, de façon complémentaire, toutefois nous ne pouvons éviter une rédaction linéaire malgré l'approche systémique escomptée.

Nous commençons par exposer le protocole expérimental mis en application pour ce travail. Le tableau ci-dessous présente les informations essentielles concernant nos recueils et traitements des données. Ces méthodologies seront détaillées au sein de chaque chapitre.

Tableau 1 : Présentation du protocole expérimental pour l'étude des comportements collectifs

<i>Comportements collectifs</i>	Outils & méthodes	Participants & matériau	Mesures & données	Période de mise en œuvre
<i>Anticipation</i>	Test psychométrique (occlusion temporelle) Questionnaire d'information	150 participants 100 questions	Scores (/100) Vitesse de réponse	2019/2020
<i>Décision</i>	Observation de jeu (analyse vidéo) Analyse notationnelle	4 équipes professionnelles 3 matches	Indicateurs d'efficacité collective	2020/2021
<i>Coordination</i>	Technologie de <i>tracking</i> Footovision® Analyse du mouvement	4 équipes professionnelles 3 matches	Positions, vitesses et accélérations	2020/2021

S'ils portent bien sur un même concept, celui d'intelligence collective, les trois chapitres qui suivent adoptent des approches méthodologiques différentes, dues tant à la diversité des outils mobilisés par le cadre de la *Team Cognition*, qu'à notre volonté de croiser les méthodes. Schématiquement, trois perspectives se dégagent pour l'analyse de l'activité collective. Elle se distinguent en ce qui concerne les relations qu'elles présument entre les niveaux « individuel » et « collectif » de l'activité. Nous différencions : i) l'individualisme méthodologique ; ii) le situationnisme méthodologique et iii) le collectivisme méthodologique. Chaque perspective est exploitée dans un des chapitres suivants.

Le chapitre III porte sur la capacité des joueurs à « lire le jeu » et au sein d'une même équipe : à voir la même chose au même moment, reconnaître les mêmes configurations de jeu, se comprendre mutuellement. Sur le plan méthodologique, il s'inscrit dans un *individualisme méthodologique* (Saury, 2015). Tentant d'expliquer l'activité collective par l'analyse des cognitions individuelles, son principal présupposé considère que :

Les caractéristiques de l'activité collective résultent du partage de connaissances entre ses protagonistes, qui constituent un référentiel commun. Selon cette perspective, ce référentiel commun permettrait à l'ensemble des acteurs de comprendre à chaque instant la situation dans laquelle ils interagissent de façon similaire, de développer des attentes partagées relatives à leurs activités respectives, et en conséquence de se coordonner efficacement (Saury, 2015, p. 17).

Typiquement, cette perspective est représentative d'une approche cognitiviste de l'activité collective. Sur le plan méthodologique, « le collectif est reconstruit à partir des caractéristiques de la cognition individuelle en mesurant le nombre, le degré de similitude, de complémentarité et de précision des connaissances partagées au sein des équipes » (Saury, 2015, p. 17). *In fine*, l'activité collective est étudiée au travers de l'activité individuelle de plusieurs agents. C'est pourquoi certains auteurs qualifient cette approche d'*agrégative* (Cooke & Gorman, 2006). Dans ce chapitre, nous avançons trois hypothèses :

- (a) Les équipes les plus expérimentées liraient le jeu de façon plus partagée ;**
- (b) La capacité à anticiper collectivement augmenterait corrélativement à l'expérience de l'équipe ;**
- (c) Les équipes s'entraînant ensemble (référentiel commun co-construit) devraient être plus performantes que les équipes « composées » pour l'étude.**

Le chapitre IV s'intéresse aux intentions de jeu qui émergent collectivement à partir des communications praxiques et sociomotrices : choix d'action à réaliser sous pression spatiotemporelle, notamment lors des moments de transition. Il repose sur un *situationnisme méthodologique* (Saury, 2015), basé sur l'articulation :

Entre les niveaux individuel et collectif de l'activité, dans un double sens, « ascendant » (des activités individuelles vers l'activité collective) et « descendant » (de l'activité collective vers les activités individuelles). Cette perspective repose sur le postulat selon lequel les acteurs conservent leur autonomie dans l'activité collective, ce qui implique que cette activité collective soit toujours constamment « déconstruite » et « reconstruite » dans le cours des interactions entre ces membres. En d'autres termes, selon cette perspective, les formes de l'activité collective sont conçues comme émergeant des interactions locales dynamiquement et matériellement situées entre des acteurs autonomes, tout en contraignant en retour ces dernières (Saury, 2015, p. 19).

Selon cette approche, l'activité collective émerge en premier lieu des interactions locales entre des agents influençant le collectif mais influencés en retour par ce dernier. La dynamique du collectif est alors fondamentalement située, co-déterminée par un double mouvement « *bottom-up* » et « *top-down* ». Ainsi, « les activités collectives quelles qu'elles soient ne constituent pas des totalités données, d'un ordre supérieur par rapport aux activités individuelles, mais sont en permanence construites (ou reconstruites) par les activités individuelles » (Saury, 2015, p. 20). Dans ce chapitre, nous chercherons à répondre aux hypothèses ci-dessous :

- (a) Les équipes expertes opèrent des choix collectifs rationnels, même sous forte pression spatiotemporelle ;**
- (b) La capacité à décider collectivement n'est pas influencée par un joueur particulier de l'équipe, mais découle d'un mode de fonctionnement décentralisé ;**
- (c) Les équipes qui dominent l'opposition sont celles qui prennent les meilleures décisions collectives.**

Le chapitre V décrit comment les équipes produisent un mouvement d'ensemble : par l'adaptation des déplacements individuels à ceux du collectif, formant un tout plus ou moins coordonné dans l'espace et le temps. L'étude de ce *tout indivisible* s'appuie sur le *collectivisme méthodologique* (Saury, 2015) : L'activité collective « surpasse » non seulement les activités individuelles, mais également les interactions entre agents. Ses caractéristiques et propriétés sont repérables, mesurables pour un observateur extérieur – donc pour le chercheur –

« moyennant cependant des méthodes appropriées, sans qu'il soit nécessaire de recourir à une analyse des cognitions individuelles » (Saury, 2015, p. 18). Dans cette perspective plus « macroscopique », l'activité collective :

Est conçue comme dotée d'une autonomie qui ne peut se réduire à la compréhension que peuvent en avoir les acteurs qui y sont engagés, et qui ne peut être saisie que par un observateur extérieur. Cette perspective s'apparente à ce que certains auteurs ont nommé « perspective holistique, écologique et dynamique », qu'ils associent à l'acronyme THEDA (*Team Holistic Ecology and Dynamic Activity*). Elle regroupe différents courants de recherche (la cognition socialement distribuée, la psychologie écologique, la théorie des systèmes dynamiques...) et approche par exemple le fonctionnement des équipes en tant qu'entités cognitives dotées de propriétés globales, non réductibles à l'agrégation des processus cognitifs individuels. Elle se focalise en conséquence sur les processus et comportements collectifs caractérisant le fonctionnement de l'équipe comme un « *superorganisme* » (Saury, 2015, p. 19).

A ce niveau, le collectif se voit doté de « lois propres », émergentes, la plupart du temps non accessibles à la conscience des acteurs y prenant part. Ces « lois » – essentiellement basées sur des règles d'actions simples – sont mises en évidence à partir de comportements d'ensemble au travers de morphogenèses et autres paramètres d'ordre : souvent illustrées par l'exemple des insectes sociaux et autres « foules intelligentes » (Moussaid et al., 2009). Dans ce chapitre, nous faisons les trois hypothèses suivantes :

- (a) Les équipes coordonnent leurs mouvements (vitesse et direction) à des niveaux élevés ;**
- (b) Sur ce plan, la coordination diffère selon le statut offensif ou défensif de l'équipe, et selon le type d'action de jeu ;**
- (c) La capacité à coordonner ses mouvements permet d'être plus efficace en défense comme en attaque.**

Concernant les analyses statistiques réalisées dans ce travail, nous avons été accompagnés par un enseignant-chercheur en statistiques, spécialisé dans le domaine des Sciences et Techniques des Activités Sportives (Gerville-Réache, 2022). Sur le plan « technique », elles ont été effectuées à l'aide du logiciel IBM® SPSS® *Statistics* (version 28).

Chapitre III : De l'anticipation collective

Ce chapitre s'inscrit dans la perspective d'un *individualisme méthodologique* (Saury, 2015), se focalisant sur les activités individuelles engagées dans l'activité collective. En particulier, « il s'agit de comprendre comment un ou plusieurs acteurs perçoivent leur situation sociale, participent à des interactions et communications avec les autres, interprètent leurs comportements, infèrent leurs intentions [...] » (p. 23). Saury (2015) précise que ce type d'approche constitue une première « fenêtre » sur l'activité collective. C'est pourquoi ce chapitre ouvre la deuxième partie de notre travail. Globalement, les capacités propres aux êtres vivants d'évoluer dans des environnements en perpétuelle évolution sont étroitement liées à la notion d'anticipation (Stepp & Turvey, 2010), qui constitue une projection dans *l'à-venir*. Cette propriété permet aux systèmes cognitifs de pouvoir discerner le réel au sein des possibles (Menaut, 1998), le probable parmi les potentiels. Plus précisément, nous nous intéressons à la faculté des joueurs à interpréter les actions de jeu, à lire les comportements tactiques et à inférer les intentions des partenaires et adversaires, autrement dit à *anticiper le jeu*. Cette capacité à identifier et à sélectionner :

Les indices de manière adaptative et anticipative est particulièrement importante dans des situations de compétition comme le sport, car les joueurs essaient souvent de dissimuler leurs intentions en éliminant les comportements qui fournissent des indices perceptifs pouvant être utilisés par leurs adversaires pour déduire les intentions de ces derniers (traduction libre de Araújo & Kirlik, 2008, p. 161).

Toutefois, il faut bien différencier les types d'anticipation mobilisés et les mettre en lien avec les caractéristiques de l'activité. Trois formes d'anticipation peuvent intervenir en cours de jeu : la moins complexe concerne *l'anticipation-coïncidence*, c'est-à-dire prévoir la trajectoire – le plus souvent – d'un objet, en l'occurrence le ballon. Ce type d'anticipation est particulièrement déterminant pour les gardiens de but, ou pour les attaquants lors des gestes de volée. Vient ensuite *l'anticipation des caractéristiques de l'action* réalisée par autrui. Le joueur va-t-il tirer/passer à gauche ou à droite, au sol ou à mi-hauteur, etc. Ce type d'anticipation requiert l'exploitation d'informations kinésiques (Loffing & Cañal-Bruland, 2017). Enfin, à un échelon supérieur de complexité, nous faisons face à *l'anticipation des intentions* d'autrui : le joueur va-t-il passer, feinter, tirer, faire un appel en profondeur ou décrocher ? En plus des informations kinésiques, l'anticipation nécessite des connaissances tactiques ancrées – un arrière-plan expérientiel – permettant d'attribuer des probabilités au champ des possibles qui se

présente (Williams, 2009). Dans le domaine sportif, être capable de percevoir les intentions d'autrui offre un avantage indéniable (Williams & Jackson, 2019; Williams, 2009), en particulier lorsque les athlètes sont confrontés à une incertitude permanente. C'est le cas des jeux sportifs collectifs, puisque les joueurs sont confrontés à une incertitude événementielle, spatiale et temporelle (que va-t-il se passer, où et quand ?) renforcée par la présence de partenaires et d'adversaires (*cf.* Section I. 1 pour l'analyse de la logique interne de l'activité). De plus, certaines situations (penalty, volée au tennis, etc.) confrontent les joueurs à une telle pression temporelle qu'il devient indispensable d'agir par anticipation (Berthoz, 2003). Ce comportement accorde un avantage adaptatif compétitif, dont le coût se mesure en termes de prises de risque – pouvant s'avérer décisives ou fatales. Par conséquent, cette habileté à « lire le jeu » est cruciale dans les sports d'équipe pour lesquels les joueurs doivent décider et se coordonner en temps contraint (Basevitch et al., 2020; Roca et al., 2012).

Les études portant sur ces capacités en football se sont multipliées ces dernières années (Basevitch et al., 2020; Belling et al., 2015; Bishop et al., 2013; Roca et al., 2011, 2012, 2013). La faculté d'anticiper pour s'adapter est particulièrement déterminante au niveau élite du football, où ces facteurs de performance sont plus susceptibles de discriminer les joueurs experts par rapport aux caractéristiques morphologiques et physiologiques. En effet, un joueur expert possède un éventail de possibilités d'action plus large, rendant plus complexe l'anticipation de ses actions. Ainsi, plus le niveau de compétition augmente et plus le besoin de « lire » les intentions adverses tout en « masquant » les siennes est déterminant (Reilly et al., 2000). Dans la première partie, nous avons décrit les équipes de football comme des systèmes cognitifs capables de communiquer et se coordonner en temps réel. Dès lors, l'anticipation collective repose sur les capacités cognitives de l'équipe. Anticiper collectivement consiste à voir la même chose au même moment, reconnaître les mêmes configurations de jeu et déchiffrer les intentions d'autrui, ce que Kermarrec et Bossard (2017) décrivent comme une manifestation de l'intelligence tactique collective. Partant de ces postulats, nous avançons trois hypothèses :

(a) Les équipes les plus expérimentées liraient le jeu de façon plus partagée ;

(b) La capacité à anticiper collectivement augmenterait corrélativement à l'expérience de l'équipe ;

(c) Les équipes s'entraînant ensemble (référentiel commun co-construit) devraient être plus performantes que les équipes « composées » pour l'étude.

III. 1) Méthodologie spécifique

L'objectif premier de cette étude est de vérifier si les équipes les plus expertes sont plus efficaces dans l'anticipation collective des situations de jeu, comme devraient le leur permettre les connaissances partagées construites par l'expérience. Nous cherchons à montrer que ces compétences se distinguent de la somme des compétences individuelles des membres de l'équipe. En effet si une équipe experte diffère d'une équipe d'experts (Eccles & Tenenbaum, 2004), la question de « ce qui diffère » reste ouverte. Dans cette perspective, nous nous intéressons à la capacité de l'équipe à anticiper les actions de jeu afin d'agir avec plus d'efficacité. Nous tenterons de mettre en évidence les facteurs déterminants pour l'émergence d'une anticipation collective reflétant une intelligence collective. Il s'agit d'une nouvelle étape concernant l'étude de l'anticipation sportive, pour laquelle nous interrogeons cette compétence perceptivo-cognitive sur le plan collectif.

Que la majorité des joueurs de l'équipe soit capable d'anticiper avec vitesse et précision le futur proche est un atout indéniable. Toutefois, mesurer cette capacité n'est pas chose aisée. En effet, il est inconcevable de mesurer l'anticipation en situation réelle de match : quand bien même nous placerions des électrodes sur le crâne des joueurs pour mesurer leur activité cognitive en cours de jeu, en tirer des informations sur l'anticipation des actions serait peine perdue. D'autre part, l'utilisation des entretiens *a posteriori* ne nous semble pas pertinente, puisqu'il ne s'agirait pas d'une activité d'anticipation en « première intention ». Nous serions en présence d'une remémoration de l'action vécue, avec connaissance du résultat. Ces précautions étant exposées, nous soulignons la nécessité de rester au plus proche du « terrain » tout en maîtrisant certaines variables afin d'être le plus objectif possible dans notre évaluation.

Les tests d'occlusion temporelle

Ces dernières décennies, plusieurs méthodes de mesure des capacités perceptivo-cognitives ont été mises au point. Dès les premières études (Haskins, 1965), les chercheurs ont utilisé l'occlusion temporelle, pour étudier comment les joueurs anticipent ce que leur adversaire fera ensuite. Concrètement, cette méthode consiste à présenter une séquence vidéo aux participants, puis à figer la vidéo par un arrêt sur image ou un fond blanc. Au point d'occlusion, les participants doivent alors sélectionner ce qu'ils pensent qu'il va se passer ensuite parmi plusieurs options prédéterminées : à l'aide d'une feuille ou d'un boîtier numérique.

L'étude pionnière de Jones et Miles (1978) a mis en avant que les joueurs de tennis experts étaient plus efficaces dans une tâche d'anticipation par occlusion que les joueurs moins experts, et que leurs scores dépassaient le hasard (33 %). Depuis, d'autres expériences ont conforté cette conclusion (Cañal-Bruland et Mann, 2015; Roca et al., 2011). Nous savons également que la différence entre l'expert et le novice « se trouve dans la façon dont chacun a appris à percevoir le jeu plutôt que dans la faculté brute à réagir promptement » (Epstein, 2014, p. 25). Récemment, Belling et ses collaborateurs (2015) ont conçu l'*Online Assessment of Strategic Skill In Soccer* (OASSIS) pour évaluer en ligne la compétence stratégique¹⁵⁴ dans le football en s'appuyant sur la méthode traditionnelle d'occlusion temporelle. Les auteurs démontrent que ce type de test peut être un outil pertinent afin d'évaluer les habiletés perceptives et cognitives des joueurs de football, autrement dit leur capacité d'anticipation.

III. 1. A) Construction du test et recueil des données

Mise au point du test

Sur le plan de la validité des séquences utilisées, celles-ci ont été contrôlées par un comité de trois experts appartenant à la Ligue de Football de Nouvelle-Aquitaine. Concernant ces derniers, tous cadres techniques de la Fédération Française de Football, deux d'entre eux bénéficiaient de plus de 15 années d'expérience, étaient lauréats du *Professorat de Sport* et titulaires du Diplôme d'État Supérieur¹⁵⁵ (DES) mention football. Le troisième, titulaire du Brevet d'entraîneur de Football¹⁵⁶ (BEF), disposait de cinq années à son actif. Familier du milieu de la recherche, ce dernier est engagé dans un travail doctoral depuis 2018. De plus, ils avaient tous suivi un parcours universitaire en STAPS.

Matériaux et design

Le test que nous avons construit s'appuie sur 100 séquences vidéo brèves (de 3 à 7 secondes) sélectionnées pour leur pertinence, extraites de 12 matches de football professionnel

¹⁵⁴ Le terme anglais englobe stratégie et tactique.

¹⁵⁵ Seul diplôme d'état du système fédéral (niveau 6), le [Diplôme d'État supérieur de la jeunesse, de l'éducation populaire et du sport spécialité « performance sportive » mention « football »](#) est orienté exclusivement sur l'optimisation de la performance, vers l'Elite Nationale évoluant au niveau « Amateur ».

¹⁵⁶ Titre à finalité professionnelle de niveau 5 (nouvelle nomenclature), il vise l'excellence de l'entraînement à travers la maîtrise méthodologique et pédagogique aux niveaux *régional*, *sénior* et *national jeune*.

de deuxième division française (Ligue 2, saison 2019/2020). Pour justifier le choix de ce contexte de match, nous avançons les arguments suivants : i) un niveau de jeu suffisamment élevé nous assure que les intentions des joueurs ne sont pas facilement lisibles ; ii) s'agissant de rencontres télévisées, des séquences de première division professionnelle auraient probablement été vues par certains participants¹⁵⁷, biaisant potentiellement le test ; iii) les matches filmés pour la télévision revêtent une qualité d'image supérieure et stable d'une rencontre à l'autre, en plus de fournir des images en plan large et aérien. Pour chaque séquence, les experts ont soumis deux choix alternatifs probables en plus du choix réellement effectué par le joueur sur la séquence vidéo. Ainsi, trois possibilités de réponse étaient proposées pour chaque question du test, sur un total de 100. Nous souhaitons nous éloigner d'un choix binaire et proposer une troisième alternative afin que la réponse soit révélatrice d'une véritable expertise dans la lecture motrice du jeu.

Concernant l'aspect quantitatif du test, nous pensons qu'un total de 100 questions constitue une base de données suffisamment large pour discerner les capacités d'anticipation. Dans la plupart des études antérieures, le support du test se compose d'une dizaine (Basevitch et al., 2020; Ward et al., 2013) à une trentaine (Belling et al., 2015) de séquences utilisées. Aussi, nous avons pris soin de restituer la variété des actions de jeu dans notre ensemble de vidéos. Nous avons sélectionné des séquences se centrant sur l'action d'un *porteur de balle* ($n = 66$), d'un *défenseur* ($n = 21$) et d'un *non-porteur de balle* ($n = 13$). Ces catégories furent disséminées aléatoirement dans le test. Nous avons choisi de poser deux tiers des questions sur le *porteur de balle* car la majeure partie du temps, l'attention des joueurs sur le terrain est focalisée sur le ballon et sur ce que va en faire son possesseur (Gesbert et al., 2017; Gesbert & Durny, 2013).

Compte tenu du nombre de questions, induisant une charge cognitive importante, nous avons divisé le test en deux temps. Durant chaque « mi-temps », les participants devaient répondre à cinquante questions. Une pause de 15 minutes était effectuée entre les deux temps¹⁵⁸. Même si l'expérience se déroulait *in vitro*, nous avons tenu à nous rapprocher des conditions « réelles » de match : Au total, le test durait environ 90 minutes effectives, soit la durée théorique d'un match de football. A cet égard, la capacité des participants à rester concentrés entrain en jeu.

¹⁵⁷ A défaut, les joueurs de Ligue 1 étant plus médiatisés, plusieurs participants auraient pu tirer un avantage de leurs connaissances concernant certains profils de joueurs.

¹⁵⁸ Pouvant constituer un léger biais : les participants restaient tout de même « en place », limitant les communications lors de cette mi-temps.

Un seul visionnage a été opéré et les participants devaient répondre immédiatement après la séquence dans un délai de 7 secondes. Des pré-tests ont été réalisés afin de calibrer cette fenêtre de réponse. Au-delà de ce temps, la réponse n'était pas prise en compte et aucun point n'était accordé. Nous justifions ce choix car en match il est nécessaire de s'adapter rapidement en prélevant les informations en amont. Dans l'optique de faciliter l'exercice, et de s'assurer d'une réponse « dans l'instant », dix secondes étaient accordées avant le début de la vidéo. Durant cette phase préparatoire, les participants pouvaient mémoriser les trois réponses possibles, afin d'agir plus rapidement. Un arrêt sur image avant le début de la vidéo était alors affiché (comme illustré sur la Figure 4 ci-dessous).



Figure 4 : Arrêt sur image (séquence N°40 du test)

Pour enregistrer les réponses des participants, nous avons utilisé des télécommandes *QUIZZBOX* (voir Annexe III. A) fournies par l'Université de Bordeaux. Le logiciel associé à ces outils permet d'intégrer directement les bonnes réponses à partir d'un diaporama existant, et de recueillir simplement les données du test par extraction d'un fichier type *Excel*. Nous avons paramétré le nombre de réponses autorisées (une seule), la possibilité de corriger son choix, ainsi que le délai imparti pour répondre (7 secondes). A ce propos, anticiper rapidement constitue certes un avantage, à condition que la « bonne réponse » soit trouvée. C'est pourquoi nous avons également enregistré le temps de réponse – comme indicateur général.

Consignes et présentation du test aux participants

Durant le test, aucune communication n'était permise et les participants n'avaient pas accès aux réponses correctes en temps réel. Les questions s'enchaînaient donc sans feedback de bonne ou mauvaise réponse afin de ne pas constituer une quelconque distraction. Les scores individuels ont été communiqués aux participants qui le souhaitaient à l'issue du test et après restitution des questionnaires.

Trois groupes (« Polyvalence », « Spécialiste » et « Réel ») ont passé le test de manière indépendante. Un responsable était systématiquement présent durant le dispositif, une partie des participants étant mineure. Il s'agissait des entraîneurs en charge du pôle espoir, de la section sportive (groupe « Réel »), et de l'enseignant référent concernant les étudiants en STAPS. Tous les participants étaient volontaires et ont donné leur accord – et celui de leur responsable – pour intégrer l'étude. Ils ont été informés que les résultats seraient traités anonymement. Pour cela, nous avons utilisé un codage spécifique dans le traitement des données.

Pour le bon déroulement du test, les groupes « Spécialiste » ($n = 60$) et « Réel » ($n = 60$) ont été scindés en deux afin de diminuer le risque d'interaction, dû au nombre de participants. Les conditions du test ont été précisées à chaque participant, notamment son aspect fondamentalement individuel ainsi que l'importance du temps de réponse. Les clips vidéo ont été projetés sur un mur blanc à l'aide d'un vidéoprojecteur. Les participants étaient placés à distance raisonnable (de 3 à 10 mètres) afin d'avoir une vision optimale des séquences.

Avant de débiter, les consignes de déroulement du test (détaillées Annexe III. B) étaient présentées aux participants. Toutes les informations étaient énoncées à l'oral et affichées à l'écran. Un temps de question suivait cette présentation, afin que chacun puisse éclaircir les zones d'ombres relatives au test. Enfin, une « session d'entraînement » était proposée aux participants, afin qu'ils puissent utiliser l'outil de réponse et s'appropriier le dispositif.

Le questionnaire d'information

Après avoir terminé le test, les participants ont été invités à remplir un court questionnaire individuel afin de recueillir quelques informations personnelles (*cf.* Annexe III. C). Certaines données, comme le score estimé au test, n'ont pas été utilisées pour cette étude, mais pourront l'être lors de futurs travaux.

III. 1. B) Population de l'étude

Participants

Cent cinquante participants ($M_{\text{âge}} = 18$; $ET = 3$) ont passé le test de lecture de jeu que nous avons mis au point en collaboration avec trois entraîneurs/formateurs experts. Bien que l'âge des participants soit relativement disparate (entre 13 et 22 ans), cette variable n'a pas été retenue dans notre analyse. Nous lui avons préféré l'*expérience* : calculée à partir des années et du niveau de pratique. Dans une perspective comparative, les participants ont été choisis pour former trois groupes, présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 2 : Caractéristiques des groupes

<i>« Réel »</i> $n = 60$	<i>Joueurs élites d'un pôle espoir¹⁵⁹ (n = 20) et d'une section sportive¹⁶⁰ scolaire (n = 40) pratiquant le football à raison de 3 à 4 entraînements par semaine.</i> <i>Les joueurs de ce groupe possèdent donc une expérience partagée de pratique : plusieurs séances hebdomadaires communes</i>
<i>« Spécialiste »</i> $n = 60$	<i>Étudiants en 2^{ème} et 3^{ème} année d'étude universitaire au sein d'une Faculté des STAPS (Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives).</i> <i>Ces derniers étaient spécialistes de l'activité football (Expérience > 10), mais ne pratiquaient pas dans la même équipe. Ces joueurs suivaient tous les mêmes cours de spécialité.</i>
<i>« Polyvalence »</i> $n = 30$	<i>Étudiants (n = 30) de premier cycle suivant un cursus spécialisé dans le sport (Licence STAPS), non-spécialistes de l'activité football ou considérés comme débutants (Expérience < 10).</i> <i>La taille de ce groupe est volontairement réduite afin de comparer l'impact de la pratique des activités individuelles et collectives sur la performance au test.</i>

¹⁵⁹ Un Pôle espoir est une structure d'entraînement d'élite accueillant des jeunes joueurs (13-14 ans) afin qu'ils puissent développer leurs compétences sportives tout en assurant un suivi scolaire constant. Contrairement aux centres de formation qui sont gérés par les clubs de football professionnels, les pôles espoirs sont sous la responsabilité des ligues régionales. La structure est agréée par le Ministère des Sports et la Fédération Française de Football.

¹⁶⁰ La section sportive scolaire « prolonge » la formation du Pôle Espoir (de 16 à 18 ans) au niveau du lycée.

Enfin un quatrième groupe a été « artificiellement » constitué, à partir des participants ayant obtenu les meilleurs résultats individuels ($n = 15$, soit 10 % de l'échantillon). Nous avons nommé ce groupe « Top ». Précisons que les membres de ce groupe restent intégrés aux groupes « Spécialiste » ou « Réel ».

Constitution des équipes

Dans l'optique du traitement des données et afin de s'approcher au plus près des propriétés d'une équipe de football, nous avons composé des équipes de dix sujets (autant que le nombre de joueurs de champs) au sein de chaque groupe.

Le groupe « Réel » comprenait six équipes. Ces dernières ont été constituées selon l'année de scolarisation des joueurs (de la 4^{ème} à la Terminale) au sein de leur structure d'entraînement d'élite. Nous rappelons que dans les équipes de ce groupe, les joueurs pratiquent réellement ensemble chaque semaine.

Le groupe « Spécialiste » était constitué de six équipes. Afin de constituer ces « équipes fictives » de dix joueurs, nous avons utilisé une variable recueillie à l'aide des questionnaires distribués en fin de test : *l'expérience* en nombre d'années de pratique. Précisons que nous avons choisi de pondérer ce déterminant selon le niveau de compétition par année de pratique :

- 1 point : pour chaque année de pratique au niveau départemental ;
- 2 points : pour chaque année de pratique au niveau régional ;
- 3 points : pour chaque année de pratique au niveau national ;

Nous justifions cette différenciation à travers deux arguments : i) le nombre d'heures de pratique diffère selon le niveau de compétition (il augmente avec le niveau) ; ii) l'expérience accumulée à plus haut niveau est également supérieure du fait de l'adversité et des compétences de l'entraîneur ou du formateur. Dès lors, nous pensons que cet indicateur est pertinent car la quantité (et la qualité) de pratique durant le développement (enfance et adolescence) constitue un indicateur fiable lors d'un test perceptuel-cognitif (Roca et al., 2012).

Le groupe « Polyvalence » comptait quant à lui trois équipes. La première regroupait des étudiants pratiquant une activité sportive individuelle ou interindividuelle (ex : gymnastique au sol, courses en couloir d'athlétisme, tennis en simple, etc.), la deuxième équipe regroupait des

joueurs de sports collectifs autres que le football (exemple : rugby, basketball, handball) et la troisième équipe des joueurs de football « débutants », ne comptant pas plus de 10 points d'expérience. Ce groupe bigarré nous permettra de comparer l'effet du type de pratique sur les résultats au test. En effet, les modalités de pratique et la *logique interne* (Parlebas, 2020) des activités font appel à différentes formes d'intelligence (*cf.* Section II. 2).

Enfin, nous avons constitué un dernier groupe en fonction des résultats au test. Le groupe « Top » contient six équipes formées par les participants ayant obtenu les meilleurs scores individuels. Le score le plus faible permettant d'intégrer le groupe était de 58/100, or plusieurs participants avaient obtenu ce résultat et pouvaient prétendre à intégrer le groupe « Top ». Nous avons donc décidé de constituer une équipe par participant se trouvant à égalité, chacun venant s'ajouter aux neuf meilleurs de l'ensemble du test. Ainsi, dans les six équipes de ce groupe, seul un individu varie¹⁶¹. Pour différencier ces dernières, nous les avons classées selon leur score émergent (SE), que nous présentons plus loin (*cf.*

Types de score au test). Nous obtenons un total de 21 équipes dont nous résumons les caractéristiques en annexe (Tableau III.1 de l'Annexe III. D).

III. 1. C) Traitement des données

Types de score au test

Afin de comparer les différentes équipes et les groupes auxquels elles appartiennent, nous avons utilisé trois types de scores collectifs calculés à partir des résultats individuels :

- **Score moyen (SM)** : obtenu en calculant la moyenne des scores des dix joueurs de l'équipe. Il représente le niveau collectif par *l'addition des performances individuelles* ramenées sur 100 points. C'est le mécanisme le plus sommaire pour évaluer un collectif, mais il n'est pas, selon nous, le plus représentatif de ce qu'est réellement une équipe interdépendante. Nous pourrions considérer ce score comme celui de « l'équipe d'experts » (Eccles & Tenenbaum, 2004) car il est basé sur la juxtaposition des performances.
- **Score émergent (SE)** : s'inspirant du mode opératoire des « marchés prédictifs » (Chen & Pennock, 2010; Dani et al., 2012), il repose sur le mécanisme d'agrégation des réponses de l'équipe afin de faire émerger « une seule voix ». Le mode de calcul est ainsi plus complexe que pour le *score moyen*. En effet au lieu de s'appuyer sur les scores

¹⁶¹ A l'image des choix opérés par l'entraîneur d'un match à l'autre.

individuels sur l'ensemble du test, nous avons pris *la réponse collective qui émergeait à chaque question*.

Autrement dit, pour chaque question, 1 point était accordé à l'équipe si plus de la moitié des joueurs répondaient correctement. En cas d'égalité entre deux réponses dont la bonne, l'équipe marquait 0.5 point, et 0.33 point en cas d'égalité parfaite entre les trois réponses possibles. A partir des réponses émergentes, nous obtenons ainsi un score qui représente l'interdépendance des joueurs au sein d'une équipe. Ce dernier tient compte du fait que l'erreur d'un joueur peut être compensée par ses coéquipiers. Nous pourrions considérer ce score comme caractéristique du niveau de « l'équipe experte » (Eccles & Tenenbaum, 2004) car émergeant de la performance collective à chaque question, comme cela pourrait se produire à chaque action de jeu.

- **Score pondéré (SP)** : permettant d'affiner encore notre analyse des phénomènes collectifs, cette variante du *score émergent* tient compte du *nombre de bonnes réponses dans l'équipe à chaque question*. Nous reprenons ainsi le mode de calcul du score émergent mais nous accordons 0.1 point par bonne réponse individuelle lorsque la réponse émergente est la bonne. Ce score permet ainsi de pondérer le degré collectif de bonne réponse. Par exemple, si 6 joueurs donnent la bonne réponse à une question ils marquent 0.6 point, alors que si les 10 joueurs de champ d'une équipe anticipent correctement (ce qui correspond à une anticipation collective parfaite) ils marquent 1 point. Nous précisons que si la réponse émergente est fautive, alors les bonnes réponses ne sont pas comptabilisées en vue de pouvoir comparer ce score avec le score émergent. Le score pondéré permet d'une certaine façon, de mettre en avant la *convergence cognitive* dans l'équipe.

Bien que ces scores fournissent des informations différentes, il est intéressant de les combiner afin d'illustrer la plus-value apportée par le collectif en termes d'anticipation. En soustrayant SM à SE, on obtient le « potentiel d'anticipation collective » (PAC) qui représente l'écart entre le score moyen et le score émergent. Autrement dit, plus ce potentiel est grand, plus l'impact du collectif est positif sur la performance de l'équipe.

Homogénéité des réponses

Afin d'établir le niveau d'homogénéité de chaque équipe, nous avons utilisé différents indicateurs. En premier lieu, nous avons mobilisé le *coefficient de corrélation intraclasse* (Koo & Li, 2016). Cet outil statistique est communément utilisé pour des analyses de fiabilité dans différentes situations. Dans notre cas, il s'agit de la *fiabilité inter-évaluateur*, c'est-à-dire la variabilité des mesures ou réponses entre plusieurs individus. Koo et Li précisent qu'il existe

différentes façons d'utiliser le coefficient de corrélation intraclasse (CCI), selon le type d'étude et les hypothèses soulevées. Nous avons retenu les « réglages » du CCI suivants :

- Modèle : *Mixte à deux facteurs* (bidirectionnels), puisque nos « évaluateurs » ont été spécialement sélectionnés pour intégrer les équipes en fonction de leurs caractéristiques ;
- Type : *Mesures moyennes*, l'analyse de la fiabilité portant sur l'ensemble des individus de chaque équipe ;
- Définition : *Cohérence absolue* (accord absolu), mesurant la précision avec laquelle les participants attribuent la même « note » à chaque occurrence.

D'ailleurs, Koo et Li conseillent l'utilisation de cette méthode pour l'analyse de fiabilité inter-évaluateurs (2016, p. 158). De plus, ils précisent qu'un minimum de 30 occurrences et de 3 individus est indiqué pour la crédibilité de l'expérience. Par la suite, le traitement statistique fournit une valeur comprise entre 0 et 1 qu'il s'agit d'interpréter. Les auteurs suggèrent que les valeurs du CCI inférieures à 0,5 illustrent une mauvaise fiabilité, que les valeurs comprises entre 0,50 et 0,75 montrent une fiabilité modérée, que les valeurs comprises entre 0,75 et 0,90 indiquent une bonne fiabilité et que des valeurs supérieures à 0,90 révèlent une excellente fiabilité. Pour autant, cet outil ne tient pas compte de la qualité des réponses produites par les participants. A cet égard, il nous semble pertinent d'introduire deux indicateurs supplémentaires en vue de comparer les performances des différentes équipes au test. Le premier met en évidence « l'hétérogénéité des réponses » au sein de chaque équipe à travers l'écart entre le score émergent et le score pondéré. En effet un écart nul entre ces deux valeurs reflèterait une adéquation parfaite des réponses des membres de l'équipe (10 bonnes réponses sur 10 possibles pour chaque bonne réponse collective). En conséquence, plus cet indicateur est élevé plus l'hétérogénéité augmente. Concernant le second, nous nous sommes intéressés au nombre de bonnes réponses par équipe à chaque question, que nous nommerons « Force de la réponse » (FR). Cette mesure renvoie indirectement au *score pondéré*. Nous avons ainsi mesuré FR lorsque la réponse collective (émergente) de l'équipe est juste et lorsqu'elle est fautive.

III. 2) Résultats

Données individuelles et fiabilité du test

Dans un premier temps, décrivons les caractéristiques de notre échantillon de données. Afin de vérifier leur *normalité*, nous avons réalisé un test de Kolmogorov-Smirnov. Obtenant une valeur supérieure au seuil de signification¹⁶² ($p = 0,2$), nous concluons que les données de scores individuels au test suivent une loi normale¹⁶³. La méthode empirique de vérification graphique vient renforcer ce constat (voir Figure 5 ci-dessous).

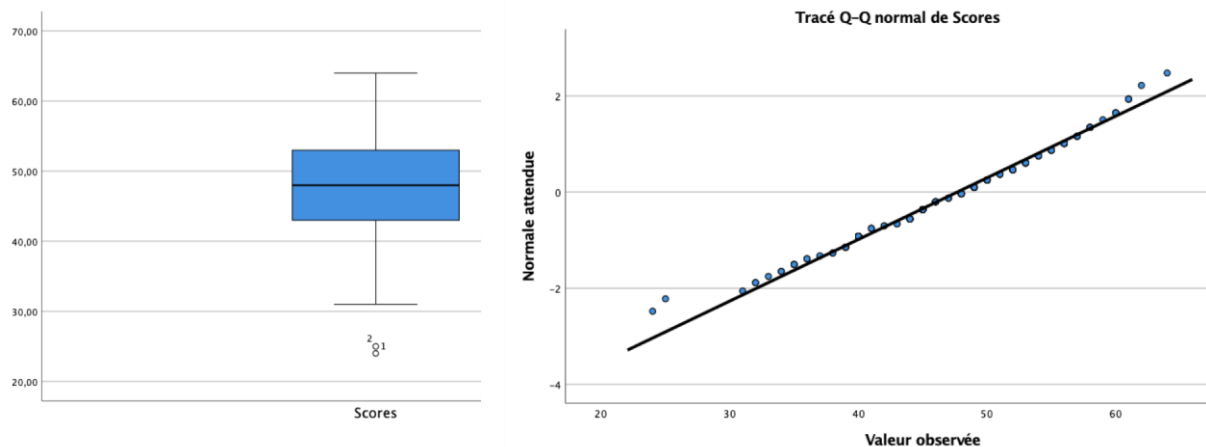


Figure 5 : Tracés de distribution des données

Précisons que les scores individuels ($n = 150$) se répartissent dans l'intervalle allant de 24 à 64 (*Moyenne* = 47,7 ; *ET* = 8). Par ailleurs, nous avons regroupé les participants par intervalle de 10 points en fonction de leur score au test, afin de représenter les résultats. La Figure 6 montre que 80 % des participants ont obtenu un score proche de 50/100, se répartissant uniformément de part et d'autre de la moyenne et illustrant la normalité des données.

¹⁶² Fixé à 0,05.

¹⁶³ Étant donné que la *p-value* calculée est supérieure au niveau de signification seuil, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle H_0 selon laquelle l'échantillon suit une loi normale. Bien que l'échantillon soit supérieur à $n = 50$, nous avons également réalisé un Test de Shapiro-Wilk. Ce dernier vient confirmer l'hypothèse de normalité ($W = 0,984$; $p = 0,086$).

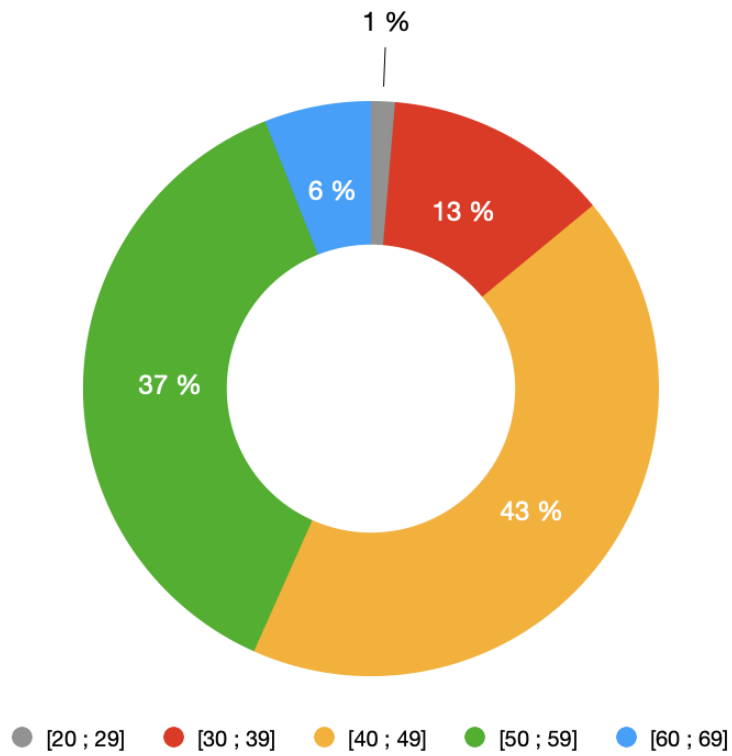


Figure 6 : Répartition des scores individuels au test

Nous pouvons également visualiser la répartition des scores individuels par équipe sur la figure ci-dessous.

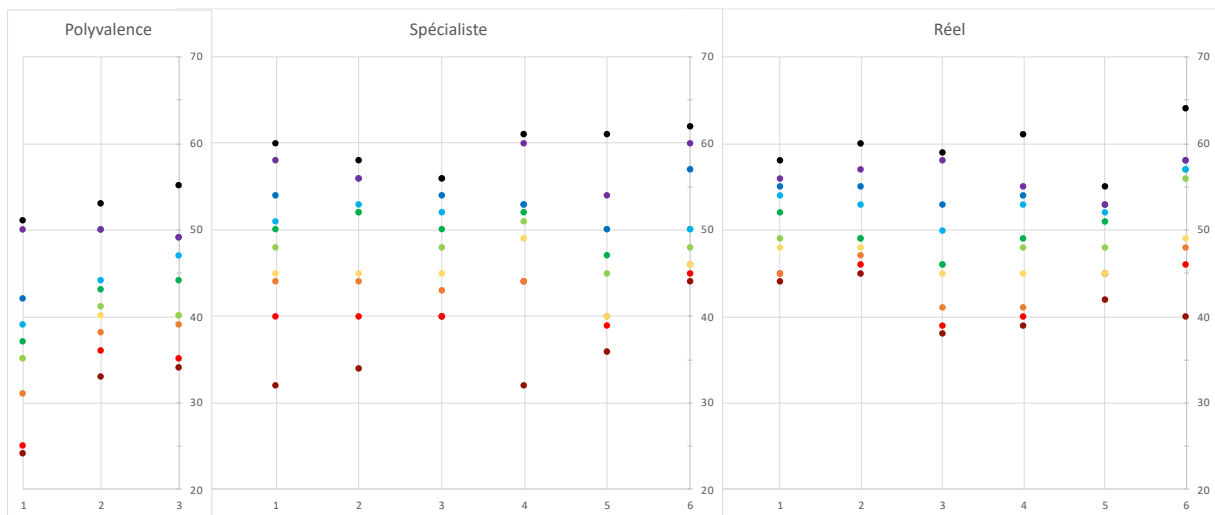


Figure 7 : Répartition des scores individuels par groupe et par équipe

Ces informations descriptives viennent enrichir le traitement statistique des données. Afin de vérifier la ressemblance/dissembance de l'échantillon, nous avons réalisé plusieurs tests statistiques. Tout d'abord, le test de Levene (égalité des variances) révèle que l'échantillon total ($n = 150$) est homogène pour les scores individuels ($p = 0,42$) et l'expérience ($p = 0,11$). L'analyse de la variance (ANOVA) à un facteur pour l'échantillon, indique que les groupes « Polyvalence », « Spécialiste » et « Réel » sont significativement différents selon les variables « scores individuels » et « expérience » ($p < 0,001$ dans les deux cas). A cet égard, nous avons comparé « un à un » les échantillons des trois groupes en question. Concernant les scores individuels, l'ANOVA montre que le groupe « polyvalence » est significativement différent des groupes « Spécialiste » et « Réel » ($p < 0,001$ dans les deux cas). *A contrario*, il n'y a pas de différence significative entre les scores individuels des groupes « Spécialiste » et « Réel » ($p > 0,05$). Nous avons reproduit l'analyse pour la variable « expérience ». Là encore, le groupe « Polyvalence » était significativement différent des deux autres ($p < 0,001$), mais les groupes « Spécialiste » et « Réel » l'étaient également ($p < 0,05$), ce qui n'était pas le cas pour les scores individuels. Cette différence peut s'expliquer par les caractéristiques du groupe spécialiste : composé d'étudiants en STAPS, les participants étaient plus âgés que ceux du groupe « Réel », permettant une plus grande dispersion des valeurs. D'ailleurs l'écart type de l'expérience était plus élevé pour le groupe « Spécialiste » ($ET = 5,4$) que celui du groupe « Réel » ($ET = 3,8$).

En premier lieu, nous constatons que les groupes « Spécialiste » et « Réel » sont similaires en termes de scores individuels malgré une différence d'expérience, alors que le groupe « Polyvalence » se démarque complètement des autres groupes. La mesure du CCI¹⁶⁴ (réponses individuelles) par groupe vient renforcer ce constat, puisque celui du groupe « Polyvalence » est inférieur (0,74) à ceux des groupes « Spécialiste » et « Réel » (0,94 tous les deux). En toute logique, ces données traduisent les liens existants entre l'expertise et la quantité de pratique. Orientons-nous à présent vers l'aspect collectif des résultats au test. L'ANOVA¹⁶⁵ montre une différence significative entre les groupes pour l'expérience moyenne ($p < 0,01$), le score émergent ($p < 0,05$) et le score pondéré ($p < 0,01$). *Idem* pour deux des mesures de l'homogénéité : le CCI ($p < 0,05$) et la force de la réponse collective juste ($p < 0,01$). Néanmoins, l'hétérogénéité des réponses et le potentiel d'anticipation collective n'étaient pas significativement différents selon les groupes ($p > 0,05$ dans les deux cas). Revenons plus en détail sur ces différentes mesures.

¹⁶⁴ Les trois mesures sont significatives au seuil $p < 0,001$.

¹⁶⁵ Les résultats détaillés sont présentés dans l'Annexe III. D (Tableau III.2).

Mesures de l'homogénéité des équipes

Afin de mesurer l'homogénéité des équipes, nous avons utilisé trois indicateurs : *coefficients de corrélation intraclasse*, de la *force de la réponse collective (juste)* et de *l'hétérogénéité des réponses*. Les résultats détaillés de ces mesures sont présentés en annexe (Tableau III.3 de l'Annexe III. D).

Premièrement, intéressons-nous aux *coefficients de corrélation intraclasse* des équipes étudiées (hors groupe « Top »). A l'exception du CCI de l'équipe Poly.1, tous les résultats sont extrêmement significatifs ($p < 0,001$). Nous observons une tendance croissante des CCI en fonction de l'expérience moyenne (EM) des équipes. Afin de vérifier ce phénomène, nous avons réalisé une analyse de régression linéaire entre ces deux variables. Les coefficients de corrélations (de Pearson) révèlent un lien relativement fort entre l'expérience moyenne de l'équipe et son CCI ($r = 0,73$; $p < 0,01$ pour l'échantillon comprenant les 12 et 15 équipes), *a fortiori* lorsque l'on exclut la mesure non significative de l'équipe Poly.1 ($r = 0,78$; $p < 0,001$; $n = 14$). Ainsi, plus l'expérience croît au sein de l'équipe, plus les joueurs ont tendance à proposer des réponses identiques lors du test. S'agissant de *l'hétérogénéité des réponses*¹⁶⁶, elle décroît à mesure que l'expérience moyenne augmente ($r = - 0,59$; $p < 0,05$; $n = 15$) ; cette diminution se renforçant lorsque l'on s'attarde uniquement sur les groupes « Spécialiste » et « Réel » ($r = - 0,74$; $p < 0,01$; $n = 12$). Par conséquent, nous pouvons traduire cette tendance par une augmentation de l'homogénéité, similaire aux résultats du CCI. Enfin, concernant la force de la réponse collective, précisons que dans tous les cas de figure, la force de la réponse *fausse* ne donne aucune indication en lien avec l'expérience moyenne, aucun des coefficients n'étant significatif¹⁶⁷. *A contrario*, la *force de la réponse collective juste* fournit des résultats intéressants. Au même titre que les deux mesures précédentes, elle croît avec l'expérience moyenne pour les groupes « Spécialiste » et « Réel » ($r = 0,78$; $p < 0,01$; $n = 12$), et s'élève encore avec l'ajout du groupe « Polyvalence » ($r = 0,88$; $p < 0,001$; $n = 15$). Cela signifie que plus une équipe possède d'expérience, plus le nombre de joueurs à anticiper correctement est élevé lorsque l'équipe a répondu correctement. Ce résultat met en avant une forme d'homogénéité dans l'interprétation des actions de jeu pour les équipes les plus expérimentées.

¹⁶⁶ Cette mesure représente l'écart entre le score pondéré (SP) et le score émergent (SE), mais n'indique pas une qualité supérieure dans la réponse, puisque SE peut être relativement faible, réduisant l'écart potentiel entre ces deux scores.

¹⁶⁷ Nous pouvons néanmoins observer une certaine convergence autour de 2 bonnes réponses ($M = 1,8$; $ET = 0,3$), caractéristique d'une diversité subsistante au sein des équipes. En d'autres termes, quelle que soit l'équipe, il y a toujours approximativement 2 joueurs qui anticipent correctement l'action lorsque la majorité se trompe.

Les joueurs ont ainsi tendance à « lire le jeu » de la même façon, ce qui contribue à une baisse de la diversité des anticipations. Ces données viennent renforcer le constat d'une corrélation positive entre l'expérience moyenne au sein de l'équipe et les différentes mesures de l'homogénéité (cf. Tableau 3).

Tableau 3 : Mesures¹⁶⁸ de l'homogénéité corrélées à l'expérience moyenne des équipes

	Groupes		
	Spécialiste Réal (n = 12)	Polyvalence Spécialiste Réal (n = 15)	Poly.2 & 3 Spécialiste Réal (n = 14)
Coefficient de corrélation linéaire (Pearson)			
CCI	0,73**	0,73**	0,78***
Hétérogénéité des réponses	- 0,74**	- 0,59*	- 0,79***
Force de la réponse coll (juste)	0,78**	0,88***	0,89***

Les trois mesures énoncées et leurs coefficients de détermination (R^2) sont représentés sur la Figure 8. Afin de faciliter la visualisation de ces données, nous avons utilisé une échelle logarithmique, le CCI étant compris entre 0 et 1.

¹⁶⁸ Seuil de significativité fixé à 95 %. Pour tous les tableaux suivants, nous adopterons le codage : ^{ns} si $p > .05$; * si $p < .05$; ** si $p < .01$; *** si $p < .001$.

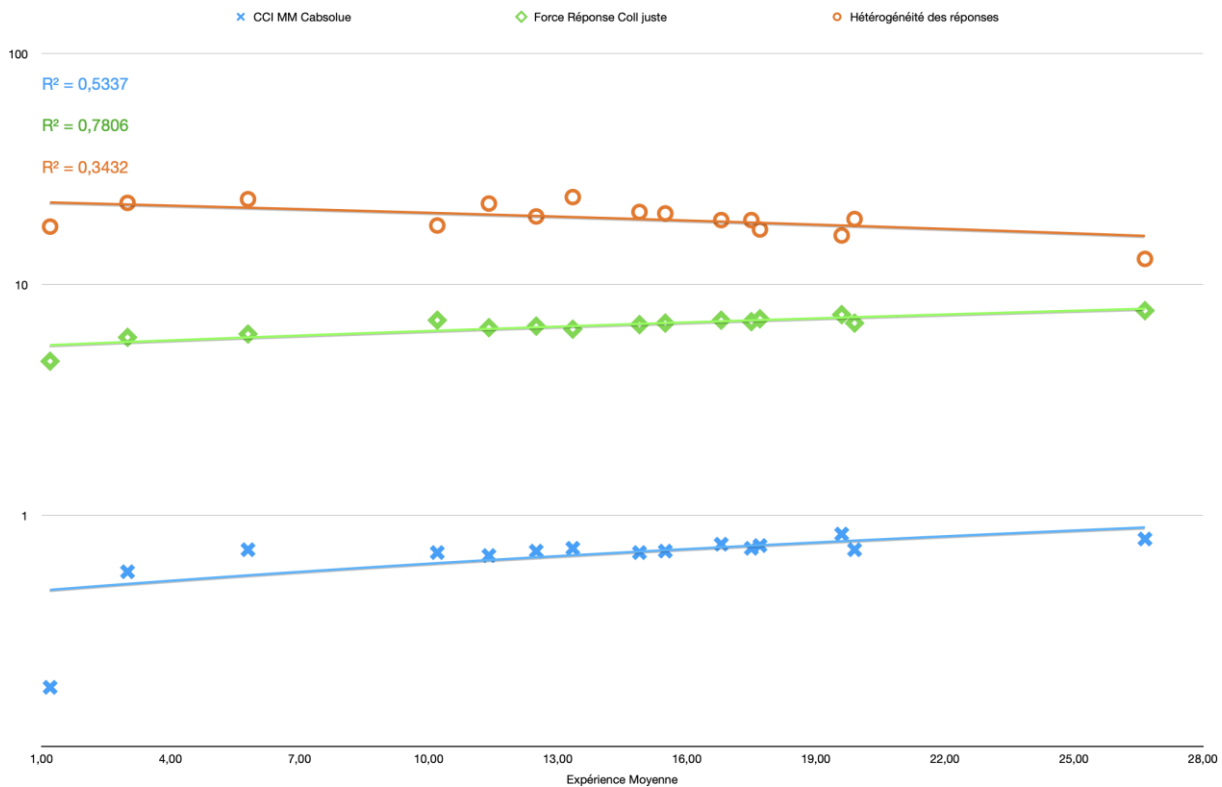


Figure 8 : Mesures de l'homogénéité en fonction de l'expérience moyenne pour $n = 15$

Scores par équipe

Les résultats obtenus par les équipes sont présentés dans l'annexe III. D (Tableau III.4). En premier lieu, nous avons analysé les liens entre les trois types de scores collectifs et les différentes mesures de l'homogénéité exposées en amont. Pour ce faire, nous avons utilisé des corrélations linéaires pour un échantillon comportant les groupes « Polyvalence », « Spécialiste » et « Réel » ($n = 15$). Les principaux résultats sont décrits ci-dessous.

Tableau 4 : Corrélations des scores collectifs et des mesures de l'homogénéité

Coefficient de corrélation linéaire (Pearson)	Score (pour $n = 15$)		
	Moyen	Émergent	Pondéré
CCI	0,87***	0,88***	0,96***
Hétérogénéité des réponses	- 0,33 ^{ns}	0,30 ^{ns}	- 0,08 ^{ns}
Force de la réponse coll (juste)	0,94***	0,70**	0,91***

Concernant le *coefficient de corrélation intraclasse* (CCI), les résultats indiquent un lien très robuste avec les trois scores collectifs. En d'autres termes, plus les joueurs répondent de façon identique, plus les scores collectifs sont élevés. D'autre part, la corrélation du CCI avec le score émergent, déjà élevée sur le plan linéaire ($r = 0,88 ; p < 0,001$), augmente encore si l'on utilise un modèle polynomial de degré 2 ($r = 0,93 ; p < 0,001$). Ce qui pourrait révéler une potentielle baisse du SE passé un certain seuil d'homogénéité. Tâchons de corroborer ces résultats à l'aide des deux autres mesures de l'homogénéité. Les données s'appuyant sur la variable *hétérogénéité des réponses* ne sont pas significatives, quand bien même nous adoptons le modèle polynomial. Elles ne peuvent donc renforcer ou infirmer la véracité des résultats précédents. Pour autant, si l'on occulte le groupe « Polyvalence », alors que SM et SP demeurent non significativement corrélés à l'hétérogénéité des réponses, SE le devient ($r = 0,80 ; p < 0,01 ; n = 12$). Ainsi, au sein des participants des groupes « Spécialiste » et « Réel », le score émergent augmente lorsque l'hétérogénéité des réponses croît¹⁶⁹.

Étudions le dernier indicateur employé afin d'approfondir l'analyse. S'agissant de FR, le *score moyen* et le *score pondéré* y sont fortement corrélés lorsque la réponse collective est juste ($r = 0,94 ; r = 0,91$), et dans une moindre mesure pour SE ($r = 0,70$). Toutefois, le score émergent se comporte là aussi différemment, un modèle polynomial de degré 2 portant la corrélation à un très haut niveau ($r = 0,95 ; p < 0,001$). Comme pour le CCI, il semble que le score émergent corresponde davantage à un modèle « en cloche » quand il est relié à une mesure de l'homogénéité. Ceci signifierait que répondre de façon identique serait bénéfique jusqu'à un certain point, à partir duquel la performance collective commencerait à en souffrir. Par ailleurs, nous avons constaté plus haut que l'homogénéité au sein de l'équipe était positivement corrélée à l'expérience moyenne. A ce titre, nous relevons que les trois équipes du groupe « Polyvalence », qui disposent de la plus faible expérience moyenne, obtiennent les scores moyens (SM) et pondérés (SP) les plus bas, laissant entrevoir un lien Expérience/Scores collectifs. Concernant SE, nous observons que l'équipe Spé.2 fait aussi bien que la meilleure équipe (Top.1). De même, Spé.1 égale Top.6. Le score émergent donne l'impression de se comporter différemment¹⁷⁰. Afin de nous en assurer, intéressons-nous à l'évolution des scores en fonction de l'expérience moyenne des équipes (Figure 9 ci-dessous).

¹⁶⁹ Dans le cas présent, la mesure impliquant un modèle polynomial de degré 2 ne fournit pas un résultat plus solide.

¹⁷⁰ Notons que les scores émergents de certaines équipes (Spé.1, Spé.2, Réel. 2, Réel.4 et Réel.6) sont proches des 66.6 % soit deux fois mieux que le hasard (33.3 %).

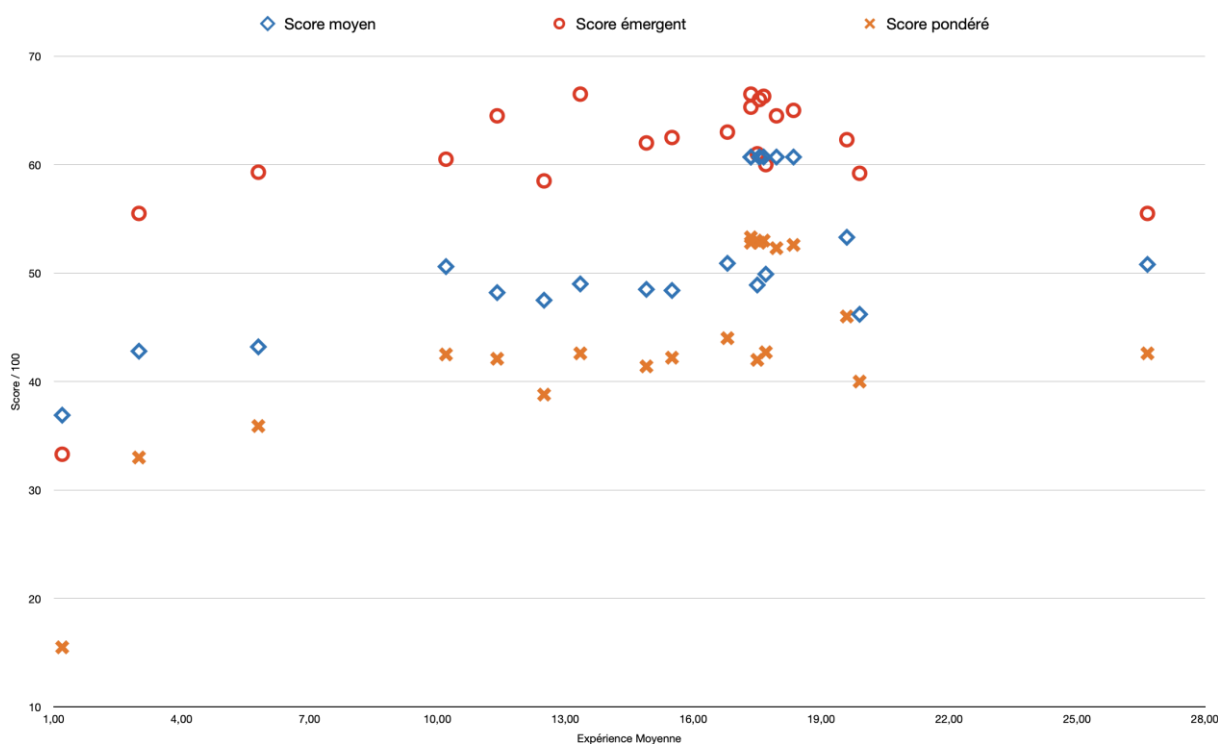


Figure 9 : Scores collectifs en fonction de l'expérience moyenne des équipes ($n = 15$)

Ce graphique montre que SE tend à augmenter avec EM, jusqu'à un certain point. A cet égard, nous avons réalisé différentes analyses statistiques afin de mettre à jour les relations existantes entre l'expérience moyenne – constituant la variable indépendante dans cette analyse – et les scores collectifs au test. Le Tableau 5 présente ces résultats et les niveaux de significativité associés. Les groupes « Spécialiste » et « Réel » constituant le socle de notre étude, nous avons reproduit l'analyse tantôt en excluant les deux autres groupes ($n = 12$), tantôt seulement le groupe « Top » ($n = 15$), et les incluant tous ($n = 21$). A première vue, plusieurs remarques peuvent être effectuées :

- L'analyse incluant uniquement les groupes « Spécialiste » et « Réel » ne semble pas pertinente puisqu'un seul résultat s'avère légèrement significatif ;
- Si l'on se penche sur l'analyse des trois premiers groupes ($n = 15$), seul le modèle de régression linéaire pour le score émergent n'est pas significatif, tous les autres résultats fournissant un haut – voire un très haut niveau – de significativité ($p < 0,001$) ;
- Pour cet échantillon ($n = 15$), le score moyen ($r = 0,78$; $p < 0,001$) et le score pondéré ($r = 0,73$; $p < 0,01$) fournissent des preuves solides d'une corrélation linéaire positive avec EM. Celle-ci est faiblement renforcée par un modèle polynomial de degré 2 (respectivement $r = 0,88$ et $r = 0,89$; $p < 0,001$) ;

- Nous constatons cependant que concernant SE – qui nous le rappelons semblait se comporter différemment – le modèle polynomial fournit une plus-value substantielle ($r = 0,83$; $p < 0,001$) par rapport au modèle linéaire ($r = 0,48$; *non significatif*) ;
- Enfin, si l'on se penche sur la totalité de l'échantillon ($n = 21$), les résultats sont proches de ceux obtenus sans le groupe artificiel « Top ». Même si SE devient significativement corrélé à EM de façon linéaire ($r = 0,54$; $p < 0,05$), là encore le modèle polynomial de degré 2 offre une meilleure robustesse ($r = 0,85$; $p < 0,001$).

Tableau 5 : Corrélations entre l'expérience moyenne et les scores collectifs des équipes

Coefficient de corrélation (<i>Pearson</i>)		Groupes		
		Spécialiste Réel ($n = 12$)	Polyvalence Spécialiste Réel ($n = 15$)	Polyvalence Spécialiste Réel Top ($n = 21$)
Score moyen	Linéaire	0,28 ^{ns}	0,78***	0,63**
	Polynomiale (degré 2)	0,30 ^{ns}	0,88***	0,71**
Score émergent	Linéaire	- 0,58*	0,48 ^{ns}	0,54*
	Polynomiale (degré 2)	0,69 ^{ns}	0,83***	0,85***
Score pondéré	Linéaire	0,24 ^{ns}	0,73**	0,71***
	Polynomiale (degré 2)	0,28 ^{ns}	0,89***	0,84***

En complément, nous avons réalisé une analyse en régression linéaire de la vitesse de réponse en fonction de l'expérience moyenne (EM) et du score moyen (SM). Les données montrent que SM augmente à mesure que le temps de réponse diminue ($r = - 0,84$; $p < 0,001$; $n = 15$). En parallèle les équipes les plus expérimentées répondaient plus rapidement ($r = - 0,67$; $p < 0,01$; $n = 15$). Il semble ainsi que l'expérience permette d'anticiper plus vite et avec une meilleure réussite. Revenons à présent sur les équipes du groupe « Top ». Les résultats exposés précédemment ne tenait pas systématiquement compte de ce groupe, un seul joueur changeant à l'intérieur de chacune de ses équipes. Il est intéressant de noter que les équipes de ce groupe présentaient les valeurs d'homogénéité les plus fortes. Malgré cela, elles obtenaient des scores collectifs élevés, soulignant l'apport de l'expertise individuel. Cette dernière pourrait compenser des niveaux élevés d'homogénéité dans les réponses. Si les écarts sont minimes au sein de ce groupe, les équipes ayant les meilleurs scores collectifs sont celles disposant d'une homogénéité moindre.

Impact des résultats individuels sur les scores collectifs

Outre l'homogénéité, certains résultats « individuels » (incluant la mesure moyenne des scores individuelles, le score maximum et minimum par équipe) pourraient être mis en relation avec les mesures collectives : SE et SP. Le tableau ci-dessous présente les corrélations entre ces données pour l'échantillon comprenant et excluant le groupe « Polyvalence ».

Tableau 6 : Corrélations entre les résultats individuels et les scores collectifs des équipes

Coefficient de corrélation (<i>Pearson</i>)		Groupes	
		Spécialiste Réel (<i>n</i> = 12)	Polyvalence Spécialiste Réel (<i>n</i> = 15)
Score moyen	Score émergent	0,02 ^{ns}	0,78***
	Score pondéré	0,89***	0,94***
Score individuel max	Score émergent	- 0,24 ^{ns}	0,57*
	Score pondéré	0,33 ^{ns}	0,75**
Score individuel min	Score émergent	- 0,36 ^{ns}	0,56*
	Score pondéré	0,25 ^{ns}	0,73**

Hormis la corrélation entre SM et SP (forte et extrêmement significative pour les deux échantillons), nous observons une différence entre les analyses avec ou sans le groupe « Polyvalence ». En effet, sans ce dernier les corrélations ne sont pas significatives. Rappelons que les groupes « Réel » et « Spécialiste » sont relativement homogènes. Ainsi, pour ces derniers (*n* = 12) il n'y a pas de relation entre le score émergent et les scores moyen, individuels maximum et minimum par équipe. De même lorsque ces données sont mises en relation avec le score pondéré (exception faite de SM). *A contrario*, toutes les mesures sont significatives lorsque le groupe « polyvalence » est intégré à l'analyse (*n* = 15). Le score moyen de l'équipe est fortement corrélé au score émergent ($r = 0,78$; $p < 0,001$) et très fortement corrélé au score pondéré ($r = 0,94$; $p < 0,001$). De façon générale, le score pondéré est plus sensible aux scores individuels maximum et minimum de l'équipe, que le score émergent. Toutefois, ce constat ne peut être validé sans le groupe « Polyvalence », qui influence directement ces résultats.

Potentiel d'anticipation collective

Nous nous intéressons à présent au potentiel d'anticipation collective (PAC) c'est-à-dire à la plus-value apportée par le collectif dans la lecture de jeu. Le PAC – représentant l'écart entre SM et SE – se manifeste par un niveau de performance supérieur produit par la réponse la plus plébiscitée dans l'équipe. Notons tout d'abord que seule l'équipe disposant d'une expérience moyenne minimale et ayant obtenu les scores collectifs les plus faibles (Poly.1), présente une valeur du PAC négative (- 3,6). Afin d'analyser cette variable nous avons calculé les corrélations linéaires et polynomiales en lien avec différentes mesures exposées précédemment (Tableau 7). L'équipe Poly.1 présentant une valeur négative pouvant modifier profondément les résultats, nous avons réitéré l'analyse avec ($n = 15$) et sans son groupe ($n = 12$). La première variable mise en relation avec le PAC est l'expérience moyenne de l'équipe. La régression linéaire indique une corrélation négative entre le PAC et EM ($r = - 0,65$; $p < 0,05$; $n = 12$). L'ajout du groupe « Polyvalence » ne nous permet pas d'étayer cette donnée ($p > 0,05$). Pour les seuls groupes « Spécialiste » et « Réel », le PAC semble donc décroître à mesure que l'expérience moyenne augmente. Pour autant, si l'on s'appuie sur un modèle polynomial de degré 2, le PAC augmente progressivement avec EM puis diminue à partir d'un certain seuil, formant une courbe en cloche (voir Figure 10). En cela, il se comporte comme SE mis en relation avec EM.

Tableau 7 : Corrélations du potentiel d'anticipation collective

Coefficient de corrélation (<i>Pearson</i>)	Modèle	Groupes	
		Spécialiste Réel ($n = 12$)	Polyvalence Spécialiste Réel ($n = 15$)
Expérience moyenne	Linéaire	- 0,65*	0,09 ^{ns}
	Polynomiale (degré 2)	0,74*	0,70*
CCI	Linéaire	- 0,64*	0,62*
	Polynomiale (degré 2)	0,64 ^{ns}	0,87***
FR collective (juste)	Linéaire	- 0,91***	0,29 ^{ns}
	Polynomiale (degré 2)	0,91***	0,95***
Hétérogénéité des réponses	Linéaire	0,98***	0,70**
	Polynomiale (degré 2)	0,98***	0,71*
Score émergent	Linéaire	0,84***	0,87***
	Polynomiale (degré 2)	0,84**	0,94***

Penchons-nous à présent sur les différentes mesures de l'homogénéité en lien avec le PAC. Concernant le coefficient de corrélation intraclasse (CCI), mesurant la similarité des réponses, il est tantôt corrélé négativement ($r = -0,64$; $p < 0,05$; $n = 12$) tantôt positivement ($r = 0,62$; $p < 0,05$; $n = 15$) selon que l'on intègre ou non le groupe « Polyvalence ». La valeur extrême de l'équipe Poly.1 perturbe l'analyse, modifiant complètement le résultat. Ce constat – visible sur la Figure 10 ci-après – se retrouve également pour FR Collective (juste), les deux représentations graphiques étant similaires. Or, le PAC décroît fortement ($r = -0,91$; $p < 0,001$; $n = 12$) à mesure que la force de la réponse collective (juste) augmente. Notons également que le modèle en cloche (polynomiale de degré 2) offre une bonne alternative à l'analyse par régression linéaire tant pour le CCI ($r = 0,87$; $p < 0,001$; $n = 15$) que pour FR ($r = 0,95$; $p < 0,001$; $n = 15$) lorsque l'on inclut le groupe « Polyvalence ». Ainsi l'accroissement de l'homogénéité dans une équipe paraît réduire le potentiel d'anticipation collective. La mesure de l'hétérogénéité des réponses en lien avec le PAC vient renforcer cette observation avec le groupe « Polyvalence » ($r = 0,70$; $p < 0,01$; $n = 15$) et *a fortiori* sans ce dernier ($r = 0,98$; $p < 0,001$; $n = 12$). Toutefois, un modèle polynomial ne renforce pas l'analyse. Enfin, s'agissant des corrélations entre le potentiel d'anticipation collective et le score émergent, elles sont par nature significativement très fortes, puisque le calcul du PAC est basé sur SE. Néanmoins, soulignons que ces deux variables sont positivement corrélées avec ($r = 0,87$; $p < 0,001$; $n = 15$) ou sans ($r = 0,84$; $p < 0,001$; $n = 12$) le groupe « Polyvalence ». Pour une meilleure lecture des résultats, les données sont représentées ci-dessous.

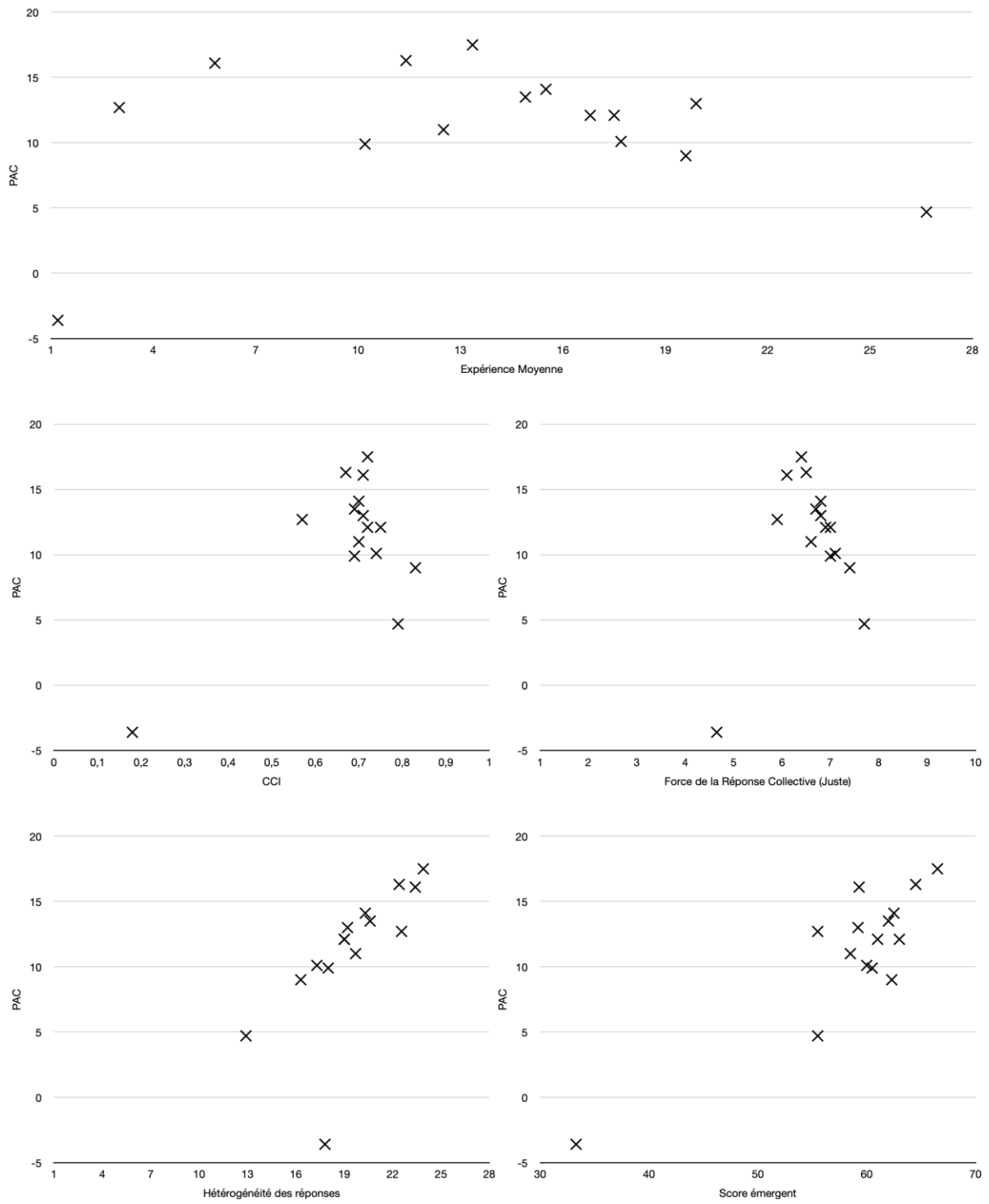


Figure 10 : Évolution du potentiel d'anticipation collective en fonction de différentes variables ($n = 15$)

Comparaison inter-groupes

Nous avons restreint la majeure partie de notre analyse aux données portant sur les équipes, il nous semble intéressant de revenir sur les données par groupe. Le tableau ci-dessous présente les principaux éléments de comparaison par groupe et pour l'ensemble de notre échantillon. Chacune des données a été calculée de la même façon que pour les équipes de 10 joueurs, mais en incluant cette fois-ci tous les individus des groupes en question¹⁷¹.

Tableau 8 : Données par groupe

Groupes	Total <i>n</i> = 150	Réel <i>n</i> = 60	Spécialiste <i>n</i> = 60	Polyvalence <i>n</i> = 30
Score Moyen	47,7	50,0	48,8	41,0
Score Émergent	62,5	66,0	61,5	54,5
PAC	14,8	16,0	12,7	13,5
Score individuel minimum	24,0	38,0	32,0	24,0
Score individuel maximum	64,0	64,0	62,0	55,0
Taux de réponse	89,0 %	91,0 %	87,0 %	87,0 %

Quelques résultats notables apparaissent. Tout d'abord, le score émergent est supérieur au score moyen pour chacun des groupes présentés et pour l'échantillon complet ($n = 150$). Tous les potentiels d'anticipation collective sont donc positifs. Ensuite, le groupe « Réel » obtient le meilleur score émergent, dépassant celui de l'échantillon complet. Ce groupe est le seul à obtenir un SE plus élevé que le score maximum de ses membres, même si les autres groupes s'en rapprochent. Son taux de réponse est également le plus élevé. Au complet, le groupe « Polyvalence » présente un score émergent inférieur à ceux de ses deux équipes les plus expérimentées : Poly.2 (55,5) et Poly.3 (59,3). Par conséquent, l'ajout d'individus (Poly.1) ne partageant pas assez de connaissances sur le jeu, diminue la plus-value du collectif.

¹⁷¹ Le score pondéré n'a pas été calculé, puisqu'il est plus fortement influencé par le nombre d'individus par groupe, à la différence du score émergent.

Résumé des principaux résultats du chapitre III

- Les équipes du groupe « Polyvalence » étaient significativement différentes (en termes de scores) des groupes « Réel » et « Spécialiste », illustrant l'impact de l'expérience sur la lecture de jeu. Nos résultats n'ont pas permis de mettre en évidence une quelconque différence entre les équipes qui s'entraînaient ensemble (« Réel ») et celles qui n'avaient pas de pratique commune régulière (« Spécialiste »). Du moins en termes d'anticipation collective et d'homogénéité cognitive.
- Plus l'expérience augmente au sein de l'équipe, plus les joueurs font preuve d'homogénéité dans la lecture de jeu : ils ont tendance à proposer des réponses identiques lors du test. Les résultats suggèrent également que l'expérience permet d'anticiper plus vite et avec une meilleure réussite.
- D'autre part, plus l'expérience moyenne croît, plus le nombre de joueurs à anticiper correctement est élevé lorsque l'équipe a collectivement répondu correctement. A ce titre, les équipes les moins expérimentées (groupe « Polyvalence ») obtiennent les scores collectifs les plus faibles.
- S'agissant des scores collectifs au test (moyen, émergent et pondéré), ils sont fortement corrélés à deux des trois mesures de l'homogénéité : le CCI et la force de la réponse collective juste. Ceci indique que plus les joueurs répondent de façon identique, plus les scores collectifs sont élevés.
- Par ailleurs, la corrélation entre le CCI et le score émergent est encore plus forte ($r = 0,93$; $p < 0,001$) pour un modèle polynomial de degré 2 (en cloche). Ce modèle porte également la corrélation à un niveau plus élevé ($r = 0,95$; $p < 0,001$) lorsque l'on met en relation le score émergent avec la force de la réponse collective juste. Cela suggère que répondre de la même façon serait bénéfique jusqu'à un certain point, à partir duquel la performance collective commencerait à diminuer.
- Concernant la relation entre la variable expérience moyenne (EM) et les scores collectifs, le modèle d'analyse utilisé (linéaire ou polynomiale de degré 2) met en lumière certaines différences. Pour l'échantillon comprenant les trois premiers groupes ($n = 15$), le score moyen ($r = 0,78$; $p < 0,001$) et le score pondéré ($r = 0,73$; $p < 0,01$) fournissent des preuves solides d'une corrélation linéaire positive avec EM. Celle-ci est faiblement renforcée par un modèle polynomial de degré 2.
- Nous n'avons pas trouvé de relation significative entre EM et le score émergent sur la base d'un modèle linéaire. *A contrario*, le modèle polynomial de degré 2 décrit un lien robuste entre ces variables ($r = 0,83$; $p < 0,001$).
- Les scores individuels *minimum* et *maximum* de chaque équipe n'étaient significativement corrélés avec les scores émergent et pondéré, que pour l'échantillon incluant le groupe « polyvalence ». Ce dernier – rappelons-le – présentait des valeurs plus « extrêmes » dans la fourchette basse.
- La plus-value apportée par le collectif (PAC) était systématiquement positive, à l'exception de l'équipe la moins expérimentée (Poly.1). Ce PAC décroît à mesure que EM augmente (modèle linéaire), mais dessine une cloche selon un modèle polynomial. Le PAC se comporte de la même façon quand il est mis en relation avec les mesures de l'homogénéité : il augmente puis décroît à partir d'un certain seuil d'homogénéité des réponses.
- Des équipes plus hétérogènes obtiennent des scores supérieurs ou égaux aux équipes du Top 10.

III. 3) Discussion partielle

De prime abord, les résultats que nous venons de présenter doivent être discutés au regard des biais propres aux outils méthodologiques utilisés. A ce titre, il nous faut en premier lieu revenir sur ces outils, au prisme des travaux antérieurs. En effet, certains auteurs discutent la pertinence des tests d'occlusion temporelle pour permettre aux joueurs d'exprimer leur expertise en termes d'anticipation (Araújo & Kirlik, 2008). Il est vrai que cette méthode souffre de certaines limites dues aux conditions *in vitro* de passation du test. Comme le soulignent Williams et Jackson (2019), les joueurs utilisent différentes informations et connaissances pour anticiper : les « tendances » à l'action, c'est-à-dire le profil de l'adversaire ou du partenaire ; le positionnement des joueurs sur le terrain ; le déroulement de la séquence d'actions ; ou bien encore le score du match, etc. Un test standardisé comme celui que nous avons utilisé ne permet pas de détailler l'utilisation de ces informations. Cela demanderait de baser le test sur des séquences déjà vues ou vécues par les joueurs, ce qui entrerait en contradiction avec la notion d'anticipation en cours de jeu. Dans la perspective écologique défendue par Araújo et Kirlik, l'étude des compétences d'anticipation devrait coupler perception et action, ce qui n'est pas réellement le cas « en laboratoire ». Cependant même *in vivo*, anticiper en cours de jeu ne veut pas systématiquement dire agir directement et immédiatement sur l'action que l'on anticipe, *a fortiori* sur le terrain lorsque le joueur est loin de l'action perçue. L'anticipation est un processus – non conscient et fugace – quasi constant pour le joueur, qui ne se traduit pas toujours en acte. Pour autant, nous avons pris soin de réduire au maximum les biais d'un test *in vitro* en limitant à un seul visionnage suivi d'un temps de réponse court (7 secondes). D'ailleurs, plusieurs auteurs soulignent l'importance de conserver une forme de pression temporelle, propre aux jeux sportifs collectifs, pour différencier les experts des novices (Mann et al., 2007). Mann et ses collaborateurs insistent également sur la validité « écologique » de l'environnement pour réaliser la tâche. Si les participants de notre étude n'anticipaient pas directement depuis le terrain, nous avons toutefois porté une attention particulière au maintien d'une complexité proche de l'activité : en sélectionnant des situations de jeu variées, à 11 contre 11, ne se focalisant pas uniquement sur le porteur de balle¹⁷² et ne proposant pas de choix binaires (gauche/droite) ou stéréotypés¹⁷³ contrairement à certaines études antérieures (cf. Tableau 9).

¹⁷² A notre connaissance, toutes les études similaires utilisant le paradigme de l'occlusion se focalisaient sur le porteur de balle.

¹⁷³ Le recours à des experts proposant deux alternatives probables est un véritable atout, démarquant cette étude de celles réalisées jusque-là.

Tableau 9 : Synthèse des études réalisées sur l'anticipation au football

Auteur(s)	Activité	Situation	Méthode(s)	Participants	Vidéos	Réponse
(Basevitch et al., 2020)	Football	11c11	Occlusion totale et gel image (400, 200, 0ms)	40 (19 experts / 21 débutants)	10 ; 6 visionnages Point de vue défensif	3 choix fixes : Passer, tirer, dribbler 35s pour répondre
(Belling et al., 2015) 1A	Football	11c11	Occlusion avec gel image simplifiée (lignes et position du ballon seulement)	36 (19 experts / 17 débutants)	12 Point de vue aérien défensif	Sans limite de temps
(Belling et al., 2015) 1B	Football	11c11	OASSIS	33 (16 experts / 17 débutants)	15	3 choix fixes : Passer, tirer, dribbler Sans limite de temps
(Bishop et al., 2013)	Football	1c1	Occlusion totale + IRMf (400, 200, 0, +80ms)	39 (Niveaux variés)	48 ; 6 visionnages	2 choix (dribble à gauche/droite) Sans limite de temps
(Roca et al., 2011)	Football	11c11	Occlusion Réponse motrice avec mouvement	20 (10 experts / 10 débutants)	20 POV 1ère personne	3 choix fixes : Passer, tirer, dribbler
(Roca et al., 2012)	Football	11c9		64 (48 experts / 16 débutants)		
(Roca et al., 2013)	Football	11c11		24 (12 experts / 12 débutants)		
(van Maarseveen et al., 2018)	Football	3c2 (+1G)	Occlusion totale (100, 0, +100ms)	20 expertes	14 ; 9 visionnages Point de vue aérien défensif	4 choix fixes : Passer à G ou à D, tirer, dribbler Sans limite de temps
(Ward & Williams, 2003)	Football	1c1 3c3 11c11	Occlusion avec gel de l'image 120ms	137 Niveau élite & intermédiaire	24 (8x3) ; 1 visionnage Point de vue aérien défensif	1c1 : 2 choix de dribble 3c3 : 4 choix de passe 11c11 : 10 choix de passe 20s pour répondre
Drolez	Football	11c11	Occlusion avec gel de l'image (100-0ms)	150 (120 experts, 30 débutants)	100 ; 1 visionnage Point de vue aérien latéral	7s ; 3 choix variant en fonction de l'action

Concernant la quantité de données, l'utilisation d'un nombre important d'occurrences ($n = 100$) nous offrait une certaine représentativité des faits de jeu, nous rapprochant de la durée d'un match. Par ailleurs, nous nous appuyons sur les avantages des conditions standardisées : régularité des images, équité de mesure entre les participants et contrôle des conditions du test. Au sujet de la modalité visuelle lors de la réponse, nous avons fait le choix d'une occlusion temporelle basée sur un « gel de l'image » plutôt qu'un « écran noir » (occlusion totale), cette modalité présentant de meilleurs résultats (Basevitch et al., 2020). Le point d'occlusion était placé au plus proche de l'action à anticiper (entre 100 et 0 ms), pour maximiser la différence expert/novice (Basevitch et al., 2020). En effet, une occlusion précoce (au-delà de 200 ms) diminue de manière significative la précision de l'anticipation dans ce genre de test (Bishop et al., 2013). Si certaines études placent le point d'occlusion directement après le début de l'action (+100 ms), cela ne nous paraît pas pertinent. En effet, il ne s'agit plus d'une anticipation à proprement parlé.

Concernant le point de vue vidéo, des expériences utilisant un test d'occlusion à la première personne peuvent être utilisées (Roca et al., 2011). Toutefois, nous avons fait le choix de proposer aux participants des images filmées à la troisième personne (vue aérienne). Cette vision « globale » du jeu rend l'information plus complexe. D'ailleurs, plusieurs auteurs soulignent la pertinence d'un point de vue aérien pour mettre en évidence l'expertise (Belling et al., 2015; Ward & Williams, 2003). En effet contrairement aux novices, les experts sont capables de prélever les informations pertinentes même lorsque la situation est complexe, notamment parce qu'ils focalisent moins leur attention sur le porteur de balle (Roca et al., 2011). Une vue à la troisième personne amplifie donc l'importance de l'expertise, les auteurs précisant que les joueurs experts prélèvent des informations plus disparates que les joueurs moins qualifiés. Dans les deux cas, et dans une perspective collective, il est quasiment impossible de reproduire les conditions réelles en laboratoire. En effet, en situation réelle chaque joueur a une vision différente de l'action à l'instant t , du fait de sa position sur le terrain, de son orientation dans l'espace et de sa prise d'information.

Utilisée depuis plusieurs décennies, la méthode par occlusion temporelle a montré sa validité dans une variété de conditions et pour diverses activités. Alain et Proteau (1977, 1980) ont été parmi les premiers à signaler que les athlètes attribuent des probabilités réelles à des événements probables afin de réduire l'incertitude. Plus récemment, d'autres auteurs (Basevitch et al., 2020; Belling et al., 2015; Ward et al., 2013) ont souligné que les sportifs expérimentés sont plus précis dans leurs prévisions de ce qui va se passer ensuite. Néanmoins, certains auteurs remettent en cause le transfert des compétences perceptivo-cognitives comme l'anticipation vers les situations de jeu réelles (van Maarseveen et al., 2018). Dans l'étude présentée par van Maarseveen et ses collaborateurs, les capacités d'anticipation et de prise de décision ne sont pas significativement corrélées avec la performance *in situ*. Toutefois, de telles conclusions peuvent être discutées, au regard du protocole mis en œuvre. Seules 20 joueuses de bon niveau ont participé, regardant 14 séquences à de multiples reprises. *A fortiori*, les supports vidéo et l'évaluation des joueurs sur le terrain s'appuyaient sur des oppositions à 3c2 (+1 gardien), loin du jeu réel à 11 contre 11. Or, les situations complexes du jeu à 11 contre 11 requièrent des connaissances et expériences plus sophistiquées (Ward & Williams, 2003) et sont donc plus judicieuses pour discriminer les compétences perceptivo-cognitives. A ce propos, Ward et Williams soulignent l'insuffisance des situations de 3 contre 3 à des fins d'évaluation de l'anticipation. Dans leur étude (2003), les auteurs relèvent qu'à partir de 15 ans, les joueurs de

football « élites » commencent à développer un système d'encodage et de prise d'information plus performant que leurs compères de niveau inférieur. C'est pourquoi nous avons sélectionné des joueurs proches de cette tranche d'âge.

Bien que nous ne niions pas la pertinence d'une évaluation de l'anticipation *in vivo*, en condition réelle de jeu, il semble difficile de la mettre en œuvre pour un échantillon significatif. Cependant, le recours aux technologies de réalité virtuelle ou augmentée pourrait à l'avenir permettre une représentation plus fidèle des actions, couplées aux données d'imagerie cérébrale (Bishop et al., 2013). A ce propos, plusieurs études jouent le compromis, présentant des images vidéo à la première personne sur écran (similaires à un test « standard » d'occlusion) mais demandant une réponse motrice basée sur un mouvement similaire au jeu réel (Roca et al., 2011, 2013). Rappelons également que l'anticipation ne représente qu'une composante de la performance globale, d'autant que de nombreuses études tendent à démontrer de solides différences entre débutants et experts la concernant (voir Williams & Jackson, 2019b, pour une synthèse).

Influence du type d'activité

Quel que soit le type de sport, les études montrent systématiquement que l'expertise motrice profite à la perception et à l'anticipation (Mann et al., 2007). Mann et ses collaborateurs (2007) différencient les sports « interceptifs » (c'est-à-dire basés sur des tâches d'anticipation-coïncidence comme au badminton ou au tennis), les sports « stratégiques » (reposant sur un affrontement collectif interpénétré comme au football ou au basketball) et les « autres sports » (caractérisés par des habiletés « fermées » ou nécessitant de viser une cible sans pression temporelle comme au golf). Pour les experts, un avantage perceptivo-cognitif est particulièrement décisif dans les sports « interceptifs », c'est-à-dire de raquette (Farrow & Reid, 2012) et les sports « stratégiques » comme les jeux sportifs collectifs (Raab & Johnson, 2007; Roca et al., 2011). En effet, deviner l'intention adverse est primordial dans les sports d'opposition directe (Abernethy et al., 1999; Abernethy & Russell, 1987). Mann et ses collaborateurs (2007) ont comparé les résultats selon le type d'activité. Ils concluent que la vitesse de réponse est influencée par le type de sport : Il existe de plus grandes différences expert/novice pour les sports « interceptifs » et « stratégiques » que pour les « autres sports ». Qu'en est-il des différences entre des individus non-spécialistes de l'activité football, pratiquant des activités variées ?

Smeeton, Ward et Williams (2004) ont montré que les joueurs spécialistes d'activités proches en terme de logique interne (comme le football et le hockey sur gazon) transféraient plus facilement leurs connaissances tactiques et leurs capacité à reconnaître des schémas de jeu que ceux provenant d'une activité plus éloignée (ici le volley-ball). Il est intéressant de souligner l'écart entre les performances de Poly.1 (spécialistes de sports individuels) et Poly.2 (spécialistes de jeux sportifs collectifs interpénétrés hors football). Si Gardner (1996) évoque une intelligence kinesthésique, nous faisons référence à une intelligence motrice (Dugas, 2011) qui englobe les décisions prises dans un espace-temps particulier. Selon Dugas, celle-ci peut être *psychomotrice* dans les activités individuelles (sans interaction motrice directe avec autrui : course d'athlétisme, plongeon, lancer, etc.) ou *sociomotrice* dans les activités collectives (telles que le football, le basketball ou le rugby). C'est ce que nous essayons de mettre en évidence à travers la comparaison des trois équipes du groupe « Polyvalence ».

Nos résultats vont dans ce sens puisque l'équipe Poly.2 fait systématiquement mieux que Poly.1. De plus, le groupe des équipes dites de polyvalence¹⁷⁴ est significativement différent des deux autres groupes : concernant les scores individuels et l'expérience de ses membres (p systématiquement $< 0,001$). Notons également que les trois scores collectifs augmentent progressivement avec l'expérience moyenne des équipes polyvalentes.

Pour expliquer cette différence, la littérature sur l'anticipation souligne que les athlètes peuvent utiliser diverses sources pour prédire l'action (Loffing & Cañal-Bruland, 2017). Par exemple, ils peuvent s'appuyer sur leur connaissance – plus ou moins non consciente – des probabilités de jeu, sur des signaux kinésiques décryptés, ou bien encore sur leur connaissance de l'adversaire/du partenaire quand l'interaction n'est pas nouvelle. Les joueurs spécialistes, qui possèdent un bagage d'expérience plus consistant, disposent ainsi de compétences perceptuels-cognitives supérieures. Quant aux joueurs de sports collectifs « proches », ils parviennent à transférer des connaissances et principes de jeu transversaux. Le type d'activité pratiqué influe ainsi sur la capacité à lire de jeu, à percevoir les signes – notamment sociomoteurs. De ce fait sur le plan individuel, l'expertise sportive permet d'identifier les options pertinentes pour la tâche, tout en ignorant celles qui ne le sont pas. En somme, les sportifs spécialisés sont capables d'attribuer une hiérarchie de probabilités basée sur des scénarios d'événements probables,

¹⁷⁴ Rappelons que ces trois équipes ont été formées en fonction de l'activité sportive pratiquée : Poly.1 étant constituée de pratiquants d'activités individuelles, Poly.2 d'activités collectives proches du football et Poly.3 de footballeurs « débutants ».

minimisant l'incertitude et réduisant la charge cognitive (Bouthier, 2016). La majorité des études réalisées sur l'anticipation s'est focalisée sur le niveau individuel (le joueur) et la comparaison entre les niveaux des pratiquants (novice-expert). Néanmoins, la performance du groupe dépasse bien souvent la simple addition des performances individuelles. L'étude des compétences perceptivo-cognitives de l'équipe ne peut ainsi se limiter à une analyse des comportements individuels (Eccles & Tenenbaum, 2004). Ainsi, dans la continuité des études précédemment citées, mais dans l'optique de marquer un pas en avant concernant la recherche sur l'anticipation, nous nous plaçons dans une perspective collective. Nous questionnons ainsi l'anticipation au niveau de supra-individuel. Les équipes sont-elles capables d'anticiper collectivement, mieux que le feraient les individus ?

III. 3. A) La lecture de jeu partagée

Notre première hypothèse (a) portait sur l'homogénéité d'interprétation des actions au sein des équipes. Nous avançons l'idée selon laquelle les équipes qui possèdent le plus d'expérience (EM) – sans tenir compte de la pratique commune – disposent d'une lecture de jeu qui est davantage partagée. En d'autres termes, ils « voient la même chose au même moment », ce qui renvoie au référentiel commun transitoire (*in situ*) et à une conscience collective de la situation (Endsley, 1995; Gorman et al., 2005).

De prime abord, l'homogénéité cognitive au sein de l'équipe peut se manifester par la quantité de réponses identiques au test. Nos résultats soutiennent une relation positive entre l'expérience moyenne de l'équipe et son coefficient de corrélation intraclasse (CCI), mesurant la similarité entre les réponses au test au sein d'une même équipe. A ce propos, il est intéressant d'observer que la seule équipe présentant un CCI non significatif est Poly.1, dont les membres pratiquent des activités sportives individuelles variées. Les membres de Poly.1 ne partagent vraisemblablement pas – ou peu – de connaissances utiles pour notre test. Après celle-ci, c'est l'équipe constituée de joueurs de sports collectifs autres que le football (Poly.2) qui obtient le CCI significatif le plus faible (0,57). Quelques connaissances transverses aux jeux sportifs collectifs semblent relier les membres entre eux. En outre, les équipes les plus expérimentées soumettent davantage de réponses identiques au test puisque le CCI et EM sont fortement corrélés. Cette première indication ne tient pas compte du fait que les réponses soient justes ou fausses.

Au-delà de cette convergence cognitive, nous soulignons que la force de la réponse collective (juste) – c'est-à-dire le nombre moyen de bonnes réponses individuelles quand l'équipe a collectivement la bonne réponse – augmente corrélativement à l'expérience moyenne. Ainsi, les équipes composées d'experts répondent positivement avec une plus grande force lorsque la majorité a raison. Autrement dit, plus une équipe possède d'expérience, plus le nombre de joueurs à anticiper correctement est élevé lorsque l'équipe a répondu correctement. Cela fournit un avantage indéniable en cours de jeu, puisqu'une plus grande part de l'équipe anticipe correctement, pouvant s'adapter collectivement dans l'instant. Par ailleurs, lorsque la majorité de l'équipe se trompe (force de la réponse collective fausse), nous avons observé que le nombre de bonnes réponses convergeait autour de 2 ($M = 1,8$; $ET = 0,3$), indépendamment de l'expérience moyenne. Par conséquent, quelle que soit l'équipe, il y a toujours une part de diversité cognitive qui subsiste, permettant à deux joueurs d'anticiper correctement l'action lorsque la majorité se trompe. Cette donnée questionne l'importance de ce « socle de sécurité », en particulier leur positionnement sur le terrain, bien que l'expérience que nous avons présentée place les participants sur un pied d'égalité sur ce plan. En effet, si l'on se projette en situation de jeu, il semble déterminant que ces deux joueurs soient proches de l'action ou profitent d'un positionnement leur permettant d'être utiles à son déroulé immédiat : par exemple en arrière de l'espace de jeu effectif (EJE) lors d'une séquence défensive¹⁷⁵. A ce titre, il serait intéressant de pouvoir mesurer l'effet du « point de vue » sur l'action en utilisant différents enregistrements vidéo de la même action. L'usage d'un point de vue à la première personne pourrait alors s'avérer pertinent. Pour aller plus loin, il serait également possible de comparer les capacités d'anticipation lorsque le joueur est dans une situation « familière » : un défenseur central en arrière de l'EJE, un avant-centre dos au but, etc.

Certains chercheurs avancent que l'expérience motrice influe sur les perceptions (Schütz-Bosbach & Prinz, 2007), donc sur notre façon d'interpréter le monde. Nous pourrions arguer que la pratique partagée d'une activité, comme cela peut être le cas dans une équipe « réelle » s'entraînant régulièrement ensemble, pourrait déboucher sur une homogénéité cognitive supérieure. Toutefois, nos résultats ne nous permettent pas de confirmer cette supposition, puisque nous ne trouvons aucune différence significative entre les CCI des groupes « Réel » (*Moyenne* = 0,73) et « Spécialiste » (*Moyenne* = 0,72). Par conséquent, il semble que la lecture de jeu en situation puise sa source dans le référentiel commun ancrée, construit

¹⁷⁵ L'inverse serait intéressant durant une séquence offensive. Pour exemple, un joueur offensif excentré anticipant la passe en profondeur réalisée par son milieu de terrain.

indépendamment de la pratique partagée avec tel ou tel partenaire. Cependant, nous pourrions envisager des conclusions différentes si les participants avaient dû anticiper des actions de leurs partenaires en club par exemple. Concernant les groupes « Réel » et « Spécialiste », l'équipe présentant le CCI le plus élevé est systématiquement la plus expérimentée. Une donnée supplémentaire allant dans le sens de notre hypothèse (a). Cela met en avant une forme d'homogénéité cognitive dans l'interprétation des actions de jeu pour les équipes les plus expérimentées. D'ailleurs, la mesure de l'hétérogénéité des réponses (écart entre SE et SP) décroît à mesure que l'expérience moyenne augmente. Les joueurs ont ainsi tendance à « lire le jeu » de la même façon, ce qui contribue à une baisse de la diversité des anticipations. Ces données viennent renforcer le constat d'une corrélation positive entre l'expérience moyenne au sein de l'équipe et les différentes mesures de l'homogénéité. Toutefois, l'homogénéité n'assure pas l'efficacité de l'anticipation collective.

III. 3. B) L'impact de l'expertise/expérience sur l'anticipation collective

Nous l'évoquons en amont, de nombreuses études sur la capacité d'anticipation dans le sport ont été réalisées, démontrant la supériorité des experts sur les novices (voir Mann et al., 2007, pour une méta-analyse). D'ailleurs, notre expérimentation s'inscrit dans cette perspective puisque sur le plan collectif, le score moyen (SM) était un bon indicateur de la performance du groupe, ici considérée comme l'addition des performances individuelles¹⁷⁶. Nos résultats fournissent des preuves solides d'une corrélation entre l'expérience moyenne et SM ($r = 0,78$; $p < 0,001$; $n = 15$). Ces données traduisent les liens existants entre l'expertise et la quantité de pratique – ou expertise motrice (Loffing & Cañal-Bruland, 2017). Nous pouvions dès lors nous interroger sur la validité de ce constat au plan collectif, celui de l'équipe. Selon notre seconde hypothèse, la capacité à lire le jeu efficacement et collectivement – représentée par les scores émergent (SE) et pondéré (SP) – augmenterait corrélativement à l'expérience moyenne de l'équipe. Poly.1 est la seule équipe de l'étude qui présente un score émergent (33,3) inférieur à son score moyen (36,9), et largement en dessous de la moyenne des SE (58,9). Il est d'ailleurs intéressant de constater que ce score correspond parfaitement au hasard¹⁷⁷, c'est-à-dire une bonne réponse sur trois. Ce résultat va dans le sens des études précédemment citées démontrant

¹⁷⁶ Une *équipe d'experts*, contrairement à une *équipe experte* pour laquelle nous ferons référence au score émergent.

¹⁷⁷ Le test comportant 3 réponses possibles pour chacune des 100 questions. Théoriquement, répondre au hasard devrait déboucher sur un score de 33,3.

l'importance de la pratique pour développer des capacités d'anticipation et de lecture de jeu. De plus, les équipes du groupe « Polyvalence » – qui rappelons-le disposent de la plus faible expérience moyenne – obtiennent les scores moyens (SM), émergents (SE) et pondérés (SP) les plus bas, laissant entrevoir un lien Expérience/Scores collectifs. Ces données vont dans le sens de notre hypothèse (b).

D'autre part, les résultats indiquent que les équipes les plus expérimentées étaient plus rapides pour répondre aux questions. Ceci tend à confirmer que l'expertise permet non seulement d'être plus efficient en termes de lecture de jeu, mais également plus vif. D'ailleurs le score moyen et la vitesse de réponse étaient corrélés ($r = -0,84$; $p < 0,001$; $n = 15$). Il semble ainsi que l'expérience permette d'anticiper plus vite et avec une meilleure réussite. Sur le plan pratique, ce constat peut prêter lieu à deux interprétations : i) Les joueurs experts pourraient avoir tendance à anticiper plus tôt, offrant un avantage temporel certain. Bien que cela puisse sembler contre intuitif, il se pourrait également ii) qu'ils soient capables d'anticiper plus tard, au dernier moment pour s'adapter dans l'instant. Cette possibilité s'avère d'une grande utilité en cours de jeu, les joueurs experts réussissant à masquer leurs intentions jusqu'au dernier moment. Nous n'écartons pas la possibilité que les deux propositions soient compatibles : les joueurs experts seraient ainsi en mesure d'anticiper certaines actions bien en amont, laissant le temps de proagir, mais aussi d'anticiper dans l'instant pour réagir promptement lors des situations de forte pression spatiotemporelle par exemple.

Nous avons évoqué plus tôt la relation entre l'expérience moyenne (EM) et le score moyen (SM), nous nous intéressons à présent aux deux scores restants, ces derniers permettant d'appréhender les collectifs comme des *équipes expertes*. En effet, SE et SP sont conçus pour modéliser une véritable réponse collective émergente – s'appuyant sur le modèle d'un marché prédictif (Servan-Schreiber, 2012) – et en mesurer la performance au test. Concernant SE, nous observons que l'équipe Spé.2 fait aussi bien que la meilleure équipe (Top.1). De même, Spé.1 égale Top.6. Deux équipes « *lambda* » font aussi bien que les deux équipes constituées des meilleurs individus au test. Celles-ci sont d'ailleurs les deux moins expérimentées du groupe. Ces données entrent en contradiction avec la logique observée jusque-là, puisque l'expérience ne fournit plus en avantage certain pour performer. Ce constat semble indiquer que le score émergent se comporte différemment du score moyen, permettent de différencier une *équipe d'expert* d'une *équipe experte*. D'ailleurs, en se référant aux résultats présentés en amont ($n = 15$), seul le modèle de régression linéaire pour le score émergent n'est pas significatif.

Le modèle polynomial de degré 2 offre quant à lui de bons arguments afin de rendre compte de SE. En effet, il fournit une solide modélisation du lien entre EM et SE ($r = 0,83, p < 0,001$). Avec l'accroissement de l'expérience moyenne de l'équipe, le score émergent augmenterait jusqu'à un certain seuil avant de décroître progressivement. S'agissant du score pondéré – censé fournir une variante du score émergent – il se comporte comme ce dernier. Relativement bien décrit par un modèle linéaire ($r = 0,73 ; p < 0,01$), il gagne lui aussi en robustesse et en significativité lorsque l'on emploie un modèle polynomial de degré 2 ($r = 0,89 ; p < 0,001$).

Ainsi, les résultats sont nuancés, cette hypothèse pouvant être acceptée ou rejetée selon le type de modélisation des données pour SE et SP. Si l'on suit une perspective linéaire, le modèle n'est probant que pour le score moyen et le score pondéré. Concernant le score émergent, il dépend bien de l'expérience moyenne, mais jusqu'à un certain point, rencontrant un effet de seuil, tout comme le score pondéré. L'expérience de l'équipe n'est ainsi pas une variable suffisante pour expliquer la performance d'anticipation collective. Toutefois, l'échantillon ne nous permet pas de conclure si SE et SP continueraient de diminuer, ou s'ils reprendraient leur ascension passé un stade d'expérience. Dès lors, nous pouvons nous questionner concernant l'évolution de ce modèle si l'on s'intéresse à des équipes ayant davantage d'expérience. A cet égard, il serait intéressant de faire passer le test à des équipes de joueurs professionnels, lesquels disposent d'une expertise bien supérieure aux participants de notre étude. Nous supposons que ces derniers obtiendraient des scores dépassant les résultats du groupe « Top » et que leurs scores émergents surpasseraient les meilleurs résultats que nous avons obtenus. Loin de constituer un « allant de soi », les données présentées ne manquent pas de poser question. Nous nous interrogeons notamment sur la cause d'un tel seuil concernant SE. L'une des explications plausibles concerne l'importance de la diversité au sein des équipes. Certains auteurs soulignent la problématique de l'homogénéité cognitive – donc du référentiel commun – dans des tâches de résolution de problèmes, qu'il y ait présence d'influence sociale (Reia et al., 2019) ou non (Aggarwal et al., 2019).

III. 3. C) Performance et co-construction du référentiel commun

Notre dernière hypothèse prédisait que les équipes ayant un référentiel commun co-construit – c'est-à-dire les équipes du groupe « Réel » – seraient plus performantes au test d'anticipation collective que celles du groupe « Spécialiste ». En effet, les joueurs des équipes du groupe « Réel » s'entraînent ensemble à raison de deux à trois séances hebdomadaires.

Ce temps de jeu commun – associé à une pratique réflexive utilisée dans les structures telles que les pôles espoirs et les sections sportives – favorise la co-construction d'un référentiel commun. Rappelons tout d'abord que les groupes « Spécialiste » et « Réel » ne sont pas significativement différents concernant les scores individuels ($p = 0,423$) et l'expérience de leurs membres » ($p = 0,089$). Pour autant, nous prédisions qu'il existerait des différences significatives concernant les résultats collectifs entre ces deux groupes. Néanmoins, l'analyse statistique n'a décelé aucune différence portant sur les scores collectifs (SM, SE et SP) ni sur les mesures de l'homogénéité. Ainsi les données invalident notre hypothèse (c). Les équipes ayant les scores émergents les plus élevés appartiennent au groupe « Spécialiste » et ne sont pas les plus expérimentées dans ce groupe. Ceci semble indiquer que la capacité d'anticipation collective repose davantage sur des connaissances de l'activité ancrées plutôt que sur des connaissances co-construites, du moins concernant ce niveau d'expertise. Cependant, les meilleurs scores pondérés sont produits par les équipes du groupe « Réel », en particulier l'équipe la plus expérimentée de celui-ci. Cela nous amène à nous questionner sur la mesure de l'anticipation la plus pertinente entre SE et SP. Nous reviendrons sur ce point dans la discussion générale.

La mesure du potentiel d'anticipation collective (PAC), qui reflète l'écart entre le score émergent et le score moyen, pourrait apporter un élément de réponse supplémentaire. Plus celui-ci est grand, plus l'équipe apporte un supplément de performance : le tout est ici « plus que ses parties ». Pourtant, cette formule n'est pas immuable puisque l'équipe disposant d'une expérience moyenne minimale et ayant obtenu les scores collectifs les plus faibles (Poly.1), présente une valeur du PAC négative (-3,6). Le collectif ne bonifie pas la performance mais la dégrade. Ainsi, certaines conditions semblent nécessaires pour que le collectif apporte une plus-value. A l'image de la relation entre le score émergent et l'expérience moyenne, le PAC augmente jusqu'à un certain seuil puis diminue. Nous l'interprétons comme un argument supplémentaire soutenant qu'une diversité cognitive minimale est requise au sein du collectif (Aggarwal et al., 2019). D'ailleurs, si l'on se focalise sur les groupes « Spécialiste » et « Réel », la relation entre l'hétérogénéité des réponses et le PAC¹⁷⁸ fournit des indices significatifs ($r = 0,98$; $p < 0,001$; $n = 12$), venant renforcer cette théorie. Pour autant, si nous pouvions nous attendre à une différence significative entre les potentiels d'anticipation collective des groupes

¹⁷⁸ Là encore, le test d'égalité des variances ne montre aucune différence significative entre les groupes ($p = 0,46$) concernant le PAC.

« Spécialiste » et « Réel », le test d'égalité des variances n'en montre aucune ($p = 0,46$). Une fois de plus, un référentiel commun co-construit ne semble pas apporter de bénéfice décisif au test. Le mécanisme d'agrégation des scores, reposant sur une stricte indépendance des réponses, pourrait jouer un rôle déterminant dans ce processus. A l'avenir, il paraît essentiel d'utiliser un test d'anticipation collective intégrant des séquences vécues par les joueurs de certaines équipes, du moins impliquant des coéquipiers. Il sera alors possible de comparer les résultats entre les séquences « de son équipe » et celles impliquant des joueurs qui ne seraient pas familiers aux participants.

En outre, ni l'expérience moyenne des équipes, ni la dimension commune de la pratique ne semble expliquer totalement le comportement de l'anticipation collective (SE et SP). A cet égard, la notion d'homogénéité du collectif est un indice crédible pour expliquer ce phénomène. Certains de nos résultats tendent à confirmer cette possibilité. En effet, ils démontrent l'existence d'un lien très robuste entre le coefficient de corrélation intraclasse (CCI) et les scores collectifs au test. Autrement dit, plus les membres d'une équipe répondent de façon identique, plus les scores collectifs sont élevés. Ce constat paraît logique puisque les équipes les plus expérimentées étaient les plus homogènes. Par ailleurs, la corrélation du CCI et du score émergent, déjà élevée sur le plan linéaire ($r = 0,88 ; p < 0,001$), augmente encore si l'on utilise un modèle polynomial de degré 2 ($r = 0,93 ; p < 0,001$). Un tracé « en cloche » semble une fois de plus correspondre aux données recueillies. La force de la réponse collective vient également renforcer cette observation, le modèle polynomial de degré 2 portant la corrélation avec SE à un très haut niveau ($r = 0,95 ; p < 0,001$). Comme pour l'expérience moyenne, ces résultats signifieraient que répondre de façon identique serait bénéfique jusqu'à un certain point, à partir duquel la performance d'anticipation collective commencerait à plafonner puis diminuer. Cette « courbe en U inversé » est décrite par Aggarwal et ses collaborateurs (2019) : selon les auteurs, la diversité cognitive au sein des équipes aurait dans une certaine mesure, un impact bénéfique sur l'intelligence collective.

Synthèse du chapitre III :

La capacité à identifier et à sélectionner les indices de manière adaptative et anticipative est déterminante dans le cadre des performances sportives (Araújo & Kirlik, 2008). A cet égard, le domaine des jeux sportifs collectifs offre un formidable terrain d'expérimentation pour l'appréhension des mécanismes cognitifs et sociocognitifs. Parmi eux, l'anticipation permet aux systèmes complexes de se coordonner avec le futur (Stepp & Turvey, 2010), une faculté déterminante dans les conditions de forte pression temporelle auxquelles sont soumises les équipes de football.

L'étude présentée dans ce chapitre va dans le sens des travaux antérieurs démontrant que les experts possèdent des compétences perceptivo-cognitives supérieures aux novices, leur permettant d'anticiper les actions de jeu avec davantage de réussite (Basevitch et al., 2020; Belling et al., 2015; Raab & Johnson, 2007; Ward & Williams, 2003). Cependant, nos résultats suggèrent qu'une « équipe experte » est plus qu'une « équipe d'experts » (Eccles & Tenenbaum, 2004). En effet, certaines équipes moins expérimentées mais plus *diversifiées* obtenaient des résultats proches des collectifs composés des meilleurs éléments. De plus, les joueurs ont tendance à anticiper de la même façon à mesure que l'expérience augmente dans une équipe. Pour autant, nous n'avons pas constaté de différence entre les équipes réelles et celles composées pour le test.

Si les entraîneurs reconnaissent l'importance de l'anticipation à haut niveau (Williams & Jackson, 2019), peu de travaux sont effectués pour développer cette compétence essentielle. Le dispositif que nous avons proposé pourrait ainsi permettre un travail spécifique, couplé à l'analyse vidéo qui est devenue une norme au sein des clubs de football professionnels. On sait les professionnels de l'entraînement friands des nouvelles perspectives offertes par le numérique. Ce test a l'avantage de pouvoir être exporté et diffusé facilement, notamment en ligne à l'instar du modèle OASSIS (Belling et al., 2015). Il permet à la fois de mesurer la capacité d'anticipation individuelle et collective, de comparer différents groupes et d'observer l'évolution des performances dans le temps. En outre, il pourrait aussi servir de complément aux épreuves de sélection des structures « élites » comme les centres de formation des clubs professionnels ou les Pôles Espoirs. A notre avis, si le football continue de tendre vers plus d'intensité et de vitesse dans le jeu, la détection et le développement de l'anticipation individuelle et collective sera à l'avenir, l'enjeu premier de la recherche de performance. De plus, l'utilisation des nouvelles technologies (réalité virtuelle, *tracking*, etc.) devrait permettre de s'approcher au plus près des conditions de réalisation des performances collectives *in vivo*. L'objectif n'est pas de remplacer l'œil de l'expert, qu'il soit entraîneur ou recruteur, mais de fournir des données tangibles supplémentaires pour accompagner les équipes dans leur recherche de la performance sportive maximale. A présent nous allons explorer les autres dimensions qui sous-tendent l'intelligence collective des équipes sportives, à savoir la prise de décision collective et la coordination des actions en temps réel.

Chapitre IV : De la décision collective

Pour rappel, ce chapitre s'inscrit dans la perspective d'un *situationnisme méthodologique* (Saury, 2015), se focalisant sur l'articulation des activités individuelles au cours de l'activité collective. En particulier, il s'agit d'appréhender les phénomènes émergents des interactions entre coéquipiers dans les situations. Face aux *configurations de jeu* (Gréhaigne, 2011), et à partir de sa lecture de jeu (anticipation), le joueur est amené à prendre des décisions parmi l'ensemble des possibles qui s'offre à lui. Or, toute décision « est le produit d'une intention, à savoir cette disposition d'esprit qui nous pousse à agir, en vue d'atteindre un résultat » (Thuderoz, 2017, p. 31), chaque décision est donc orientée vers un but. Puisque toute décision est *finalisée* – c'est-à-dire orientée vers un but – nous pouvons considérer les liens entre décisions et comportements intelligents à l'échelle de l'équipe, dès lors que celles-ci sont *adaptées*.

Concrètement, « l'analyse de ce niveau de l'activité collective suppose de prendre en compte conjointement les caractéristiques des activités individuelles engagées dans ces interactions et la façon dont celles-ci s'articulent (ou se coordonnent) dynamiquement en situation » (Saury, 2015, p. 24). Ainsi, l'interdépendance des choix individuels fait émerger une décision à l'échelle collective. Malgré l'abondance de la littérature sur la décision individuelle, les définitions explicites de la décision collective sont rares. Dans son sens large, elle peut être définie comme « le processus par lequel un groupe d'individus utilise l'information sociale pour arriver à un état de coordination adaptative au niveau collectif » (traduction libre de Ross-Gillespie & Kümmerli, 2014, p. 1). Par « information sociale » les auteurs entendent : les indices signifiants pouvant être transmis directement ou indirectement (stigmergie) par autrui. Novak et Urfalino (2017) ajoutent que la décision prise collectivement « s'impose à ce groupe voire à la totalité des membres d'un ensemble social plus large que ce groupe représente » (p. 67). Si une décision collective nécessite impérativement d'intégrer plusieurs individus/entités, elle doit – de façon plus large – résulter d'une participation active (mais pas équitable) de chacun des agents, sans être imposée par l'un d'entre eux. Est-ce le cas au football ? Lors d'un match, les joueurs se trouvent constamment placés devant l'alternative jeu direct/jeu indirect¹⁷⁹,

¹⁷⁹ Selon Gréhaigne, les « actions de jeu directes » correspondent aux mouvements des joueurs et du ballon à l'intérieur du « couloir de jeu direct » ; les « actions de jeu indirectes » sont produites dans les « zones de jeu indirectes » (1992, p. 126). Or cette conception spatiale de l'alternative jeu direct/indirect nous semble limitée. Nous proposons ainsi de dépasser cette « géométrie de l'action » pour nous appuyer sur les différentes intentions de jeu fondamentales présentées ici et développées en annexe (IV. A).

quelle que soit la situation. Il en découle une décision collective émergente – en attaque comme en défense – portant sur cette même alternative entre : *intentions de jeu directes* (Progresser vers le but pour marquer / Récupérer le ballon) et *intentions de jeu indirectes* (Conserver le ballon / S’opposer à la progression pour protéger son but). Ces deux intentions – s’exprimant en attaque comme en défense – émergent du fonctionnement du *système équipe* face à la problématique de l’équilibre ordre/désordre (Annexe II.E). En effet Gréhaigne (2007, p. 140) souligne que dans le rapport d’opposition, les équipes :

Ont à gérer avant tout du désordre tout en préservant un certain ordre permettant de décider dans un environnement non complètement prévisible *a priori*. Deux notions antagonistes sont en balance, la recherche de création de déséquilibre chez l’adversaire par la prise de risque (contre-attaque, pressing par exemple) et la recherche de maintien ou de retour d’équilibre par la sécurité (attaque placée, jeu de position, repli).

Tableau 10 : Alternative jeu direct/indirect pour les décisions collectives

<i>Action collective</i>	<i>Jeu direct</i>	<i>Jeu indirect</i>
<i>Intention</i>	Déséquilibrer l’adversaire	Retrouver/maintenir son équilibre
<i>Attaque</i>	Contre-attaque ; attaque rapide	Attaque placée ; jeu de position
<i>Défense</i>	Pressing ; faire monter le bloc	Rester en place ; se replier

Le tableau ci-dessus illustre l’alternative à laquelle sont confrontées les deux équipes et précise les comportements collectifs exprimant les intentions antagonistes décrites par Gréhaigne (2007).

Par ailleurs, Thuderoz (2017) affirme qu’une décision collective implique forcément la participation consciente de chaque membre du collectif. Nous pensons qu’il s’agit d’une définition réductrice. Si cette dernière décrit bien le domaine politique auquel fait référence l’auteur, elle occulte les processus décisionnels permanents qu’initient la plupart des êtres vivants. Ainsi les décisions collectives sous forte pression temporelle s’opèrent bien souvent sur un mode infraconscient. Les décisions collectives conscientes sont bien rares et ne représentent qu’une part infime du « cosmos décisionnel ». L’incertitude quant aux résultats de la décision est aussi un critère de différenciation des situations.

D'ailleurs, Saury (2015) pointe que les phénomènes produits dans ces conditions ne sont pas toujours perçus – donc conscientisés – par les agents impliqués dans les interactions, mais peuvent l'être par un observateur extérieur. C'est le cas des phénomènes collectifs qui nous intéressent dans ce chapitre, à savoir les choix collectifs qui peuvent s'exprimer en termes de type d'attaque ou de défense en cours de jeu. Le rôle de l'observateur est alors de les identifier, voire de les évaluer.

Notons avec intérêt que les approches récentes de la décision collective s'éloignent du formalisme mathématique pour tendre vers l'empirie, et l'écologie des choix. C'est dans cette perspective que s'inscrit notre étude : il s'agit de voir si les décisions prises par l'équipe *in situ* et sous pression spatio-temporelle sont adaptées. Nous pouvons nous poser la question suivante : une décision collective peut-elle être adaptée ou rationnelle lorsqu'elle résulte de l'agrégation de décisions individuelles qui ne le sont pas (ou en partie seulement) ? Nous chercherons à démontrer que les décisions collectives des équipes de football peuvent être collectivement intelligentes, c'est-à-dire adaptées et finalisées. A cet effet, et à partir de la méthodologie présentée ci-après, nous rappelons les trois hypothèses portant sur la décision collective :

- (a) Les équipes expertes opèrent des choix collectifs rationnels, même sous forte pression spatiotemporelle ;**
- (b) La capacité à décider collectivement n'est pas influencée par un joueur particulier de l'équipe, mais découle d'un mode de fonctionnement décentralisé ;**
- (c) Les équipes qui dominent l'opposition sont celles qui prennent les meilleures décisions collectives.**

IV. 1) Méthodologie spécifique

Durant ce travail, nous avons collaboré avec une entreprise française du secteur privé spécialisée dans le recueil de données issues des matches de football professionnel : *Footovision*®. Fondée en 2014 par trois polytechniciens, la startup est reconnue pour l'élaboration d'analyses et de statistiques des matches de football, permettant notamment aux clubs – mais également aux médias et sociétés de paris sportifs – de décrypter les actions de jeu. A plus grande échelle, *Footovision*® aspire à l'analyse des performances individuelles et collectives, collaborant avec différentes fédérations nationales et ligues professionnelles. Pour cela, les ingénieurs ont développé une technologie algorithmique basée sur la reconnaissance de l'image, s'appuyant sur l'IA pour transformer en temps réel les images d'un match de football en *Big Data*, et ce sans capteurs. Grâce à leur technologie avancée de *tracking* vidéo¹⁸⁰, *Footovision*® fournit des données de haute précision et compile de grandes quantités d'informations. Ouverte sur le monde de la recherche scientifique, l'entreprise a accepté de collaborer dans le cadre de ce travail de thèse.

IV. 1. A) *Échantillon de données*

Matériaux bruts

Footovision® nous a transmis un ensemble de données permettant l'analyse de trois matches de première division professionnelle du championnat de France de Football (Ligue 1). Concernant cette étude, nous avons utilisé les enregistrements vidéo en plan large¹⁸¹ fournis par l'entreprise. Ils concernent une équipe « fixe » que nous avons étudié sur chacun des matches, le Paris Saint-Germain (PSG) ; et trois adversaires différents : Le Dijon Football Côte-d'Or (DFCO), le Football Club des Girondins de Bordeaux (FCGB) et le Football Club de Lorient (FCL). Pour plus de lisibilité, nous nommerons ces équipes PSG, DIJON, BORDEAUX et LORIENT. Les données portent sur trois matches de la saison¹⁸² 2020/2021 de Ligue 1 :

¹⁸⁰ Premier système à avoir été certifié EPTS (*Electronic Performance and Tracking Systems*) par la Fédération Internationale de Football Association (FIFA) pour la collecte de données de suivi de l'IA à partir de vidéos tactiques/télévisées.

¹⁸¹ Permettant d'avoir une vue complète du terrain et de l'ensemble des joueurs à tout moment (à l'exception des gardiens de but sur certains plans).

¹⁸² Rappelons à titre informatif que la saison 2020/2021 de Ligue 1 a été perturbée par la pandémie de Covid-19.

Tableau 11 : Matches étudiés

Affiche		Score	Date	Journée
PSG	DIJON	4 – 0	24/10/2020	8 ^{ème}
PSG	BORDEAUX	2 - 2	28/11/2020	12 ^{ème}
PSG	LORIENT	2 – 0	16/12/2020	15 ^{ème}

S’agissant du choix des matches, nous avons souhaité que les échéances soient proches les unes des autres (moins de deux mois en l’occurrence) afin de maintenir une cohérence tactique/stratégique concernant l’équipe « fixe » (PSG). Par ailleurs, nous avons fait le choix de sélectionner les matches en fonction du score : un match nul, un victoire « courte » et une plus « large ». En complément, *Footovision*® nous a transmis les « événements » (*events*) et « qualificatifs » (*qualifiers*) générés par leur algorithme d’intelligence artificielle. Ils permettent de décrire le déroulement du jeu en termes d’actions individuelles¹⁸³, collectives¹⁸⁴ et de faits de match¹⁸⁵. Ces données n’ont pas été utilisées dans notre travail.

IV. 1. B) Procédure de traitement des données

Séquençage des matches

Pour chacune des oppositions, nous avons reproduit la démarche suivante. En premier lieu, nous avons opéré un découpage des séquences de jeu. Précisons qu’une séquence de jeu débute lorsqu’une équipe entre en possession du ballon (ou le remet en jeu) et se termine lorsqu’elle le perd, que la balle sort de l’espace de jeu ou que l’arbitre intervient pour stopper la rencontre. Les séquences sont définies selon l’équipe en possession de balle et l’équipe qui n’a pas la possession du ballon. Précisons que plusieurs séquences de possession pour une même équipe peuvent se succéder. Afin de faciliter le traitement des données, nous avons effectué un codage des séquences sur le modèle suivant :

1-PSG/FCGB-14

¹⁸³ Pour exemple : sprint, passe, tackle, appel de balle, etc.

¹⁸⁴ Pour exemple : attaque placée, attaque rapide, défense placée, etc.

¹⁸⁵ Comme les coups de pied arrêté, les sorties de balle ou encore les buts.

Pour exemple, le codage ci-dessus concerne la séquence « numéro 14 » de la « première mi-temps » du match « PSG/BORDEAUX ». Chaque séquence renvoie à ses bornes temporelles (de début et de fin), auxquelles nous ferons référence dans le chapitre V. Ce découpage permet également de calculer le temps de jeu effectif de la rencontre. En outre, le commencement des séquences est décrit soit par une phase de « remise en jeu » lorsque la partie reprend à la suite d'une interruption (sortie de balle, faute, coup d'envoi, etc.) ; soit par un moment de « transition » qui caractérise un changement de possession de la balle sans discontinuité du jeu. Concernant l'identification de ces derniers, précisons le mode opératoire que nous avons utilisé : **une transition a lieu lorsque l'équipe qui n'était pas en possession du ballon le récupère et parvient à effectuer a) au moins trois touches de balle par le biais du porteur ou b) au moins une passe du premier porteur de balle contrôlée par le receveur.** Ces deux critères permettent de tenir compte des situations ambiguës comme les ballons contrés ou renvoyés d'une équipe à l'autre par un jeu de tête. Ainsi, seule une maîtrise suffisante de la balle permet d'identifier le passage d'une séquence à une autre par le biais d'une *transition*.

Les séquences et transitions à présent définies, nous leur attribuons des caractéristiques tirées de l'observation du jeu (*cf.* Tableau 12 ci-après). Ces dernières sont conçues en trois temps : i) début de la séquence ; ii) première intention ; et iii) fin de la séquence. En premier lieu, nous avons opéré un découpage de l'aire de jeu en différentes « zones », utilisées pour décrire les transitions.

Découpage du terrain

Sur le terrain, tous les secteurs ne se valent pas, la pression temporelle et le couple risque/gain potentiel y sont hétérogènes. Afin d'analyser l'utilisation de l'espace par les équipes il est possible de diviser le terrain en zones. Par exemple, Grant et ses collaborateurs (1999) ont découpé chaque moitié de terrain en trois « bandes » dans la largeur et autant dans la profondeur (*cf.* Figure IV.4 : Annexe IV. B), délimitant 18 zones sur l'ensemble du terrain. A cet égard, la zone 14 – située dans l'axe du terrain en amont de la surface de réparation¹⁸⁶ – semble déterminante afin de mettre l'équipe adverse en danger (Taylor et al., 2002) lorsqu'elle est occupée par l'attaque et que le ballon y circule, de préférence verticalement. Nous pourrions également parler de « zone de déséquilibre ». D'ailleurs, Grant et ses collaborateurs (1999) suggèrent que la zone 14 est décisive pour produire une attaque efficace. Horn et ses

¹⁸⁶ Zone 17, encore appelée zone de finition dans le cadre fédéral.

collaborateurs (2000) vont dans le même sens en affirmant que la zone 14 est la zone clé d'où provient la grande majorité des passes décisives. Pour autant, un total de 18 zones ne facilite pas l'analyse du jeu, sachant que certaines d'entre elles sont – par symétrie – équivalentes (zones 10 et 12 par exemple). A partir de ce constat, nous avons subdivisé l'espace de jeu de manière à analyser les zones de transition en cours de match. Nous différencions cinq zones (illustrées dans l'Annexe IV. B : Figure IV.5), hétérogènes en termes de surface¹⁸⁷, mais correspondant aux principaux secteurs de variation de la pression spatio-temporelle :

- La *surface défensive*, correspondant au numéro 2 ;
- La *zone basse*, correspondant aux numéros 1, 3, 4, 5 et 6 ;
- La *zone médiane*, correspondant aux numéros 7, 8, 9, 10, 11 et 12 ;
- La *zone haute*, correspondant aux numéros 13, 14, 15, 16 et 18 ;
- La *surface offensive*, correspondant au numéro 17.

Apport des experts

Les données descriptives (zones du terrain, intentions de jeu) ont été co-construites avec un groupe d'experts¹⁸⁸ composé de cadres fédéraux et de professeurs d'EPS spécialistes de l'activité ($n = 5$).

En complément, nous leur avons demandé d'évaluer indépendamment – à l'aide d'un questionnaire en ligne – quelles seraient les décisions collectives les plus judicieuses pour un des matches : PSG-Lorient. Lors de cette focale, seules les séquences de transition ont été traitées ($n = 100$). Pour ce faire, nous avons présenté un arrêt sur image de chaque début de transition. Les experts devaient choisir entre l'alternative « jeu direct » et « jeu indirect » pour chaque équipe. Ainsi, nous obtenons un « score de décision collective » en attaque comme en défense, pour ces deux équipes. A l'instar du chapitre III, le coefficient de corrélation intraclasse a été utilisé pour mesurer le degré d'accord entre les experts ($CCI = 0,75 ; p < 0,001$).

¹⁸⁷ Les deux zones « extrêmes » qui correspondent aux surfaces offensives et défensives possèdent une aire moins étendue.

¹⁸⁸ Sur les cinq experts, deux étaient titulaires d'un doctorat en STAPS (un troisième est engagé dans ce processus), les deux autres détenaient un master en STAPS. Ils possédaient tous le Brevet de Moniteur de Football et l'un d'entre eux avait obtenu le Diplôme d'État Supérieur mention Football.

L'analyse notationnelle

La description des séquences de jeu est une étape déterminante mais insuffisante. En effet, elle ne nous dit rien des performances des équipes. Pour cela, il faut s'appuyer sur une analyse plus fine des comportements collectifs en cours de jeu, qui découlent directement des décisions tactiques collectives (Bossard, 2008). L'analyse de la performance sportive est un domaine en pleine expansion depuis plus de deux décennies. S'il émerge principalement au sein des sports « US » (notamment le basket-ball et le football américain), il se déploie à présent dans l'ensemble des sports d'équipe, à commencer par le football (Mackenzie & Cushion, 2013). Ces dernières années, les progrès technologiques ont permis des avancées fulgurantes concernant l'analyse des performances sportives : cardiofréquence-mètre, GPS, *tracking* vidéo, *machine learning*, etc. Tous ces outils permettent d'améliorer les techniques d'analyse de la performance sportive et d'enrichir des méthodes telles que l'analyse notationnelle (Hughes, 2003). « Alors que certaines approches en sciences du sport s'intéressent aux processus mêmes de la performance (e.g., physiologiques, psychologiques), l'analyse notationnelle vise uniquement une description de la performance produite, c'est-à-dire telle qu'elle se donne à voir dans une situation » (Bourbousson & Sève, 2010a, p. 61).

Cette description nécessite la mise au point d'*indicateurs de performance* (Hughes & Bartlett, 2002), qui traduisent les comportements des joueurs en données chiffrées¹⁸⁹. Constituant une véritable grille de lecture de la motricité, les indicateurs relevés permettent de dépasser les biais d'un jugement subjectif de l'observateur « à l'œil nu ». Ainsi, ils conduisent à une intelligibilité *quantitative* et *objective* des performances. Par la suite, les informations produites peuvent être exploitées par les entraîneurs et leur staff, en préparation, pendant ou après les compétitions. Correctement utilisées, elles viennent renforcer les décisions des entraîneurs¹⁹⁰ et des acteurs du jeu. L'analyse notationnelle de la performance « s'est ainsi préoccupée de façon importante de la recherche d'invariants dans la succession des événements, ou de l'identification de certaines signatures de la performance sportive produite par un sportif ou une équipe » (Bourbousson & Sève, 2010a, p. 61). A ce propos, l'analyse notationnelle « s'est traditionnellement concentrée sur les sports d'équipe et de match, étudiant les interactions entre les joueurs ainsi que les mouvements et les comportements des membres individuels de

¹⁸⁹ « Un indicateur de performance est une sélection, ou une combinaison, de variables d'action qui vise à définir certains ou tous les aspects d'une performance » (traduction libre de Hughes & Bartlett, 2002, p. 739).

¹⁹⁰ Par exemple dans le recrutement des joueurs (Thomas et al., 2009), ou l'adaptation stratégique à un futur adversaire.

l'équipe » (traduction libre de Hughes & Bartlett, 2002, p. 741). Bourbousson et Sève (2010a) précisent que deux types d'approche y sont généralement associées :

- Une approche centrée sur le ballon et les actions réalisées avec celui-ci (*ball-centered approaches*), ayant pour objectif de mettre en lumière le résultat de l'action ;
- Une approche davantage focalisée sur les comportements des non-porteurs de balle, dans l'optique de décrire les événements engendrant le résultat de l'action.

Nous combinons les deux approches au cours de notre étude. Cette méthode nécessite l'enregistrement permanent des événements/faits de jeu (Hughes & James, 2008). Par ailleurs, Hughes et Bartlett soulignent l'importance d'une sélection des indicateurs de performance pertinents en fonction de l'activité, nécessitant une classification des sports collectifs (*cf.* Section I. 1). Concernant le football, l'analyse notationnelle est couramment utilisée pour décrire les performances (James, 2006). Par exemple, la performance d'une équipe de football¹⁹¹ peut être évaluée au travers de différents ratio technico-tactiques (voir par exemple Gréhaigne, 2018a) comme les buts marqués/tirs tentés, passes réussies/passes tentées, *Expected Goals*, etc.

S'agissant de l'évaluation des prises de décision, elle peut être réalisée en laboratoire (Roca et al., 2012; Vaeyens et al., 2007), à partir d'analyse vidéo du jeu *a posteriori*, ou à l'aide de méthodes « hybrides » (Kerivel et al., 2022; Roca et al., 2011). D'autre part, la pertinence de l'analyse dépend des caractéristiques de la situation de jeu étudiée (Hughes & James, 2008). Des situations de « un contre un » au « jeu complet », en passant par les « jeux réduits » (van Maarseveen et al., 2017), les chercheurs sont confrontés à un dilemme méthodologique : conserver la complexité du jeu tout en facilitant son examen. De notre côté, nous avons fait le choix d'une analyse notationnelle basée sur des vidéos de « jeu complet » en compétition, étudiant les résultats de l'action et les comportements y conduisant. Aussi, Hughes et James (2008) mettent en avant l'importance de définir explicitement les événements codés dans l'analyse notationnelle, ce que nous avons pris le soin d'effectuer plus tôt. Ces « définitions opérationnelles » permettent la reproductibilité des analyses, essentielle dans la production de connaissances sur le jeu. A cet égard, nous présentons les étapes et indicateurs du codage ayant été réalisé pour cette étude, dans le tableau ci-dessous.

¹⁹¹ Voir Hughes et James (2008) pour un tour d'horizon des études réalisées.

Tableau 12 : Étapes du codage des séquences de jeu

<u>Temps de l'analyse</u>	<u>Indicateurs</u>	<u>Items</u>
Début de la séquence	Zone de récupération	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Surface défensive</i> - <i>Zone basse</i> - <i>Zone médiane</i> - <i>Zone haute</i> - <i>Surface offensive</i>
	Comportement du 1 ^{er} porteur de balle	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Jeu vers l'avant</i> - <i>Jeu latéral</i> - <i>Jeu vers l'arrière</i> - <i>Jeu de protection</i>
Première intention	Décision collective offensive	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Jeu direct offensif</i> - <i>Jeu indirect offensif</i>
	Décision collective défensive	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Jeu direct défensif</i> - <i>Jeu indirect défensif</i>
Fin de la séquence	Zone de perte	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Surface défensive</i> - <i>Zone basse</i> - <i>Zone médiane</i> - <i>Zone haute</i> - <i>Surface offensive</i>
	Résultat de l'action	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Perte rapide</i> - <i>Perte sans progression</i> - <i>Perte après progression</i> - <i>Situation dangereuse</i> - <i>Tir manqué</i> - <i>Tir cadré</i> - <i>But</i>

Ensemble, ces données permettent de retisser le « fil du match » à partir des caractéristiques les plus saillantes observées à la vidéo. Les indicateurs et items sont définis dans l'annexe IV. B.

IV. 1. C) Analyse des données et constitution des indicateurs de performance

Tenant pour objectif l'étude de l'efficacité des décisions tactiques collectives, nous avons mis au point un indicateur de performance traduisant la « qualité » des actions collectives résultant des choix collectifs : les *Expected Transitions*.

Les Expected Transitions (xT)

Les *Expected Transitions* s'inspirent des *Expected Goals* – littéralement les « buts attendus » – qui ont pour vocation de représenter la probabilité d'un tir de se conclure par un but dans une situation donnée. Il s'agit d'une valeur comprise entre 0 et 1, calculée en comparant les résultats de l'ensemble des situations proches de celle analysée¹⁹². Un *Expected Goal* de 0,7 indique que si dix tirs dans des situations « parfaitement » similaires étaient tentés, sept se transformeraient en but. Néanmoins, le critère de similarité entre les situations peut s'avérer problématique. A ce propos, les *Expected Goals* (xG) s'affinent peu à peu, prenant en compte de plus en plus de variables¹⁹³ : position du tireur, distance du but, angle de tir, type de tir, position du gardien, nombre de défenseurs en barrage, etc. Il existe donc plusieurs méthodes de calcul des xG, plus ou moins riches en information. Par ailleurs, les xG peuvent être combinés concernant un joueur ou une équipe, et ce à l'échelle d'un match ou d'une saison. Sur le plan pratique, cette statistique évalue alors la capacité d'une équipe ou d'un joueur à se créer des occasions et à les convertir en but¹⁹⁴. En effet, les xG sont toujours comparés à un score réel¹⁹⁵. Dans cette optique, ils peuvent traduire une sous-performance ou une sur-performance. Toutefois, les *Expected Goals* sont des statistiques « individuelles » reflétant seulement la conclusion de l'action lorsqu'un tir est réalisé, sans tenir compte des choix effectués en amont. De fait, elles bornent l'analyse aux seules *actions décisives* ou celles en capacité de l'être, ce qui est limitant sachant le peu de tirs au cours d'un match. De plus, les xG résultent d'un calcul binaire : un but est inscrit ou ne l'est pas. Au regard de ces limites, nous proposons un nouvel indicateur de performance nommé *Expected Transitions*. Ce dernier a pour vocation de dépasser certains problèmes posés par les xG. En premier lieu, toutes les actions sont prises en considération, qu'elles se terminent par un tir ou non. Dans le même temps, il ne s'agit plus de chiffrer une action individuelle mais bien une action collective. Enfin, les *Expected Transitions* (xT) dépassent le cadre binaire des xG en s'appuyant sur une échelle notationnelle à sept paliers. Chacune des situations (en l'occurrence une séquence de jeu) peut rapporter entre 0 et 10 points à l'équipe.

¹⁹² Une des principales limites concernant les xG est donc la quantité de données nécessaire pour une comparaison « viable ». Néanmoins, elle tend à s'estomper, en lien avec le développement des *Big Data* du football.

¹⁹³ <https://theanalyst.com/eu/2022/04/evolving-expected-goals-xg/>

¹⁹⁴ A titre d'exemple, sur la saison 2021/2022 de Ligue 1, le meilleur buteur du championnat (K. Mbappe) a inscrit 29 buts pour un total de 24,98 xG, soit un différentiel positif. A contrario, le joueur de Montpellier G. Laborde a inscrit 15 buts pour un total de 18,97 xG, un différentiel négatif. De façon objective, les xG permettent ainsi d'identifier les joueurs « efficaces » et décisifs.

¹⁹⁵ Ainsi lors de la finale de la Ligue des Champions 2022, remporté par le Réal Madrid (1-0), le club de Liverpool s'est incliné malgré un **score xG** en sa faveur (0,88 – 2,14).

Nous avons détaillé une partie des caractéristiques de notre analyse dans la *Procédure de recueil des données*. Le tableau IV.1 (Annexe IV. B) présente la définition des « résultats de l'action » et le nombre de points attribués pour chacun d'eux. L'échelle utilisée est symétrique car l'équipe en défense encaisse le nombre de points que marque l'attaque (xT ne peut être que positif ou nul pour celle-ci). Notons que chaque xT attribué ne représente pas la probabilité de marquer – à la différence des xG – mais l'attribution d'un score reflétant la « dangerosité » de l'action, donc la pertinence des choix collectifs réalisés¹⁹⁶. Précisons également que le score donné à chaque action ne correspond pas à sa fin, mais au palier le plus haut qui a été atteint durant la séquence. Ainsi, une équipe enchaînant un « tir cadré » repoussé par le gardien et une « situation dangereuse » (un centre par exemple) avant de perdre la balle, récolterait le maximum de points sur l'action (9). Cependant, ce calcul « aux bénéfices de l'attaque » ne s'applique pas aux trois paliers « les plus bas » (0 ; 1 ; 3) pour lesquels le score inférieur prime¹⁹⁷ : une équipe dégageant le ballon de la « zone basse » à la « zone haute » en moins de 6 secondes ne correspond pas à une « perte après progression » mais bien à une « perte rapide », puisqu'elle se débarrasse du ballon.

En complément, nous convoquons la *théorie de la décision* et afin de nourrir la réflexion sur l'efficacité de ces comportements décisionnels. Aussi nommée *théorie des jeux*, elle « se définit généralement comme l'outil mathématique permettant d'analyser les interactions stratégiques entre les individus [...] Elle s'intéresse à toutes les configurations dans lesquelles la situation de chacun dépend du comportement de tous » (Eber, 2018, p. 5).

La théorie des jeux

En tant que théorie mathématique des comportements stratégiques, la théorie des jeux¹⁹⁸ est « un ensemble d'outils analytiques qui facilitent la compréhension de situations dans lesquelles des individus – les joueurs – sont en interaction » (Angelier, 2008, p. 123), « en particulier lorsque ces derniers ont des intérêts divergents » (Eber, 2018, p. 5). En cohérence avec les sciences de la complexité, la théorie des jeux « cherche à comprendre comment un ordre peut émerger spontanément au sein du chaos, sans qu'aucune organisation directrice aux individus,

¹⁹⁶ Du moins en partie, puisque la décision n'est qu'une composante de la performance tactique.

¹⁹⁷ Une « perte rapide » prime sur une « perte sans progression », devançant elle-même une « perte après progression ». Plus précisément, si une équipe progresse de la *zone basse* à la *zone haute* au cours de la séquence mais perd la balle à nouveau en *zone basse*, l'action est considérée comme une « perte sans progression » (sauf dans le cas d'une « situation dangereuse » ou plus).

¹⁹⁸ Se reporter à l'annexe IV. C pour plus de détails.

puisse être tenue responsable de cette émergence » (Angelier, 2008, p. 132). Précisons que la théorie des jeux poursuit comme principal objectif « la démonstration par l'absurde » (Dugas et al., 2020). Concrètement, la logique décisionnelle « théorique et prédictive » se produit-elle dans les faits ? A quel point les comportements attendus des joueurs sont-ils obtenus ? Les décisions prises sont-elles « rationnelles » ou non au sens de la théorie des jeux ? Et pourquoi ? D'autre part, un second objectif consiste à concevoir et/ou vérifier des règles de conduite (motrice ou non).

A cet effet, la théorie des jeux s'appuie sur l'ensemble des décisions pouvant être prises par les joueurs, c'est-à-dire le champ des possibles qui constitue le modèle du jeu. La remarquable diversité de ses objets d'étude, se traduit par une multitude de types de jeux. Pour notre analyse, considérons chaque équipe comme « un supra-joueur » et chaque séquence comme « une manche ». Théoriquement, le football peut alors être considéré comme un jeu :

- *A somme nulle* : car « ce que l'un gagne l'autre perd¹⁹⁹ » ;
- *Non coopératif* : la tactique n'émerge pas d'une entente mutuelle entre les deux équipes ;
- *Statique (simultané)* : les deux équipes agissent simultanément ;
- *A information imparfaite* : l'équipe ne sait pas ce que va « jouer » l'autre équipe²⁰⁰ ;
- *A information complète* : puisque chaque équipe connaît la structure du jeu et les actions antérieures qui se sont déroulées au cours de la partie ;
- *Itératif* : les séquences de jeu se répétant durant le match.

Toutefois, dans les faits cette conception souffre de quelques limites puisque si les deux équipes agissent simultanément, l'une peut réagir ou préagir. D'autre part, nous pourrions concevoir l'information comme *hétérogène* et *subjective*. Hétérogène puisque toute l'équipe ne perçoit pas constamment l'ensemble du jeu (l'information y est distribuée entre les joueurs) ; subjective puisque la « lecture des coups » est sujette à interprétation de la part des joueurs de l'équipe. A ce propos, la théorie des jeux – via sa branche « expérimentale » – tend à se rapprocher des situations « réelles » (voir à ce propos Dugas et al., 2020; Dugas & Collard, 2009), tenant compte de différents facteurs influençant les décisions : émotions, réputation, morale, empathie, etc. D'ailleurs, certains auteurs invitent à « partir des comportements des joueurs » (Schmidt, 2008).

¹⁹⁹ Malgré qu'un partage équitable des points soit possible (match nul), à l'inverse d'un véritable jeu à somme nul.

²⁰⁰ Le jeu étant simultané, comme « pierre-feuille-ciseaux » par exemple.

Notons par ailleurs qu'un jeu non coopératif statique – comme le football – est caractérisé par : « (i) le nombre de joueurs, (ii) l'ensemble des stratégies pures (actions) à la disposition de chaque joueur, (iii) les résultats du jeu pour chaque joueur dans les différentes configurations possibles, (iv) les préférences des joueurs concernant les résultats du jeu » (Eber, 2018, p. 12-13). A cet égard, nous appréhendons le football comme un jeu : (i) à deux supra-joueurs (les équipes) ; (ii) dont les stratégies pures sont les différentes intentions offensives (jeu direct et jeu indirect) et défensives (idem) ; (iii) donnant pour résultat de l'action les *expected transitions* (voir l'échelle notationnelle) ; (iv) avec pour préférence la stratégie prévue par l'entraîneur. En fonction des gains « réels » obtenus au cours des matches analysés, nous pouvons ainsi représenter le jeu par différentes matrices et schématiser les rapports d'opposition sur la base des prises de décisions collectives. A cet effet, nous avons utilisé une matrice inspirée de la théorie des jeux (voir Figure 11 ci-dessous). Elle présente le gain – moyenné sur l'ensemble des situations prises en compte – pour chaque *situation* : c'est-à-dire la confrontation de deux *tactiques*. Le nombre d'occurrences de chaque situation de l'échantillon est précisé en bas à droite des gains (N = X). Sachant que l'analyse notationnelle que nous avons utilisée donne un score positif ou nul pour l'équipe qui attaque²⁰¹, les gains de l'attaque correspondent aux pertes de la défense. L'équipe offensive cherche donc à maximiser ses gains alors que l'équipe défensive souhaite limiter ses pertes.

Figure 11 : Conception d'une matrice inspirée de la théorie des jeux

Gain global		Phase			
		Défensive			
N total		<i>Tactique</i>	<i>Perte</i>	<i>Tactique</i>	<i>Perte</i>
Phase Offensive	<i>Tactique</i>	Gain / Perte	Situation	Gain / Perte	Situation
	<i>Gain</i>		N =		N =
	<i>Tactique</i>	Gain / Perte	Situation	Gain / Perte	Situation
	<i>Gain</i>		N =		N =

²⁰¹ Et par symétrie un score négatif ou nul pour l'équipe qui défend. Plus le score est proche de 10, plus l'équipe a de chances de marquer. Il ne s'agit toutefois pas d'un pourcentage.

Dans ce travail, plusieurs matrices ont été constituées : i) des *matrices globales*, regroupant l'ensemble des données recueillies (sur les trois matches) ; ii) des *matrices de match*, présentant les données regroupées des deux équipes sur l'opposition ; iii) des *matrices de match par équipe*, se limitant aux données de chaque équipe sur la partie ; iv) une *matrice longitudinale d'équipe*, se focalisant sur les données combinées sur plusieurs affrontements. Celle-ci nous renseigne sur le *style de jeu*, les points forts et faibles de l'équipe en question.

Ces matrices peuvent également être subdivisées selon le « commencement de la séquence », à savoir une *remise en jeu* ou une *transition*. Nous présenterons ces différentes matrices dans la section « Résultats » de ce chapitre. D'autre part, il est possible d'affiner ces dernières en croisant les données des *Expected Transitions* avec la « zone de récupération ». Afin d'obtenir des résultats plus « situationnels », liés aux zones du terrain dans lesquelles s'opèrent l'initiative des séquences de jeu. Ce croisement offre de nouvelles perspectives concernant les prises de décisions collectives sous forte pression temporelle : lors des phases de transition. Plusieurs horizons s'ouvrent alors. Il sera tout d'abord possible d'avoir un aperçu de la logique interne du jeu football. Plus spécifiquement, nous pourrions mettre en lumière quelles équipes « font mieux que ce qui était attendu » et dans quel contexte – ce qui est révélateur d'une intelligence collective dans les décisions. Enfin, des informations concernant les caractéristiques tactiques des équipes sont envisageables²⁰². Ces dernières pourraient intéresser les entraîneurs, préparant leur stratégie face à leur prochain adversaire.

Cependant, quelques précautions s'imposent dans l'interprétation des résultats de cette étude. A la différence de la plupart des recherches convoquant une matrice de théorie des jeux, les gains/pertes ne sont pas attribués « arbitrairement » mais découlent de notre analyse de terrain : nous utilisons les scores réels (xT) obtenus sur notre échantillon (échelle de 0 à 10). De ce fait, nous soulignons que ces données doivent être interprétées avec prudence, il ne s'agit pas d'utiliser la théorie des jeux *stricto sensu* : en concevant une matrice de gains dans le but d'étudier le comportement des joueurs à partir de celle-ci. A l'inverse, nos matrices décrivent l'activité des équipes et nous permettent de faire « émerger » une logique propre à leurs décisions collectives. Il s'agit donc en quelque sorte d'une « empirie des jeux ».

²⁰² Tenant compte des limites méthodologiques des modèles de la théorie des jeux appliqués aux matches de football.

IV. 2) Résultats

Toutes les données présentées sont issues de l'analyse des trois matches décrits dans la section « Méthodologie spécifique ». Si cet échantillon ne permet pas de généraliser les conclusions à l'ensemble du jeu, il fournit néanmoins quelques éléments propres à la logique interne de l'activité. Nous rappelons que chaque équipe a pour but de gagner le match, que les deux opposants sont d'intelligence collective égale (en théorie) et que le chercheur est neutre au regard des performances de jeu.

Matrices globales

Pour débiter, nous présentons la matrice globale reprenant l'ensemble des séquences de jeu pour les trois matches étudiés : 560 duels de « supra-joueurs » (Collard & Dugas, 2008) considérant que l'équipe prend une *décision collective émergente*. Pour cet échantillon, l'attaque marque en moyenne 3,3 points selon notre échelle d'analyse notationnelle, c'est-à-dire au moins une progression de balle entre le début et la fin de la séquence.

Figure 12 : Matrice globale

3,3		Phase			
		Défensive			
N = 560		<i>Jeu direct</i>	-2,8	<i>Jeu indirect</i>	-4,2
Phase Offensive	<i>Jeu direct</i>	3,0 ; -3,0	D.D*	4,6 ; -4,6	D.I
	3,6		N = 186		N = 119
	<i>Jeu indirect</i>	2,7 ; -2,7	I.D	3,6 ; -3,6	I.I
	3,0		N = 174		N = 81

Pour cette matrice, la situation D.D constituerait le seul équilibre de Nash (*) : concrètement, ni l'attaque ni la défense n'ont intérêt à changer de tactique puisqu'elles prendraient le risque de marquer moins de points. Pour les trois autres situations, il y aurait en théorie toujours une équipe dont l'intérêt serait de changer sa tactique : la défense pour D.I, l'attaque pour I.D et les deux pour I.I.

La matrice globale peut être affinée en distinguant les séquences de jeu reprenant à la suite d'une *remise en jeu* et d'une *transition* (continuité du jeu). Ces dernières sont affichées ci-dessous.

Figure 13 : Matrice globale des remises en jeu

3,3		Phase			
		Défensive			
N = 259		<i>Jeu direct</i>	-3,2	<i>Jeu indirect</i>	-3,6
Phase Offensive	<i>Jeu direct</i>	3,5 ; -3,5	D.D*	4,2 ; -4,2	D.I
	3,6		N = 107		N = 21
	<i>Jeu indirect</i>	2,8 ; -2,8	I.D	3,3 ; -3,3	I.I
	3,0		N = 93		N = 38

Pour la matrice « remises en jeu », la situation D.D constitue également le seul équilibre de Nash (*) : ni l'attaque ni la défense n'ont intérêt à changer de tactique puisqu'elles prendraient le risque de marquer moins de points. Pour les trois autres situations, il y a toujours une équipe qui aurait intérêt à changer sa tactique : la défense pour D.I, l'attaque pour I.D et les deux pour I.I. Comparons à présent avec la matrice des transitions.

Figure 14 : Matrice globale des transitions

3,4		Phase			
		Défensive			
N = 301		<i>Jeu direct</i>	-2,4	<i>Jeu indirect</i>	-4,4
Phase Offensive	<i>Jeu direct</i>	2,3 ; -2,3	D.D	4,6 ; -4,6	D.I
	3,6		N = 79		N = 98
	<i>Jeu indirect</i>	2,6 ; -2,6	I.D*	4,0 ; -4,0	I.I
	3,1		N = 81		N = 43

Concernant la matrice « transitions », la configuration théorique est différente des deux précédentes. Ici, le seul équilibre de Nash (*) apparaît lors de la situation I.D, lorsque l'équipe qui défend cherche à récupérer le ballon (par un pressing par exemple) alors que l'attaque a l'intention de temporiser en le conservant. Pour les trois autres situations, il y a toujours une équipe qui aurait intérêt à changer sa tactique : la défense pour D.I, l'attaque pour D.D et les deux pour I.I. Pour autant, l'attaque obtient en moyenne davantage de points en jouant « direct » (3,6) qu'en jouant « indirect » (3,1). Les faits ne semblent pas donner raison à la théorie concernant les transitions. Notons que de façon pragmatique, l'attaque aurait tout intérêt à jouer « indirect » dans un premier temps, puis direct le plus rapidement possible si la défense joue « indirect ». Toutefois, notre étude ne prend en compte que l'intention « majoritaire » dans les premières secondes qui suivent une transition. La figure ci-après présente les pourcentages situationnels pour les échantillons des matrices « globale », « remises en jeu » et « transitions ». Quelle que soit la situation, les équipes auraient toujours intérêt à changer de tactique dans la situation I.I, qui est la moins adaptée. D'ailleurs, il apparaît clairement que la situation *jeu indirect offensif versus jeu indirect défensif* (I.I) est la moins courante (14 % pour la matrice globale). Cette donnée paraît logique, la situation en question relevant d'une configuration où les deux équipes « refusent » l'affrontement, du moins temporairement : l'attaque temporise et la défense se replace. Sur ce plan, les équipes agissent donc de façon « rationnelle ».

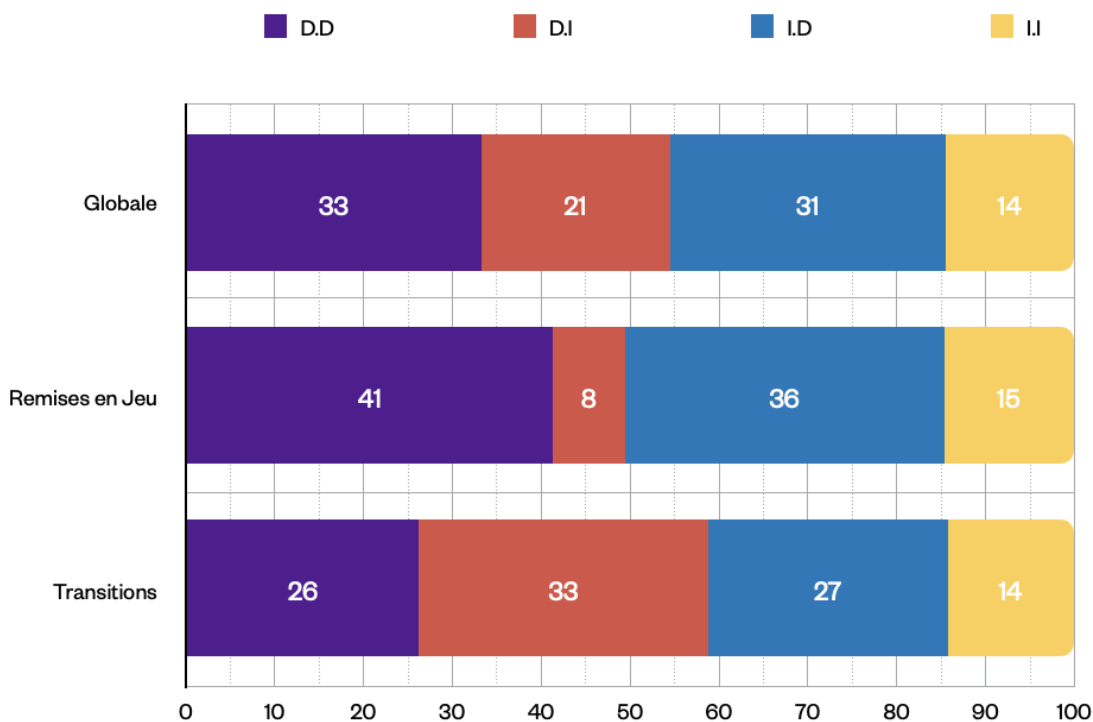


Figure 15 : Comparaison des pourcentages situationnels

Concernant les « remises en jeu », les situations pour lesquelles la défense cherche à récupérer directement le ballon face à une attaque qui a l'intention de progresser tout de suite vers la cible sont les plus fréquentes (D.D = 41 %). Les équipes suivraient ainsi l'équilibre de Nash pour ce cas de figure. A l'inverse, un repli défensif face à une attaque qui cherche à « jouer direct » est bien moins fréquent (8 %) sur les remises en jeu. Une fois de plus, cette donnée paraît cohérente, puisque la défense est quasiment toujours « en place » dans cette configuration. S'agissant des « transitions », la répartition est plus équilibrée. Toutefois, la situation présentant un équilibre de Nash n'est pas la plus fréquente (I.D = 27 %). Contrairement aux « remises en jeu », la situation D.D n'arrive qu'en troisième place (26 %). La configuration repli défensif face à une attaque qui cherche à jouer « direct » est la plus courante (33 %). Il s'agit de la situation permettant à l'attaque de maximiser ses gains (4,6).

Par ailleurs, les décisions tactiques collectives étant prises de manière simultanée²⁰³, intéressons-nous à la logique de jeu en fonction de la possession de balle ou non. Lors des remises en jeu, l'attaque et la défense auraient tout intérêt à jouer « direct » pour maximiser leurs gains. Toutefois, la différence n'est pas flagrante que ce soit entre le jeu direct offensif (3,6) et le jeu indirect offensif (3,0), ou entre le jeu direct défensif (- 3,2) et le jeu indirect défensif (- 3,6). D'ailleurs la répartition offensive est très équilibrée (49/51 %). *A contrario*, la défense use largement du jeu direct sur les remises en jeu (77 %). Logiquement, puisque le bloc équipe n'est que rarement déséquilibré sur de tels lancements de jeu. En phase de transition la logique est identique (jeu direct pour les deux équipes) même si l'équilibre de Nash diffère. Pour autant, la défense gagne sensiblement à adopter un *jeu direct* (- 2,4) plutôt qu'un *jeu indirect* (- 4,4). Sur ces transitions, les équipes agissent plus souvent logiquement en défense (53 %).

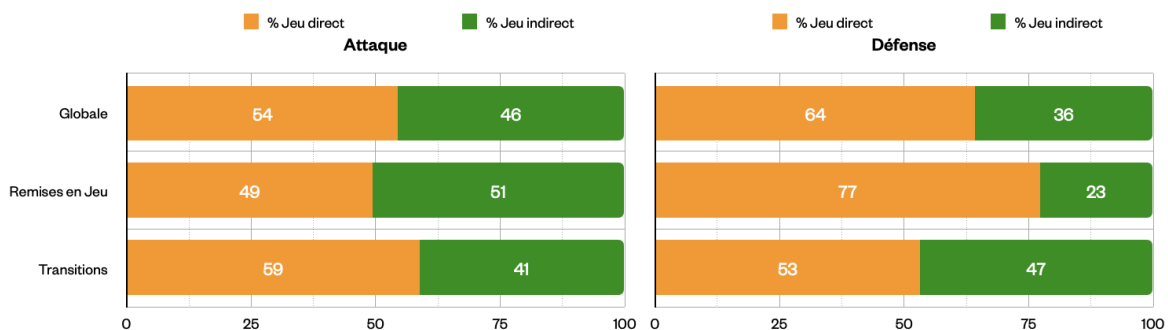


Figure 16 : Comparaison des pourcentages d'intentions tactiques Off/Déf

²⁰³ Mais pas entièrement indépendante, le comportement collectif d'une équipe peut en effet influencer l'autre.

En s'inspirant de la théorie des jeux en stratégie mixte²⁰⁴, lors des phases de transition la défense aurait toujours intérêt à jouer « direct », c'est-à-dire chercher à récupérer la balle le plus vite possible, en effectuant un pressing par exemple. Quant à elle, l'attaque est face à un véritable dilemme : si la logique numérique voudrait qu'elle joue « direct », elle peut tantôt maximiser ses gains si la défense joue « indirect » (4,6), tantôt les minimiser si la défense joue également « direct » (2,3). Le gain peut alors être multiplié/divisé par deux, un risque à évaluer action par action. Dans plus de la moitié des séquences (59 %), l'attaque choisit de jouer « risqué » en optant pour le « jeu direct ».

Décisions collectives par équipe

Dorénavant, nous tiendrons uniquement compte des séquences de jeu débutant par une « transition », puisque dans ces conditions l'équipe agit sous contrainte temporelle supérieure. Descendons d'un niveau d'analyse, et voyons comment se sont comportées les équipes pour chaque opposition (les matrices de transition par match sont détaillées dans l'Annexe IV.D). Quels enseignements pouvons-nous en tirer selon le résultat des matches ? A cette échelle, représenter une matrice d'équipe semble moins adapté, puisque la quantité d'action par situation diminue fortement. Seules les matrices longitudinales offensives et défensives de l'équipe « fixe » sur les trois matches (PSG) peuvent être intéressantes : elles sont présentées en annexe (IV.E). Cependant, il est intéressant d'étudier la répartition des décisions collectives. Sur les trois matches étudiés, l'équipe fixe du PSG est celle ayant systématiquement utilisé le moins de « jeu direct offensif » (56 % ; 42 % ; 59 %) mais le plus de « jeu direct défensif » (56 % ; 56 % ; 68 %). Parmi les quatre équipes de notre échantillon, elle est celle qui a le plus respecté la logique « rationnelle » des décisions collectives pour les transitions. Parmi les trois adversaires du PSG, seule l'équipe de Bordeaux a obtenu le match nul.

²⁰⁴ Lorsque les « coups » des joueurs sont répétés.

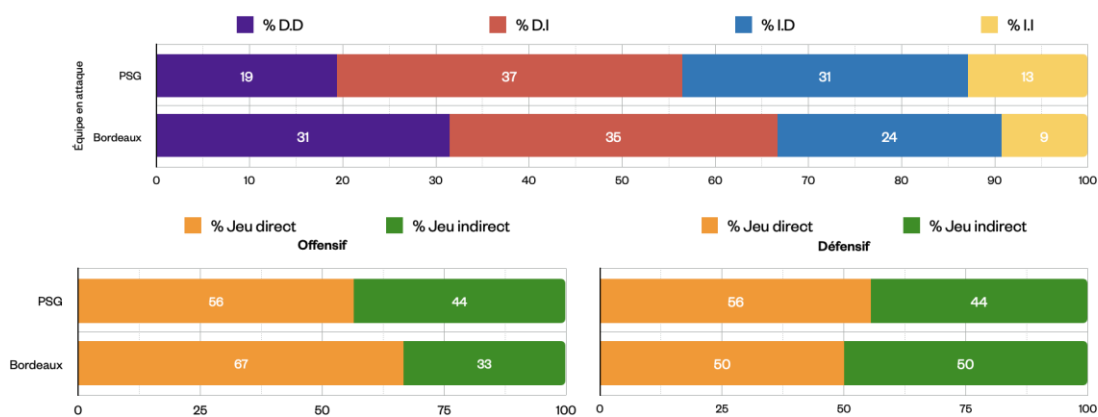


Figure 17 : Pourcentages situationnels selon l'équipe en attaque et comparaison des pourcentages d'intentions tactiques Off/Déf pour le match PSG – Bordeaux

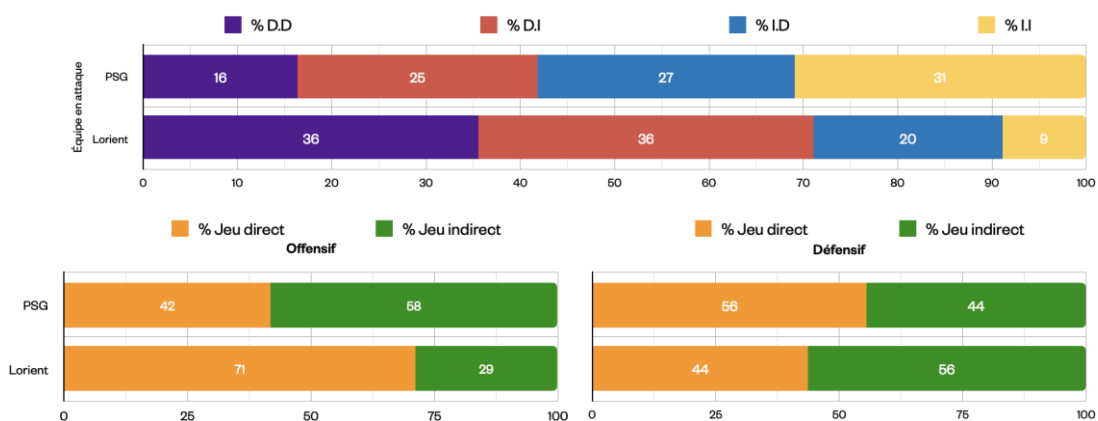


Figure 18 : Pourcentages situationnels selon l'équipe en attaque et comparaison des pourcentages d'intentions tactiques Off/Déf pour le match PSG – Lorient

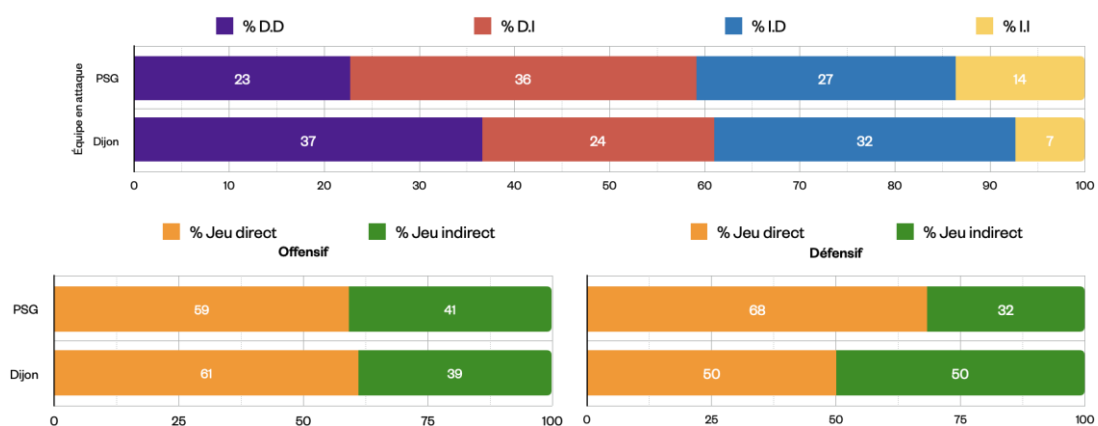


Figure 19 : Pourcentages situationnels selon l'équipe en attaque et comparaison des pourcentages d'intentions tactiques Off/Déf pour le match PSG – Dijon

Notons que l'équipe bordelaise a été confrontée moins souvent que les deux autres adversaires à la situation D.D (31 %) lorsqu'elle attaquait, tout en obtenant davantage de situations I.D (31 %) lorsqu'elle défendait. Elle a ainsi limité les situations risquées rapportant le moins de points (D.D) en attaque et profité des situations peu dangereuses (I.D) en défense.

Matrices selon la zone de récupération du ballon

Nous avons décrit dans la section « Méthodologie spécifique » les différentes zones du terrain qui peuvent être utilisées pour compléter notre analyse. Nous présentons à présent les données relatives aux xT en fonction des zones de récupération de la balle lors des phases de transition ($n = 301$). A ce titre, nous avons réitéré notre analyse pour chacune d'entre elles, à l'exception de la zone « surface offensive ». En effet, les récupérations dans cette zone – la plus proche du but à attaquer pour l'équipe qui entre en possession du ballon – représentent moins d'un pourcent des séquences de transition²⁰⁵. Les transitions offensives en « zone basse » étaient les plus fréquentes (43 %), suivies des transitions en « zone médiane » (28 %), puis dans la « surface défensive » (19 %) et enfin en « zone haute » (11 %). Les différentes matrices selon la zone de récupération sont présentées ci-après.

Figure 20 : Matrice des transitions pour la « surface défensive »

3,9		Phase				
		Défensive				
N = 57		<i>Jeu direct</i>	-3,5	<i>Jeu indirect</i>	-4,2	
Phase	<i>Jeu direct</i>	2,7 ; -2,7	D.D	4,7 ; -4,7	D.I	
			N = 11		N = 17	
	Offensive	<i>Jeu indirect</i>	4,2 ; -4,2	I.D	3,6 ; -3,6	I.I
				N = 13		N = 16

Pour la matrice des transitions analysant les récupérations dans la « surface défensive » (Figure 20) c'est-à-dire le plus proche de son but, il n'existerait théoriquement aucun équilibre de Nash.

²⁰⁵ L'échantillon excluant cette zone comprend ainsi 300 actions de jeu.

Autrement dit, quelle que soit la situation, une des deux équipes aurait toujours intérêt à changer sa décision collective. Si la logique voudrait que la défense joue plutôt « direct », il existe un véritable dilemme pour l'attaque qui marque en moyenne autant de points en adoptant l'une ou l'autre des possibilités de jeu. D'ailleurs, si l'attaque opte pour le jeu direct, elle peut soit maximiser ses gains (4,7), soit les minimiser (2,7). Il peut donc sembler plus raisonnable de jouer « indirect » sur le plan offensif lorsque l'on récupère dans sa surface.

Figure 21 : Matrice des transitions en « zone basse »

3,2 N = 128		Phase			
		Défensive			
		<i>Jeu direct</i>	-1,9	<i>Jeu indirect</i>	-4,7
Phase Offensive	<i>Jeu direct</i> 3,1	1,4 ; -1,4	D.D N = 38	4,7 ; -4,7	D.I N = 43
	<i>Jeu indirect</i> 3,2		2,5 ; -2,5		I.D* N = 33

Lorsque le ballon est récupéré en « zone basse » (Figure 21 ci-dessus), seule la situation I.D présenterait un équilibre de Nash. A l'instar de la matrice précédente, la logique voudrait que la défense joue systématiquement « direct » et que l'attaque joue « indirect ». Si elle joue « direct », l'attaque peut soit maximiser ses gains (4,7), soit les minimiser (1,4). Une fois de plus, il semble raisonnable de jouer « indirect » sur le plan offensif lorsque l'on récupère en zone « basse ». Comparativement aux deux matrices précédentes, la logique différerait lorsque le ballon est récupéré en « zone médiane » (Figure 22 ci-dessous). En effet, si l'intérêt de la défense serait toujours de jouer « direct » pour minimiser ses pertes, l'attaque devrait également jouer « direct » pour maximiser ses gains. D'ailleurs le seul équilibre de Nash serait la situation D.D.

A l'identique de la matrice « zone médiane », la logique voudrait que les deux équipes jouent « direct » (D.D constitue le seul équilibre de Nash) lors d'une récupération en « zone haute » (Figure 23).

Figure 22 : Matrice des transitions en « zone médiane »

3,3		Phase			
		Défensive			
N = 83		<i>Jeu direct</i>	-2,4	<i>Jeu indirect</i>	-4,4
Phase Offensive	<i>Jeu direct</i>	2,8 ; -2,8	D.D*	4,8 ; -4,8	D.I
	3,9		N = 20		N = 26
	<i>Jeu indirect</i>	2,2 ; -2,2	I.D	3,2 ; -3,2	I.I
	2,5		N = 27		N = 10

Figure 23 : Matrice des transitions en « zone haute »

3,3		Phase			
		Défensive			
N = 32		<i>Jeu direct</i>	-2,8	<i>Jeu indirect</i>	-3,9
Phase Offensive	<i>Jeu direct</i>	3,7 ; -3,7	D.D*	4,0 ; -4,0	D.I
	3,9		N = 9		N = 12
	<i>Jeu indirect</i>	1,9 ; -1,9	I.D	3,7 ; -3,7	I.I
	2,4		N = 8		N = 3

Il est intéressant de noter que dans ce cas de figure l'écart entre les gains pour l'attaque qui joue « direct » est relativement faible (0,3) selon la décision collective de la défense (D.D ou D.I). Ainsi, l'attaque prendrait moins de risque à jouer « direct » lorsqu'elle récupère en « zone haute ». A l'inverse, l'écart entre jeu « direct » et « indirect » pour la défense est le plus faible pour une récupération de l'attaque dans sa « surface défensive » (0,7). Pour éviter de subir une contre-attaque, la défense doit donc être vigilante concernant sa décision collective lorsqu'elle perd le ballon très haut sur le terrain. Soulignons également que plus l'attaque récupère le ballon haut sur le terrain, plus la logique conduirait à jouer « direct » alors que la défense a toujours intérêt à opter pour ce choix. Cette logique « théorique » nous renseigne sur la logique interne de l'activité, du moins concernant les phases de transition. Comparons à présent ces données théoriques aux décisions collectives réellement prises en cours de jeu.

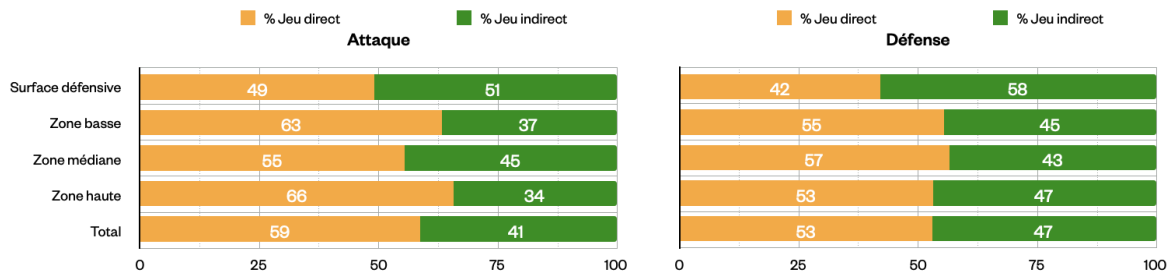


Figure 24 : Décisions collectives de l'attaque et de la défense (%) selon la zone de récupération

S'agissant de l'attaque, elle agit de façon « rationnelle » lorsqu'elle récupère le ballon en zone « médiane » (55 % de jeu direct) et « haute » (66 % de jeu direct). Si la logique décisionnelle est moins flagrante concernant les récupérations en « zone basse », nous pouvons noter que l'attaque opte pour un comportement collectif risqué : elle peut obtenir le maximum ou le minimum de gains en jouant « direct », ce qu'elle fait dans 63 % des situations. Enfin, l'analyse paraît moins évidente pour les récupérations dans la « surface défensive » puisqu'il n'y a pas de solution optimale en théorie²⁰⁶. A cet égard, l'attaque alterne de façon quasi égale entre jeu « direct » et « indirect » (49 % - 51 %). L'équipe en possession du ballon lors des phases de transition tend vers davantage de jeu « direct » (59 %) sur l'ensemble du terrain, mais agit en suivant la logique théorique dans la moitié des zones étudiées : les deux plus proches du but (zone « médiane » et « haute »).

Du côté de la défense, elle suit la logique théorique dans les zones « basse » (55 %), « médiane » (57 %) et « haute » (53 %) en jouant « direct ». Concernant les transitions dans la « surface défensive », la défense opte pour un jeu « indirect » (58 %), en apparence plus prudent mais contraire à la rationalité épistémique : s'il n'existe pas d'équilibre de Nash, la défense encaisse tout de même moins de points en jouant direct (3,5) qu'indirect (4,2). Dans les trois quarts des zones du terrain, les décisions collectives de la défense rejoignent ainsi la logique théorique issue de notre analyse. Notons néanmoins que les pourcentages ne dépassent pas 60 %, illustrant une relative alternance des décisions collectives. Ces dernières sont certes numériquement rationnelles, mais le constat n'est pas implacable, laissant une marge d'erreur aux équipes.

²⁰⁶ Aucun équilibre de Nash et égalité entre le « jeu direct » et le « jeu indirect » (3,9) pour l'attaque.

Bénéfices des choix collectifs rationnels

Prenant appui sur les matrices présentées en amont, nous pouvons représenter les bénéfices tirés par les équipes si elles choisissaient la stratégie optimale en théorie. Le bénéfice correspond à l'écart de gain entre le « meilleur » et le « moins bon » choix. Nous observons également le pourcentage réel tendant vers ce choix. Inspiré d'une étude sur les pénaltys en football (Palacios-Huerta, 2003, repris par Dugas, 2010, p. 32-33), le tableau ci-dessous présente l'ensemble de ces données : les choix « rationnels » (équilibre de Nash) sont soulignés ; le pourcentage majoritaire est en gras.

Tableau 13 : Matrices, bénéfices et pourcentages de choix associés

<i>Matrice</i>	<i>Équilibre</i>	<i>Attaque</i>			<i>Défense</i>		
		<i>% D</i>	<i>% I</i>	<i>Bénéfice</i>	<i>% D</i>	<i>% I</i>	<i>Bénéfice</i>
<i>Globale n = 560</i>	D.D	<u>54</u>	46	0,6	<u>64</u>	36	1,4
<i>Remise n = 259</i>	D.D	<u>49</u>	51	0,6	<u>77</u>	23	0,4
<i>Transitions n = 301</i>	I.D	59	<u>41</u>	0,5	<u>53</u>	47	2,0
<i>Surface défensive n = 57</i>		49	51	0	42	58	0,7
<i>Zone basse n = 128</i>	I.D	63	<u>37</u>	0,1	<u>55</u>	45	2,8
<i>Zone médiane n = 83</i>	D.D	<u>55</u>	45	1,4	<u>57</u>	43	2,0
<i>Zone haute n = 32</i>	D.D	<u>66</u>	34	1,5	<u>53</u>	47	1,1

N'existant pas d'équilibre pour la matrice de « surface offensive », nous interprétons les résultats pour les six matrices restantes. De prime abord, nous observons que la défense tend vers la rationalité théorique de façon systématique, à l'échelle du match. Seulement une fois sur deux pour l'attaque, même si l'écart est relativement faible concernant les remises en jeu. Ces choix révèlent également la *tendance au risque* des équipes. En théorie des jeux, cette dernière peut être exprimée par le *maximin*, qui correspond à la situation de « moindre mal ». Il s'agit d'une stratégie « prudente » qui vise à obtenir le maximum de point dans la situation la moins avantageuse.

Dans notre cas, le *maximin* de l'attaque est systématiquement I.D. L'attaque jouant « prudente » devrait donc opter pour un « jeu indirect ». Or elle a plutôt tendance à se diriger vers la solution risquée – « jeu direct » – car elle a plus à y gagner. En effet, le maximum de points qu'elle peut obtenir correspond systématiquement à la situation D.I, pour laquelle jouer « direct » est obligatoire. Toutefois dans les deux zones les plus basses du terrain, jouer « direct » peut aussi conduire au minimum de points. La situation change pour les zones plus proches du but adverse (« médiane » et « haute »), le minimum étant alors I.D. Ainsi, en théorie l'attaque devrait plutôt jouer « indirect » lorsqu'elle récupère le ballon proche de son but, et jouer « direct » lorsqu'elle le récupère plus proche du but adverse.

Heuristique des décisions collectives

Les résultats présentés jusqu'ici s'inspirent de la théorie des jeux « standard ». Une approche empirique – voire inductive – telle qu'utilisée dans cette étude, demanderait d'être approfondie. Elle pourrait en effet s'avérer riche d'enseignements pour les praticiens (entraîneurs et formateurs). La constitution de matrices similaires offrirait de précieux renseignements quant aux stratégies des équipes et aux « situations » les mettant en difficulté, à condition de répéter l'analyse sur un nombre significatif de matches. De même, elles permettraient à chaque technicien d'étudier son propre jeu et ainsi, de voir l'évolution de son équipe sur une saison. Dans ce cadre, nous avons vu qu'une part des décisions collectives prises par les équipes semblent rationnelles au regard de la logique théorique. Tâchons de préciser comment ces choix d'équipes sont réalisés. Pour ce faire, nous pouvons nous appuyer sur le concept d'heuristique. Concernant l'heuristique *Take the First*, qui correspond à « prendre la première intention », elle peut se traduire par une intention collective suivant le comportement du premier porteur de balle tout de suite après la récupération du ballon²⁰⁷. Nous avons identifié quatre comportements possibles : un jeu vers l'avant, un jeu de protection, un jeu latéral et un jeu vers l'arrière. Nous considérons que le jeu vers l'avant correspond à une intention de jeu « directe » alors que les trois autres comportements décrivent une intention de jeu « indirecte ». Les résultats présentés dans la table ci-dessous s'appuient une fois de plus sur l'échantillon comprenant uniquement les phases de transition ($n = 301$).

²⁰⁷ L'heuristique n'est utilisée que pour l'analyse du comportement de l'attaque, puisqu'elle est plus difficilement repérable en défense. Toutefois, nous pourrions envisager de nous appuyer sur le comportement du défenseur le plus proche de ballon lors de la transition : initie-t-il un pressing ? cadre-t-il le porteur ? se replie-t-il ?

Tableau 14 : Répartition des actions de jeu du premier porteur de balle

<i>Jeu offensif</i>	<i>Direct (n = 177)</i>	<i>Indirect (n = 124)</i>
<i>1^{ère} action du porteur</i>		
<i>Jeu vers l'avant</i>	138	51
<i>Jeu de protection</i>	6	9
<i>Jeu latéral</i>	23	27
<i>Jeu vers l'arrière</i>	10	37

Lors des phases de transition 70 % des décisions collectives offensives suivent l'heuristique *Take the First* (TTF) c'est-à-dire la première intention du porteur de balle à la récupération. Plus précisément, cette heuristique représente 78 % des actions de jeu « directes » et 59 % des actions de jeu « indirectes ». Ces résultats soulignent l'importance des actions de jeu lors des toutes premières secondes après une transition, du moins sur le plan offensif. Or, choisir la première intention permet-il de prendre la meilleure décision collective, correspondant à l'heuristique *Take the best* ? Lorsque l'équipe en possession du ballon a choisi TTF, elle a – en moyenne – marqué plus de points ($xT = 3,6$) que lorsqu'elle n'a pas suivi cette heuristique ($xT = 2,8$).

Jugement des experts sur les décisions collectives

Concernant les séquences de transition du match PSG-Lorient ($n = 100$), les experts ont jugé que l'attaque prenait la décision opportune dans 68 % des cas, et 61 % pour la défense. Ces valeurs sont calculées à partir de la correspondance entre le prescrit (jugement des experts) et le réel (actions réalisées). Sur l'ensemble des séquences, les deux équipes étaient proches en termes de choix adaptés : 65 % pour le PSG ; 64 % pour Lorient. Cependant, l'écart était plus visible lorsque nous différencions les séquences de possession. En phase offensive, le PSG obtenait un score inférieur (65 %) à celui de Lorient (71 %). En phase défensive, le rapport s'inversait : 64 % pour le PSG et 58 % pour Lorient. Notons que majoritairement, les deux équipes prenaient des décisions collectives émergentes adaptées, en attaque comme en défense. Ainsi, ces résultats suggèrent que l'empirie valide la théorie.

Résumé des principaux résultats du chapitre IV

- A l'échelle de notre échantillon global ($n = 560$) comprenant les « remises en jeu » et les « transitions en jeu », la situation D.D relevant d'un équilibre de Nash (soit l'issue théoriquement rationnelle) est la plus fréquente (33 %) alors que la situation la moins adaptée (I.I) est la moins observée (14 % ; *idem* pour les transitions).
- La logique est moins claire lorsque l'on se borne aux « transitions » ($n = 301$) puisque l'équilibre de Nash I.D (27 %) est devancé par la situation D.I (33 %). Cette dernière est clairement à l'avantage de l'attaque puisqu'elle marque le maximum de points (4,6) soit une situation dangereuse quasi systématiquement. Les équipes sont moins « rationnelles » – au sens de la théorie des jeux – lors des « transitions » (sous une pression temporelle supérieure).
- Lors des phases de transition la défense aurait toujours intérêt à jouer « direct », c'est-à-dire chercher à récupérer la balle le plus vite possible, en effectuant un pressing par exemple. Quant à l'attaque, elle est face à un véritable dilemme : jouer « direct » pour tenter de maximiser ses gains (si la défense joue « indirect ») au risque de les minimiser (si la défense joue « direct ») ; ou jouer la sécurité en suivant l'équilibre de Nash (I.D). Dans les faits l'attaque opte majoritairement pour la stratégie « risquée » (59 %).
- À la suite d'une « transition en jeu », près d'une action sur trois se conclut par une perte de balle sans progression et 25 % des actions aboutissent au moins à une situation dangereuse.
- Sur les trois matches étudiés, l'équipe fixe du PSG est celle ayant systématiquement utilisé le moins de « jeu direct offensif » mais le plus de « jeu direct défensif ». Parmi les quatre équipes de notre échantillon, elle est donc celle qui a le mieux respecté la logique théorique des décisions collectives pour les transitions.
- Lorsque l'on récupère le ballon proche de son but après une transition en jeu, il semble plus rationnel de jouer indirect pour l'attaque (« surface défensive » et « zone basse »). *A contrario*, dans les « zone médiane » et « zone haute », la logique incite à jouer « direct » en attaque. La défense aurait toujours intérêt à jouer « direct » quelle que soit la zone.
- L'attaque opte pour l'option « rationnelle » en « zone médiane » et « zone haute » mais tend vers la solution risquée en « zone basse ». Du côté de la défense, elle suit la logique théorique dans les zones « basse » (55 %), « médiane » (57 %) et « haute » (53 %) en jouant « direct ». La défense agit rationnellement de façon systématique. Seulement une fois sur deux pour l'attaque.
- Par ailleurs, 70 % des décisions collectives offensives après une transition suivent la première intention du porteur de balle à la récupération (TTF). Cela représente 78 % des actions de jeu « directes » et 59 % des actions « indirectes ». Lorsque l'attaque a choisi TTF, elle a – en moyenne – marqué plus de points ($x_T = 3,6$) que lorsqu'elle n'a pas suivi cette heuristique ($x_T = 2,8$).
- A l'aune du jugement des experts, les équipes prenaient « réellement » des décisions collectives émergentes adaptées (de 58 à 71 %) lors des moments de transition. Des proportions proches de la théorie pour ces mesures situation par situation sur l'échantillon d'un match (PSG-Lorient).

IV. 3) Discussion partielle

Sur le plan méthodologique, évaluer les décisions collectives à l'aune du résultat des séquences de jeu pourrait paraître discutable. Toutefois, puisque les décisions s'expriment par des actions, l'analyse du mouvement humain *in situ* est le moyen fondamental de comprendre la prise de décision (Araújo et al., 2006). A cet égard, la résultante des actions tactiques est imputable – du moins en partie – aux choix collectifs effectués au départ de l'action. Par ailleurs, en comparaison d'études antérieures mobilisant les compétences perceptivo-cognitives à visée décisionnelle en laboratoire, nous nous plaçons dans une perspective écologique, analysant des faits de jeu *in vivo* (Broadbent et al., 2015; van Maarseveen et al., 2018). Outre la portée limitée de notre échantillon en termes de généralisation – ce dont nous nous défendons – une des principales critiques qui pourrait nous être faite concerne l'équipe « stable » sur les trois matches : le PSG. En effet, « sur le papier » il s'agit de l'équipe la plus « forte » des quatre étudiées, voire du championnat²⁰⁸. Or, le propre du sport n'est-il pas justement de faire s'affronter des équipes hétérogènes en termes de niveau, pouvant néanmoins s'imposer face à un adversaire plus coriace ? A cet égard, seules 25 % des rencontres de Ligue 1 lors de la saison 2020/2021 se sont terminées par un match nul. En théorie, l'écart de niveau – ou de performance – est donc chose commune dans les compétitions de football. D'autant que la rareté des buts permet à chaque équipe d'espérer triompher d'un adversaire meilleur qu'elle intrinsèquement. Cette incertitude propre à l'activité renforce la place devant être accordée aux détails de la préparation tactique, notamment concernant les décisions.

L'importance de l'anticipation collective pour décider en équipe

Depuis quelques années, la communauté scientifique a reconnu l'intérêt des recherches sur le sport, en particulier lorsqu'elles s'intéressent à la prise de décision (Raab et al., 2019). Si ces dernières ont pour but de mieux comprendre les pratiquants sportifs et les activités, elles servent aussi de « laboratoire à ciel ouvert » pour de nombreuses théories. Au football, la décision tactique « est non seulement une décision rapide, mais encore une décision sous influences : les joueurs reçoivent des informations (ou des leurres) de leurs partenaires et de leurs adversaires,

²⁰⁸ Sur la saison 2020/2021 l'équipe du PSG est classée 2nde. Bordeaux (12^{ème}), Lorient (16^{ème}) et Dijon (20^{ème}) terminent dans la seconde moitié du classement. Au moment d'effectuer l'analyse, ce classement n'était pas arrêté mais les équipes occupaient des positions similaires à la mi-saison : PSG (2^{ème}), Bordeaux (10^{ème}), Lorient (19^{ème}) et Dijon (18^{ème}).

et doivent prendre en compte leur propres capacités d'action » (Bossard, 2008, p. 24). A ce titre, le joueur qui décide doit lire le jeu, donc anticiper les actions d'autrui. Dans le domaine sportif, l'expert voit les choses différemment du novice et cette différence perceptivo-cognitive affecte la prise de décision (Gobet, 2016). Anticipation et décision sont donc indissociables. Au plan des interactions entre joueurs, une partie de la difficulté réside dans l'anticipation de l'action de son adversaire – mais également de son partenaire – pour prendre une décision tactique dans l'instant. La tâche devient d'autant plus complexe à l'échelle collective. En effet, au niveau de l'équipe, il est nécessaire d'anticiper collectivement avec efficacité l'action adverse pour décider quel type de réponse tactique apporter. Schématiquement, il peut s'agir d'opter pour un jeu direct (rechercher l'opposition) ou indirect (retarder ou esquiver l'opposition). Plusieurs sources d'informations peuvent guider l'équipe :

- Les connaissances sur la logique interne de l'activité : « je sais que dans cette configuration de jeu, il est plus probable qu'une équipe agisse de cette façon » ;
- Les connaissances sur les caractéristiques de l'équipe adverse : « je sais que cette équipe opte souvent pour telle stratégie » ou encore « j'ai remarqué que depuis le début de la rencontre l'équipe adverse adoptait plus régulièrement ce comportement » ;
- Les connaissances portant sur son équipe : « j'ai conscience que mes partenaires risquent d'agir de la sorte » ou bien « l'entraîneur nous a demandé de réaliser tel type d'action dans ce cas de figure » ;
- La lecture de la situation de jeu : « je décèle tels indices m'orientant vers ce choix ».

Prise de décision collective en contexte écologique

Dans le champ sportif, la prise de décision a été étudiée via l'approche *Naturalistic Decision Making* (NDM) ou « prise de décision naturaliste » (Bossard et al., 2022; Kermarrec, 2015; G. Klein, 2008; Nemeth & Klein, 2011). Comme le soulignent Kermarrec et Plassart (2015), ce paradigme a permis d'améliorer la compréhension des mécanismes décisionnels dans des contextes réels, au sein desquels les experts – seuls ou en équipe – identifient et apprécient les situations, effectuent des choix et coordonnent leurs actions.

S'appuyant sur leurs expériences, les experts se focalisent sur les éléments saillants de la situation pour reconnaître les situations prototypiques (Gréhaigne, 2014) et choisir l'option la plus adaptée. Ce modèle, appelé *Recognition Primed-Decision* (RPD), décrit comment les individus utilisent leur expérience sous la forme d'un répertoire de « modèles » ou « schémas » (G. Klein, 2008). Ces derniers :

Décrivent les principaux facteurs de causalité opérant dans la situation. Ils mettent en évidence les indices les plus pertinents, fournissent des attentes, identifient des objectifs plausibles et suggèrent des types de réactions typiques dans ce type de situation. Lorsque les gens doivent prendre une décision, ils peuvent rapidement faire correspondre la situation aux modèles qu'ils ont appris (Traduction libre de G. Klein, 2008, p. 457).

Les tenants de l'approche RPD suggèrent que la prise de décision est un processus de reconnaissance pouvant s'exprimer sur trois niveaux (Bossard et al., 2022; G. Klein, 1993). Au premier plan intervient la *correspondance simple*, qui consiste à reconnaître une situation et associer la première option adéquate. Au niveau supérieur, nous pouvons utiliser le *diagnostic* de la situation, qui permet de se confronter à une situation non familière demandant plus de temps pour s'adapter. Enfin, la décision peut résulter d'un processus de *simulation*, reposant sur l'évaluation consciente du plan d'action en fonction de la situation. Bossard et ses collaborateurs (2022) notent que dans le sport, 60 à 81 % des décisions des experts ont été décrites comme intuitives, en utilisant la *correspondance simple*. Cependant, doit-on systématiquement opposer intuition et rationalité ? Des décisions intuitives peuvent-elles être collectivement rationnelles ?

IV. 3. A) Décisions rationnelles et intuitives

Notre première hypothèse prédisait que : **Les équipes expertes opèrent des choix collectifs rationnels, même sous forte pression spatiotemporelle (a)**. Dans l'optique de vérifier celle-ci, nous avons utilisé une matrice inspirée de la théorie des jeux, afin d'évaluer la qualité des décisions en jeu. Simon (1947/1976) est à l'origine d'une des critiques les plus vives du modèle de décision rationnelle. Il introduit le concept de « rationalité limitée » (Simon, 1956) en vue d'éclairer les processus décisionnels des individus. D'après Simon les organismes s'adaptent de façon satisfaisante (« *satisfice* ») et non optimisée (« *optimize* »). Les choix que font les organismes dépendent de leur environnement²⁰⁹. Ce dernier n'est pas une surface lisse et continue, plutôt un « labyrinthe » où chaque embranchement représente un choix possible.

²⁰⁹ L'environnement selon Simon (1956) n'est pas une représentation physique et objective de ce qui nous entoure, mais dépend des besoins, motivations et objectifs des individus. Ce « monde » perçu est donc fondamentalement orienté par nos intentions.

La plupart des recherches portant sur la prise de décision en contexte réel ont montré que les agents humains s'écartent souvent du comportement rationnel *stricto sensu*, préférant s'orienter vers différentes heuristiques (Colman et al., 2008). Mais qu'en est-il collectivement ? Un collectif peut-il compenser les lacunes comportementales individuelles, comme ce fut le cas pour l'anticipation ?

Nos résultats s'inscrivent dans la conception de la « rationalité limitée » décrite par Simon (1956). En effet l'analyse de notre échantillon global ($n = 560$) met en évidence une forme de *raison collective* capable de se répéter dans la durée : la situation D.D relevant d'un équilibre de Nash (soit l'issue rationnelle) est la plus fréquente (33 %) alors que la situation la moins adaptée (I.I) est la moins observée (14 %). Toutefois, une rationalité totale impliquerait que les équipes choisissent l'action collective optimale dans 100 % des cas. Or, l'analyse des différentes matrices présentées en amont nous indique que les équipes – placées face à l'alternative jeu direct/indirect – ne penchent jamais pleinement d'un côté ou de l'autre (voir Tableau 13). Plus précisément, sur les quatorze rapports collectés, seuls quatre dépassent 60 % d'un côté de la balance, dont une seule fois au-delà de 70 % (77 % pour la défense lors des remises en jeu). Les équipes décident bien de façon *non optimisée* mais *satisfaisante*. D'ailleurs, il est concevable qu'aucun plan optimal n'existe, puisqu'une équipe adoptant toujours le même comportement collectif – même idéal en théorie – serait tout à fait prévisible, donc inefficace.

Les équipes doivent ainsi s'adapter séquence par séquence, en prélevant les indices pertinents dans le jeu, et en s'appuyant sur leur intuition. Les études portant sur l'intuition – comme pour la décision – ont eu tendance à se concentrer sur le niveau individuel. Or, comprendre l'intuition sur le plan collectif entraîne des implications directes pour la prise de décision en équipe (Akinci & Sadler-Smith, 2019). Akinci et Sadler-Smith définissent l'intuition collective « comme un jugement formé indépendamment, basé sur des connaissances, une expérience et une faculté cognitive spécifiques à un domaine, partagé et interprété collectivement » (2019, p. 573 Traduction libre). Pour plusieurs auteurs, l'intuition correspond à une capacité propre aux experts (Raab & Johnson, 2007; Ward et al., 2018; Williams & Davids, 1995). A ce titre, l'expertise collective dont disposent certaines équipes devrait leur conférer une véritable *intuition collective*. Selon l'approche NDM, la prise de décision est considérée comme *intuitive*, lorsqu'elle mobilise des processus rapides et non-conscients, acquis par l'expérience (G. Klein, 2015).

L'intuition, ancrée dans les connaissances et expériences partagées sur un domaine (en l'occurrence celui du football), se différencie d'un processus cognitif souvent opposé bien que complémentaire : la pensée rationnelle et analytique, qui peut se traduire par des délibérations ou concertations sur le plan collectif. Ainsi, la prise de décision *rationaliste* fait référence à des processus relativement lents et conscients, parfois nommés « décision réfléchie » (Mouchet, 2014) ou « conscience réfléchie » (Vermersch, 2000). Dans le domaine sportif, ce système correspondrait à une décision collective prise essentiellement sur la base de communications verbales, offertes par des actions « par vague » comme au football américain ou des « temps-morts » comme au basket-ball. L'articulation de ces deux modalités décisionnelles est une caractéristique de l'expertise et de l'intelligence collective dans les jeux sportifs collectifs (Kermarrec & Bossard, 2017). Si le handball, le basketball ou encore le rugby s'appuient davantage sur une intelligence stratégique (phases arrêtées, jeu programmé et en combinaison), « en football, la performance individuelle et collective repose en grande partie sur la capacité à ajuster ses choix tactiques en cours d'action » (p. 2). En effet, le football ne fournit pas de moments propices aux prises de décisions discutées en équipe²¹⁰, si ce n'est pour les coups de pieds arrêtés²¹¹. De ce fait, la quasi-totalité des décisions collectives sont prises sur le mode intuitif, *a fortiori* lors des phases de transition. Cette première distinction fait écho au point de départ de notre analyse des prises de décision collective : la différenciation entre actions débutant par une « remise en jeu » (faible pression temporelle) ou par un moment de « transition » (forte pression temporelle). La première configuration peut être associée aux processus relativement lents et conscients décrits plus haut. Nous pourrions ainsi nous attendre à des prises de décision « rationnelles » débouchant sur une meilleure efficacité de l'action lors des phases sous faible pression temporelle : remise en jeu du gardien, touche, coup-franc, etc. Or sur notre échelle notationnelle (0 à 10) le score moyen de la matrice des « remises en jeu » est de 3,3 ($n = 259$), très légèrement inférieur aux 3,4 de la matrice des « transitions » ($n = 301$). A ce propos, plusieurs explications peuvent être avancées :

- Soit le type de lancement de jeu n'influe pas sur la qualité des décisions collective ;
- Soit le fait de débiter l'action par une « remise en jeu » ou une « transition » impacte les décisions collectives, mais ce bénéfice est équitablement réparti entre l'attaque et la défense ;
- Soit l'intelligence collective permet de préserver son équilibre en attaque ou en défense, équilibrant les scores lors des transitions.

²¹⁰ La continuité du jeu, la taille du terrain ou encore le nombre de joueurs ne facilite pas ces échanges.

²¹¹ Là encore, ce n'est pas toujours le cas, d'autant que les échanges ne concernent pas l'intégralité de l'équipe.

La première explication ne semble pas envisageable puisque pour l'attaque comme pour la défense, le pourcentage de « choix rationnels » est plus faible lors des « transitions » (41 % / 53 %) que lors des « remises en jeu » (49 % / 77 %). La pression temporelle impacte donc la rationalité théorique des équipes. Par ailleurs, la défense suit plus souvent la logique théorique que l'attaque, cette dernière prenant majoritairement la décision opposée à la logique. La seconde explication paraît également incorrecte au regard de ces résultats. Pourtant lors des phases de transitions, la configuration la plus courante (D.I ; 33 %) est aussi celle la plus favorable à l'attaque. Cette donnée pourrait signifier que l'équipe en possession du ballon met en œuvre une intelligence collective situationnelle lui permettant de prendre des décisions plus adaptées au rapport de force à l'instant t . Ainsi, cela suggère que notre troisième explication est une candidate sérieuse pour expliquer la réussite de l'attaque lors des phases de transition. En effet, contrairement à la défense qui a toujours intérêt à jouer « direct », c'est-à-dire chercher à récupérer la balle le plus vite possible à la suite d'une transition, l'attaque est face à un véritable dilemme : jouer « direct » pour tenter de maximiser ses gains (si la défense joue « indirect ») au risque de les minimiser (si la défense joue « direct ») ; ou jouer la sécurité en suivant l'équilibre de Nash (I.D). Dans les faits l'attaque opte majoritairement pour la tactique « risquée » (59 %) à bon escient, ce que nous pourrions qualifier de comportement collectivement intelligent puisqu'elle le fait de façon adaptée. Plus précisément, l'attaque tend vers la solution risquée en « zone basse », lorsque la défense est particulièrement exposée dans la profondeur. Dans la « zone médiane » et la « zone haute », là où une perte de balle est moins critique, l'attaque opte majoritairement pour l'option rationnelle. Si la défense agit selon la logique théorique de façon systématique, il semble qu'elle adapte de façon moins efficiente ses décisions collectives à la situation. D'ailleurs le jugement des experts – sur le match PSG-Lorient – renforce cette supposition : 68 % de décisions collectives adaptées en attaque, 61 % en défense.

Cette logique propre à la théorie des jeux – l'équilibre de Nash – constitue une des manifestations possibles de la rationalité, puisqu'il s'agit d'une situation (une combinaison de stratégies ou tactiques) pour laquelle aucun des joueurs ne pourrait tirer de bénéfice s'il s'écartait unilatéralement. A ce propos, Colman et ses collaborateurs (2008) soulignent que si un jeu n'a qu'un seul équilibre de Nash, alors les joueurs rationnels sont tenus de le choisir – selon la théorie des jeux – car c'est la seule façon pour eux de jouer tous les deux des stratégies de « meilleure réponse ». Dans leur étude, les auteurs montrent que la majorité des joueurs (individus) choisissent l'option collectivement rationnelle.

Au football, où les interactions font émerger une décision collective, nos résultats tendent à montrer que les équipes sont capables d'opérer des choix rationnels, optimisant leurs gains, mais que cette rationalité est limitée. Nous l'évoquons en amont, si la rationalité était totale, alors les équipes opteraient systématiquement pour l'équilibre de Nash mais seraient totalement prévisibles. Or, l'absence d'incertitude est clairement préjudiciable dans une opposition basée sur la répétition simultanée d'actions comme au football. Prenons l'exemple d'une équipe usant quasi systématiquement – du moins pour une très large proportion – d'un « jeu offensif indirect » quelle que soit la situation²¹². La stratégie de son adversaire serait particulièrement simple à mettre en œuvre, le « jeu direct » en phase défensive étant la meilleure option face à cette équipe. En alternant les stratégies, l'équipe en attaque se donne la possibilité de maximiser ses points, donc d'obtenir plus de situations dangereuses. Ce faisant, nous pouvons également considérer que ce comportement d'alternance – jouant sur l'incertitude – est « empiriquement rationnel ». *In fine*, un des rôles de l'entraîneur est d'analyser le jeu de son adversaire pour adopter une stratégie adéquate. La méthode d'analyse que nous avons utilisée pourrait servir de support aux coachs souhaitant optimiser le rapport jeu direct/indirect en fonction de leur opposant. A cet égard, Pierre Miralles (un des co-fondateurs de *Footovision*) souligne que Pep Guardiola – reconnu pour être l'un des entraîneurs les plus performants de ces dernières années – est un très grand utilisateur de données. Guardiola :

A une idée de jeu très nette, très marquée, basée sur la possession et il utilise les données pour minimiser ses risques. Sur un match, cela ne vous garantit pas de gagner. Sur un match seul, les données ne vous font pas gagner la partie. Mais sur une saison elles peuvent vous aider à gagner un championnat. C'est la loi des grands nombres : si les données vous aident à réduire vos risques, la répétition jouera en votre faveur et votre approche sera payante à long terme (entretien pour le Webzine Variances²¹³).

D'ailleurs, Guardiola est un entraîneur connu pour exploiter – parfois à l'excès – le jeu indirect, y compris lors des transitions. Or, c'est précisément la logique rationnelle mise en avant par nos résultats, du moins sur un échantillon de matches du championnat de France, puisqu'un effet de « culture tactique » propre au pays est envisageable. Toutefois en cours de jeu, face à la pression temporelle résultant de la dynamique de l'opposition, ce sont les joueurs qui réalisent des choix et l'entraîneur ne peut décider à leur place.

²¹² A titre d'illustration, plusieurs équipes ont fait de ce principe une réalité depuis le début du siècle. L'exemple le plus frappant étant probablement la sélection nationale espagnole, auréolée de succès de 2008 à 2012, mais peinant à se réinventer depuis.

²¹³ <https://variances.eu/?p=6038>

IV. 3. B) Heuristiques et décentralisation des décisions

Suivant notre seconde hypothèse, nous avançons que : **La capacité à décider collectivement n'est pas influencée par un joueur particulier de l'équipe, mais découle d'un mode de fonctionnement décentralisé (b)**. En cela, la prise de décision collective est considérée comme distribuée au sein de l'équipe, reposant sur des heuristiques complémentaires.

Littéralement, l'heuristique est « l'art d'inventer, de faire des découvertes » en résolvant des problèmes à partir de connaissances incomplètes (Gigerenzer & Brighton, 2009). Il s'agit donc de décider, dans l'instant, et de soumettre une solution à un problème dont on ne connaît pas la solution. En cela, une heuristique adaptée et finalisée rejoint la définition de l'intelligence puisqu'elle considère le système cognitif comme une « boîte à outils adaptative » (Gigerenzer et al., 2011). Parmi les multiples heuristiques pouvant être convoquées (Cf. Raab & Gigerenzer, 2015), *Take the Best* (TTB) est un modèle de la façon dont les individus décident en déduisant quel indice²¹⁴ a la valeur la plus élevée sur un critère, en se basant sur des *valeurs objectives*. « La validité de l'indice indique la proportion de choix corrects par rapport à tous les choix si cet indice spécifique est utilisé » (traduction libre de Raab, 2012, p. 108). Concrètement, les xT pourraient permettre aux équipes de concevoir leur stratégie en fonction de l'adversaire, selon le nombre de points mesurés en moyenne pour chaque action. D'autres heuristiques ont été associées au domaine du sport (voir Raab, 2012), ou pourraient l'être à l'avenir en particulier au sein d'activités collectives : citons l'heuristique *Imitate the Majority* (suivre le groupe et faire comme la majorité) ou encore *Hot Hand* (choisir la solution la plus efficace sur les derniers essais). Notons qu'une heuristique n'est pas intrinsèquement bonne ou mauvaise, précise ou inexacte : son efficacité dépend toujours du contexte. En cela, il faut se demander quelle heuristique est adaptée à la situation. Dans les situations dynamiques, complexes et incertaines que l'on retrouve au football, les *heuristiques simples* sont les plus efficaces. Elles s'appuient sur un meilleur compromis précision/effort, réduisant les coûts cognitifs sans pour autant diminuer la qualité des réponses. Aussi appelées *Fast and Frugal* (FF) *Heuristics* (Bennis & Pachur, 2006; Raab & Gigerenzer, 2015) elles correspondent à des modes de prise de décision impliquant une quantité limitée de recherche. Elles s'approchent ainsi du cadre de la NDM (G. Klein, 2008), même si Klein (2015) précise que pour les heuristiques FF l'intuition est à usage général, donc accessible aux novices.

²¹⁴ Pour exemple, le porteur de balle choisissant à qui il va transmettre le ballon par une passe peut s'appuyer sur les indices suivants : distance du coéquipier, proximité de celui-ci à un adversaire et au but, etc.

En revanche, les partisans de la NDM attribuent cette capacité aux experts ayant accumulé des milliers de schémas et d'expériences vicariantes (Klein, 2015). Nous souscrivons à ce dernier point de vue concernant les rapports entre intuition et expertise (*cf.* Annexes II.H.3-4).

Sous pression temporelle, les experts ont tendance à ne pas « délibérer » entre les possibilités mais à trancher rapidement en faveur de la première option satisfaisante : « faisant confiance à leur intuition ». Ce mode de décision correspond à l'heuristique *Take the First* (TTF). Selon TTF (J. G. Johnson & Raab, 2003), les options sont générées de manière successive et leur qualité décroît pour chaque nouvelle proposition. Ainsi, un joueur devrait choisir la première option car elle représente probablement la meilleure décision : le vocabulaire des jeux sportifs collectifs évoque souvent le « jeu en première intention ». A l'échelle de l'équipe, TTF pourrait correspondre au choix du porteur de balle à la suite d'une transition en jeu, principalement parce que celui-ci est au cœur de l'action et de l'attention. Il est vrai que cette décision n'est pas *collective* à proprement dit, cependant le joueur agit en fonction de sa lecture de la situation, il est donc influencé par les actions et décisions d'autrui en même temps qu'il les influence (Araújo et al., 2015). En effet, puisque ses coéquipiers ont majoritairement le regard porté sur lui, la première intention collective découle – en partie – de son choix (notamment entre jeu « direct » et « indirect »).

Les recherches initiales sur TTF ont montré que la première option était choisie dans plus de 60 % des cas par des joueurs de handball confrontés à des vidéos de séquences d'attaque (J. G. Johnson & Raab, 2003; Raab & Johnson, 2007). Depuis, Hepler et Feltz (2012) ont testé la validité de TTF sur des joueurs de basketball, demandant aux participants de générer verbalement des options avant de prendre une décision sur ce qu'ils allaient faire. Les chercheurs notent que les joueurs ont utilisé TTF dans la majorité des essais (70 %) et que les options générées en premier étaient meilleures. Nos résultats montrent que sur le plan collectif, les équipes en phase d'attaque ont eu largement recours à l'heuristique TTF (70 %) lors des transitions. Par conséquent, les sportifs experts ont tendance à mettre en œuvre la première option satisfaisante y compris en contexte « réel » (Araújo et al., 2019). Ce mode de décision fut plus largement utilisé lorsque la décision offensive collective se portait sur un « jeu direct » (78 %) plutôt qu'un « jeu indirect » (59 %). Une telle différence peut résulter du type d'action réalisé lors d'un jeu direct : des changements de direction et des accélérations. Ces mouvements sont plus facilement repérables en *vision périphérique*, particulièrement sollicitée dans les jeux sportifs collectifs (Mahlo, 1974) et plus développée chez les experts (Roca et al., 2013; Williams & Jackson, 2019b).

Notons avec intérêt que le choix de suivre la première intention fut bénéfique puisque l'équipe en attaque marquait en moyenne davantage de points en optant pour TTF (3,6) qu'en refusant cette heuristique (2,8). Cette donnée suggère que l'option TTF correspond souvent à TTB puisqu'elle permet d'augmenter son xT en moyenne. Toutefois, la relation de cause à effet n'est pas évidente. Le premier choix est-il réellement « le meilleur » compte tenu de la situation ? Où est-ce le fait de décider rapidement tout en se coordonnant qui influence le jeu en sa faveur ? En premier lieu, il paraît logique qu'une rupture de coordination des décisions entre le premier porteur de balle et le reste – ou une partie significative – de l'équipe débouche sur la perte d'un avantage situationnel lors des premières secondes d'une transition. En d'autres termes, ne pas suivre le comportement du joueur en possession du ballon au moment où l'équipe adverse n'est pas ou peu organisée ne permet pas de conserver l'initiative offensive. Une telle réorganisation de l'attaque est bénéfique à la défense. A l'inverse, en particulier lors des actions de jeu « directes » comme la *contre-attaque* (Bossard, 2008), l'équipe qui se coordonne offensivement avec son porteur de balle à la suite d'un jeu vers l'avant a tendance à conserver un temps d'avance déterminant. Il s'agit là d'exploiter un retard défensif ou un déséquilibre tactique. S'agissant de la défense, Kermarrec et Bossard (2017) précisent que le choix de la première option est moins fréquent (entre 46 et 60 %). S'il n'est pas aisé d'identifier l'initiative de l'action collective, certains comportements pourraient s'y prêter, notamment le *pressing*. Le comportement du défenseur proche du ballon à la perte de balle (venir « harceler le porteur » ou « rester en place ») et la réaction de l'ensemble de l'équipe pourraient s'avérer pertinents. Se pose alors la question de la position de ce joueur et du ballon par rapport au *bloc équipe*.

Quoi qu'il en soit, les équipes expertes devraient suivre leur « première intention » lors des phases de transition. Agir dans l'instant s'avérait *in fine* être une *décision rationnelle et intelligente* puisqu'efficace et adaptée, *a fortiori* lorsque TTF se traduisait par un « jeu direct » (3,9).

IV. 3. C) Comment le groupe permet de choisir la meilleure option ?

Concernant ce chapitre, notre dernière hypothèse prédisait que : **Les équipes qui dominent l'opposition sont celles qui prennent les meilleures décisions collectives (c)**. Réaliser des choix plus efficaces est en effet signe d'intelligence au plan individuel comme collectif.

Pour certains auteurs, un mode de décision collectif permet de prendre de meilleures décisions (Blinder & Morgan, 2000). Blinder et Morgan ont montré en laboratoire que des équipes de cinq membres étaient plus performantes lorsqu'il s'agissait de prendre des décisions dans des tâches purement cognitives. Étudiant des groupes de 3 à 8 personnes, Michaelsen et ses collaborateurs (1989) ont comparé les performances décisionnelles individuelles et collectives d'étudiants dans la résolution de problèmes et la conduite de projets. Les résultats montrent que les collectifs ont surpassé leur membre le plus compétent 97 % du temps. Par ailleurs, 40 % du gain en performance ne pouvait être expliqué par les scores moyens ou ceux du membre le plus compétent du collectif. En accord avec ces résultats, Petit et Bon (2010) affirment que les groupes ont plus de chances de prendre les bonnes décisions lorsqu'ils s'appuient sur le collectif que lorsqu'ils se rangent derrière le choix d'un seul individu. Ce qui n'empêche pas les groupes de faire un mauvais choix ou de manquer de flexibilité. Pour autant, aucune de ces études ne s'aventurait sur le terrain du sport. Dans ce domaine, Roca et ses collaborateurs (2011) ont montré que les joueurs experts²¹⁵ prenaient en moyenne 81 % de bonnes décisions dans une tâche simulée en laboratoire. Même si le matériau s'appuyait sur du jeu à 11 contre 11, l'expérience n'incluait que 20 séquences vidéo prises en vue à la première personne d'un défenseur central, limitant ainsi la représentativité de l'échantillon compte tenu de la complexité du jeu. Dans une méta-analyse, Travassos et ses collaborateurs (2013) avancent que l'expertise s'exprime plus aisément lors des tâches réelles s'approchant de la complexité de l'activité. Les auteurs soulignent notamment que le « type de réponse » demandé et le « mode de présentation du stimulus » sont déterminants dans l'analyse de la prise de décision. D'autre part, les recherches s'intéressant à la prise de décision des sportifs experts se bornent à l'échelle individuelle, à visée comparative ou formative.

Notre étude a permis de franchir le pas vers l'analyse des décisions prises en équipe. A cet égard, une partie des décisions émergentes était « rationnelle », ce que nous avons souligné en amont. Toutefois, les équipes victorieuses font-elles de meilleurs choix ? Sur les trois matches étudiés, l'équipe fixe du PSG (deux victoires et un match nul) est celle ayant le plus respecté la logique théorique des décisions collectives pour les transitions. Elle a systématiquement utilisé moins de « jeu direct offensif » mais plus de « jeu direct défensif » que ses adversaires. Si l'on classe les équipes²¹⁶ selon le pourcentage de choix collectifs adaptés, le PSG occupe les trois premières places concernant la proportion de JIO (58 ; 44 ; 41) et de JDO (68 ; 56 ; 56).

²¹⁵ L'étude portait sur 5 semi-professionnels et 5 professionnels.

²¹⁶ Le PSG est alors présent trois fois sur les six équipes issues des matches étudiés.

Sur ce plan, l'équipe du PSG prend donc de meilleures décisions. Toutefois, il est possible de détailler davantage cette supériorité dans une perspective situationnelle. Cette équipe a-t-elle pris de meilleures décisions en tenant compte des configurations de jeu ? Rappelons que pour maximiser ses gains, l'équipe doit se trouver plus régulièrement dans la situation D.I en attaque et D.D en défense. Concernant D.I, le PSG occupe les deux premiers rangs en attaque (37 et 36 %) et le dernier en défense (24 % ; il s'agit d'avoir le pourcentage le plus faible). Pour D.D, le PSG se place aux trois premiers rangs en défense (37 ; 36 ; 31) largement devant le quatrième (23 %). De même en attaque, le PSG a su minimiser la situation la plus défavorable (D.D), occupant les trois dernières places (16 ; 19 ; 23) distançant une fois de plus le quatrième (31 %). La focale effectuée sur cette équipe montre d'ailleurs qu'elle présentait un pourcentage de « bons choix collectifs » élevé (65 %, à partir du jugement des experts). Cette proportion était supérieure à celle de son adversaire (Lorient), mais seulement en défense.

Parmi les équipes de notre échantillon, elle est celle qui a pris les décisions les plus intelligentes collectivement, car elles lui ont permis de se trouver dans les situations les plus favorables. Sans toutefois pouvoir généraliser ces constats, quelques données sont notables : l'équipe de DIJON est celle présentant les pourcentages les plus faibles pour D.I en attaque (24) alors qu'il est nécessaire de maximiser cette situation ; tout en obtenant ceux les plus élevés pour D.D en attaque (37) alors qu'il s'agit cette fois de minimiser cette proportion. D'ailleurs, l'équipe de DIJON a concédé la défaite la plus large de notre échantillon (4-0) et a terminé le championnat à la dernière place (20^{ème}). Ces quelques résultats, s'ils ne peuvent expliquer à eux seuls la victoire ou la défaite d'une équipe, semblent indiquer que les décisions collectives intelligentes jouent un rôle dans l'issue des matches. Toutefois, un échantillon plus large est requis pour conforter ces présomptions.

Si les décisions collectives influencent le résultat d'un match, quels sont les facteurs déterminant ces dernières ? Kermarrec et Bossard (2014) avancent que la prise en compte des forces et faiblesses des coéquipiers/adversaires ou des stratégies communes concerne une part négligeable de l'aide à la décision (6 % seulement dans leur étude). Il s'agit là d'un « arrière-plan » pouvant renvoyer au *référentiel commun ancré*. En revanche, les informations représentaient 44 % des unités de sens recueillies lors des entretiens. Celles-ci correspondent aux indices – considérés comme – pertinents récoltés par les joueurs : les actions et positions des adversaires, des coéquipiers et de la balle.

Correctement déchiffrés, ces indices permettent également d'anticiper l'action, ce qui constitue un prérequis essentiel à la prise de décision. Une mauvaise anticipation peut conduire à un choix inadapté à la situation. En outre, l'influence d'autrui – partenaires et adversaires – tient un rôle déterminant dans la prise de décision collective.

L'importance du rapport de force

Gréhaigne et ses collaborateurs (2001) soulignent plusieurs facteurs influençant la prise de décision. Si la *stratégie collective* décidée en amont, ou bien le *réseau de compétences* en cours de jeu déterminent pour part les choix individuels et collectifs, le *rapport de force* joue également un rôle majeur. Ce dernier évolue avec les perturbations du jeu (Gréhaigne et al., 2011), contraignant les possibilités d'action donc de décision. A ce titre, la capacité d'une équipe à le « renverser » et le « maintenir » est une manifestation de l'intelligence collective. Au football, jouer intelligemment signifie prendre la bonne décision collective – sur la base d'une anticipation cohérente – au bon moment afin de coordonner ses actions, mais également appliquer avec efficacité la solution choisie. Pour cela, il est nécessaire non seulement de coordonner l'anticipation et la décision, mais aussi l'action. Pour l'anticipation comme la décision, la précision est déterminante mais non suffisante.

En effet, dans les situations de crise temporelle il est nécessaire qu'une décision soit prise rapidement même si elle n'est pas « optimale » (Ross-Gillespie & Kümmerli, 2014). Ce compromis entre *rapidité* et *précision* s'applique également à la prise de décision collective. Dans le domaine sportif comme pour tous les contextes dynamiques et incertains, la vitesse est critique pour la performance (Gréhaigne et al., 2001). En parallèle de la logique des décisions collectives, leur vitesse est probablement aussi déterminante et repose sur la capacité des équipes à se coordonner pour ne pas « être coupées en deux ». Autrement dit, sont-elles capables de s'entendre rapidement sur la tactique à adopter et se coordonner pour prendre un temps d'avance sur l'adversaire ?

Synthèse du chapitre IV :

La prise de décision est un élément déterminant pour la performance sportive. A l'échelle de l'équipe, les décisions collectives peuvent porter sur le type d'action à mettre en œuvre. Pour choisir, l'équipe s'appuie sur sa capacité à lire le jeu, à anticiper collectivement, pour apporter une réponse adaptée. L'alternative entre « jeu direct » et « jeu indirect » est une des situations de décision auxquelles sont confrontées les équipes de football. Ce dilemme tactique se présente constamment durant un match, se répétant de séquence en séquence, pour l'attaque comme pour la défense. Toute la difficulté réside dans l'évaluation partagée de la configuration de jeu pour faire émerger une décision collective. En outre, s'il y a – une trop grande – divergence au sein de l'équipe, cette dernière est coupée en deux, laissant l'avantage à son adversaire. Ce constat s'illustre particulièrement lors des phases de transition, durant lesquelles les équipes sont particulièrement vulnérables. A cet égard, les décisions collectives adaptées mettent en évidence une composante de l'intelligence collective tactique.

S'inspirant du cadre de la théorie des jeux, nous avons pu mettre en lumière la capacité des équipes à prendre des décisions adaptées dans les premiers instants suivant une transition. L'échantillon de trois matches professionnels étudiés permet de suggérer une forme de rationalité dans les équipes de football. Cette rationalité était « limitée » (Mouchet, 2005), puisque les équipes ne suivaient pas à coup sûr la logique théorique (ce qui aurait été surprenant). Autrement dit, les décisions collectives prises sous pression spatiotemporelle sont adaptées séquence par séquence, en fonction des indices pertinents prélevés dans le jeu. Les difficultés relatives aux communications verbales en cours d'action obligent les joueurs à s'appuyer sur leur intuition (Kermarrec & Bossard, 2017), une capacité propre aux experts. Au plan collectif, cette intuition est décentralisée, bien que le porteur de balle puisse influencer l'action de ses partenaires. En effet, notre étude a montré qu'en situation d'attaque, les joueurs avaient tendance à suivre l'intention du premier porteur de balle, se coordonnant avec lui dans la majorité des actions pour faire émerger le comportement collectif. Cette heuristique décisionnelle, également démontrée à l'échelle individuelle (J. G. Johnson & Raab, 2003; Raab & Johnson, 2007), conduit l'équipe à de meilleurs résultats. Ainsi, la première intention serait fréquemment la bonne, ou du moins permettrait de se coordonner rapidement pour exploiter le déséquilibre adverse. Ce constat souligne l'importance d'une anticipation collective adaptée *in situ* pour faire émerger une décision d'équipe efficiente, et renforce l'importance de l'entraînement tactique (Bouthier, 2016).

D'autre part, ce travail conforte la pertinence de la théorie des jeux pour éclairer les phénomènes sportifs. En rapprochant ce cadre « du terrain », les perspectives qui s'ouvrent sont fécondes : modélisation de la logique interne de l'activité ; analyse du jeu de l'équipe ou de ses adversaires ; évaluation de l'intelligence tactique individuelle/collective et observation de son évolution, etc. Autant de fenêtres ouvertes sur l'avenir de l'optimisation des performances pour les entraîneurs à haut-niveau.

Chapitre V : De la coordination collective

Ce chapitre s'inscrit dans la perspective d'un *collectivisme méthodologique* (Saury, 2015), se focalisant sur le niveau macroscopique de l'activité collective. En particulier, « il s'agit d'appréhender les formes globales qu'elle produit, qui présentent des dimensions interactionnelles mais également matérielles et spatio-temporelles, dont il est possible de caractériser la stabilité (ou l'instabilité) et/ou la viabilité dans des situations données » (p. 25). Comme le souligne Saury, certains *patterns* collectifs sont couramment mis en évidence dans les sports collectifs. C'est le cas des motifs géométriques dessinés par l'espace de jeu effectif, de la dynamique des configurations de jeu (Gréhaigne, 2007), des centres de gravité de chaque équipe ou encore de leur coefficient d'expansion (Bourbousson et al., 2010b). Ces différents motifs sont associés à la notion de coordination (Bartlett et al., 2012).

De façon générale, la coordination représente tout comportement des membres d'un groupe qui n'est pas une distribution aléatoire dans l'espace et/ou le temps (Ross-Gillespie & Kümmerli, 2014). Les études portant sur la coordination peuvent s'illustrer à différentes échelles (Bourbousson & Sève, 2010a), mais ont en commun l'analyse de synchronicité des éléments du système en articulant des données de position avec une dimension temporelle. La coordination peut être *intra-personnelle*, *extra-personnelle* ou *interpersonnelle*. Dans ce travail c'est à cette dernière que nous faisons référence. La coordination interpersonnelle « repose sur l'adaptation dirigée vers un but de plusieurs individus à des contextes de jeu situationnels » (traduction libre de Steiner et al., 2017, p. 9). Cette description correspond trait pour trait à la définition de l'intelligence collective que nous avons formulée dans le chapitre II. Aussi, pour être qualifiée d'interpersonnelle la coordination doit : décrire un phénomène social impliquant deux personnes ou plus, se produisant durant une interaction simultanée en face à face, émerger rapidement et spontanément (Cornejo et al., 2017). Plus précisément, nous pouvons distinguer la coordination *dyadique* de la coordination *collective*. Cette dernière impliquant plus de deux individus : c'est le cas dans les équipes de football.

Plusieurs auteurs mettent en exergue les liens entre coordination collective et performance d'équipe (Gorman, 2014; S. Steiner et al., 2017). Or d'après Gudmundsson et Horton (2016), les performances de l'équipe ne peuvent être entièrement analysées si l'on ne tient pas compte des mouvements et des interactions de tous les joueurs en tant que collectif interdépendant. En

effet selon Balague et ses collaborateurs, parmi les indicateurs d'une coordination collective adaptée appliquée aux équipes sportives, le fait de se déplacer ensemble, « comme une volée d'oiseau », illustre les connaissances empiriques des entraîneurs de football (2013, p. 4). Les entraîneurs décrivent souvent ce mouvement d'ensemble comme un objectif, puisqu'il illustre la fluidité du jeu collectif (Silva et al., 2016). Le choix de mesurer les mouvements des joueurs en termes de vitesse et de direction s'inscrit ainsi dans une perspective ancrée « sur le terrain ». Le documentaire portant sur l'intelligence collective dans les équipes de football (Ribot, 2006) insiste d'ailleurs largement sur ce point.

Dans l'étude que nous présentons, nous mettons en avant deux variables permettant d'analyser la coordination des joueurs de champ en termes de déplacements : la *vitesse instantanée* et le *coefficient angulaire*. Il s'agit de vérifier si – à l'instar des mouvements coordonnés caractéristiques de l'intelligence collective en essaim (bancs de poissons, nuées d'oiseaux, etc.) – les joueurs coordonnent leurs courses et dans quelle mesure ils y parviennent. Nous nous demandons également à quel point et dans quelles conditions cette coordination peut être bénéfique pour l'équipe. A cette fin, nous rappelons les trois hypothèses portant sur la coordination collective :

- (a) Les équipes coordonnent leurs mouvements (vitesse et direction) à des niveaux élevés ;**
- (b) Sur ce plan, la coordination diffère selon le statut offensif ou défensif de l'équipe, et selon le type d'action de jeu ;**
- (c) La capacité à coordonner ses mouvements permet d'être plus efficace en défense comme en attaque.**

V. 1) Méthodologie spécifique

L'ensemble des données brutes ont été fournies par *Footovision*® dans le cadre d'une collaboration de recherche scientifique. Nous avons présenté cette entreprise spécialiste des *Big Data* du football dans la section « Méthodologie spécifique » du chapitre précédent.

V. 1. A) Échantillon de données brutes

Les données concernent les trois matches de Ligue 1 analysés dans le chapitre IV (se reporter au Tableau 11). Pour chacun de ces matches, *Footovision*® nous a transmis un fichier contenant les données brutes issues de leur serveur informatique. La technologie utilisée produit 25 informations par seconde et par joueur, concernant sa *position sur le terrain*, sa *vitesse instantanée* (m/s) et son *accélération* (m/s²). Elle agit comme le ferait un capteur GPS directement porté par le joueur. Les données d'accélération ne sont pas présentées dans cette étude, mais sont décrites dans l'annexe V.F. En raison de la quantité de données brutes produites, nous avons fait le choix de restreindre la fréquence des informations à cinq hertz (Hz), soit cinq « lignes de données » par seconde (contre vingt-cinq initialement). En divisant par cinq cette quantité²¹⁷, nous souhaitons faciliter le traitement des données tout en conservant une précision plus qu'acceptable²¹⁸ (une ligne d'information tous les deux dixièmes de seconde).

Initialement, chaque ligne d'information brute est codée²¹⁹ selon un schéma précis : i) le « numéro d'image » (*frame*) correspondant à l'ordre d'enregistrement des données dans le temps ; ii) la mi-temps concernée (*halftime*) ; iii) le code d'identification de l'équipe (*team_id*) ainsi que iv) le code d'identification du joueur « portant l'information » (*player_id*) ; v) ses coordonnées spatiales (x et y) ; vi) sa vitesse instantanée (*speed*) et vii) son accélération à l'instant *t* (*acceleration*).

En parallèle, *Footovision* enregistre les actions de jeu individuelles et collectives (passes, tirs, contre-attaque, etc.), à l'aide d'un algorithme de reconnaissance basé sur une technologie de *machine learning*. Ces données n'ont pas été utilisées dans la présente étude.

²¹⁷ Ce qui ramenait la quantité à plus de 600 000 lignes, soit un peu moins de 30 000 par joueur.

²¹⁸ Dans des études similaires, les chercheurs ont fixé ce réglage à 10 Hz (Bartlett et al., 2012; Duarte et al., 2013).

²¹⁹ Cf. Annexe V. A (Figure V.1).

V. 1. B) Procédure de transformation des données

Face à cette masse considérable de données, une première étape a consisté à mettre en forme ces dernières afin de pouvoir les traiter par la suite. Les mêmes procédures ont été reproduites pour chacun des matches analysés. Nous avons commencé par « séparer » les informations concernant les deux équipes en filtrant le *Team_id*. Puis nous avons réitéré l'opération à l'aide du *Player_id* afin d'isoler les données de chaque joueur²²⁰. A ce stade, il était nécessaire de reconstruire « le cours du jeu » à partir des *frames*, sans dissocier les informations des mi-temps. En vue de reconstruire la continuité des données, nous avons attribué à chaque *frame*²²¹ le « temps de jeu » correspondant, par palier de deux dixièmes de seconde. Puis, nous avons simplement rétabli l'ordre « réel » des *frames* dans une trame commune. Pour autant, un point d'attention particulier fut nécessaire concernant les joueurs « entrants » et « sortants ». En effet, lors des remplacements effectués par les entraîneurs, il s'agissait de placer chaque nouveau joueur dans la trame commune, en s'assurant de la correspondance des *frames*. A ce propos, un premier fichier place les joueurs entrants dans des colonnes « à part » et un second les intègre en continuité des joueurs qu'ils remplacent (à l'instar de Duarte et al., 2013), conservant dix colonnes de données (voir Annexe V.A : Figure V.2). D'autre part, en fonction du système de jeu annoncé par le coach en début de match, une catégorie de poste (défenseur, milieu ou attaquant) a été attribuée à chaque joueur. Néanmoins, nous avons conscience que celle-ci ne reflète pas toujours le positionnement effectif du joueur sur le terrain, *a fortiori* lorsqu'une réorganisation tactique est opérée.

Par la suite, nous avons repris le codage²²² des séquences de jeu utilisé au chapitre IV et l'avons intégré à cette trame, en veillant au respect des bornes temporelles. Une fois cette trame reconstituée pour l'ensemble des catégories de données brutes (vitesse et position), l'étape suivante consistait à produire les informations suivantes concernant les mouvements des joueurs : leur *vitesse* et leur *direction* à chaque instant.

²²⁰ Suivant les recommandations de certains auteurs (Duch et al., 2010; Silva et al., 2016), nous avons choisi de ne pas conserver les données des gardiens de but : ces derniers n'étant que peu impliqués dans la coordination des déplacements sur le terrain. Toutefois, nous ne nions en aucun cas leur importance dans la dynamique du jeu.

²²¹ En l'état initial, le premier *frame* de la seconde mi-temps recommençait à 0, ne facilitant pas le traitement des données.

²²² Ici en version « simplifiée » : 1PSGFCGB28 (1^{ère} mi-temps du match PSG/FCGB, séquence n°28).

Concernant la vitesse instantanée (V_i), le matériau brut indiquait déjà les informations que nous souhaitions, sans qu'aucune manipulation ne soit nécessaire. *A contrario*, la direction de déplacement des joueurs n'était pas donnée telle qu'elle, seulement leur position dans un espace à deux dimensions²²³. Dans un premier temps, nous avons donc calculé l'angle du vecteur directionnel entre la position du joueur à t et t^{+1} , en utilisant le *produit scalaire*. Cependant, nous avons souhaité traduire l'angle en une nouvelle valeur appelée *coefficient angulaire*, compris entre -1 et 1. D'une part, le coefficient angulaire (Ca) simplifie la représentation des valeurs puisque chaque intervalle de 0,1 correspond à 9 degrés d'un cercle. D'autre part, chaque intervalle est symétrique de gauche à droite, mais de signe contraire de « haut » en « bas ». A titre d'illustration la direction d'un joueur courant vers le but adverse dans l'axe du terrain correspond à un coefficient angulaire égal à 1 (- 1 s'il se dirige vers son propre but). Nous détaillons les valeurs du demi-cercle supérieur (positif) dans le tableau ci-dessous.

Tableau 15 : Intervalles du coefficient angulaire

Coefficient Angulaire	Angle en degré	
	Droite →	← Gauche
1	[85,5 ; 90,0]	[90,0 ; 94,5]
0,9	[76,5 ; 85,5]	[94,5 ; 103,5]
0,8	[67,5 ; 76,5]	[103,5 ; 112,5]
0,7	[58,5 ; 67,5]	[112,5 ; 121,5]
0,6	[49,5 ; 58,5]	[121,5 ; 130,5]
0,5	[40,5 ; 49,5]	[130,5 ; 139,5]
0,4	[31,5 ; 40,5]	[139,5 ; 148,5]
0,3	[22,5 ; 31,5]	[148,5 ; 157,5]
0,2	[13,5 ; 22,5]	[157,5 ; 166,5]
0,1	[4,5 ; 13,5]	[166,5 ; 175,5]
0	[0 ; 04,5]	[175,5 ; 184,5]

Au-delà de 184,5°, les valeurs du coefficient angulaire continuent mais prennent une polarité négative. Pour exemple, un déplacement horizontal vers la gauche (entre 175,5° et 184,5°) ou

²²³ Quelle que soit la mi-temps, les axes étaient toujours orientés de la même façon.

vers la droite (entre $355,5^\circ$ et $04,5^\circ$) correspond à un coefficient angulaire de 0 (cf. Annexe V.B). Bien que plus « approximatif » par rapport à l'angle calculé initialement, le coefficient angulaire permet de visualiser les directions des déplacements tout en conservant une certaine précision²²⁴. En effet l'échelle d'un degré ne nous paraît pas adaptée à l'analyse des corrélations, car bien trop « fine » pour signifier une véritable coordination des déplacements. Par ailleurs, le choix d'associer une même valeur à un déplacement d'angle équivalent à droite et à gauche peut se justifier au regard de la variété des coordinations pouvant se produire en cours de jeu. Nous faisons référence à « la respiration du bloc » (Ribot, 2006), ce dernier pouvant :

- Se contracter : resserrement de l'espace de jeu effectif de l'équipe, produit par des mouvements vers le centre du jeu (centripète) ;
- Se dilater : agrandissement de l'espace de jeu effectif de l'équipe (expansion), produit par des mouvements vers la périphérie du jeu (centrifuge) ;
- Coulisser : le bloc se déplace ensemble dans une direction.

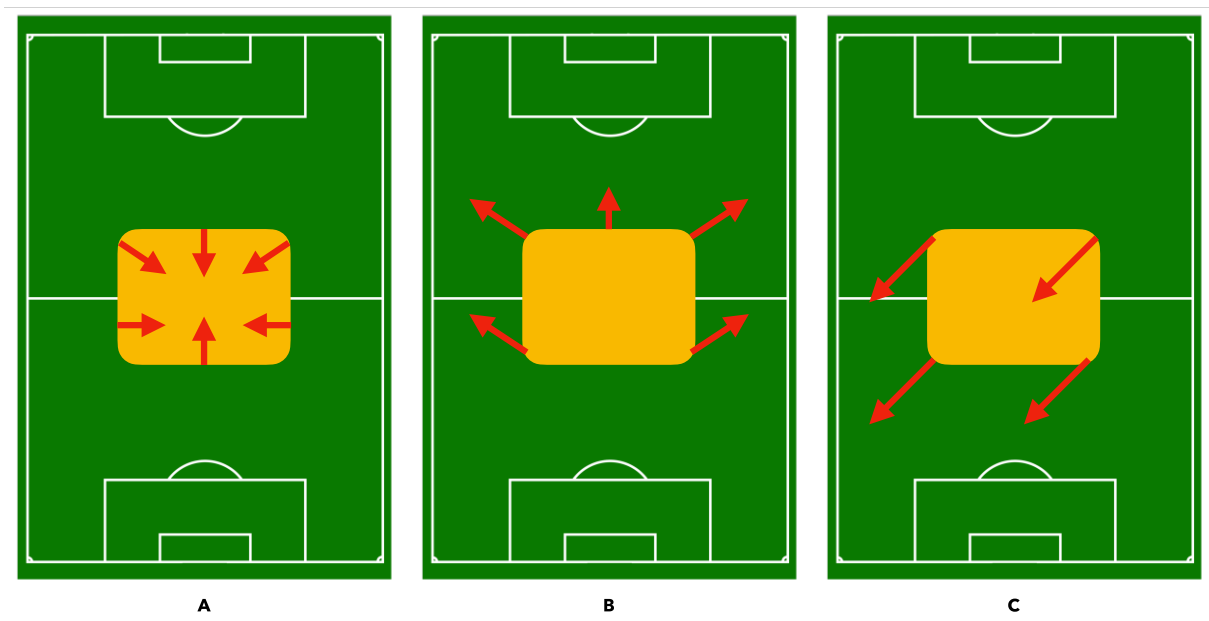


Figure 25 : Bloc en contraction (A), en expansion (B), qui coulisse (C)

²²⁴ Plusieurs vérifications visuelles ont été effectuées afin de valider les calculs. Par ailleurs, multiplier les Coefficients Angulaires d'une équipe par - 1 permettrait facilement d'adapter les valeurs à l'orientation inversée.

Retenons qu'il existe différentes façons de coordonner ses déplacements, c'est pourquoi nous avons associé les coefficients angulaires par symétrie. Concernant l'attribution d'un signe *positif* ou *négatif*, il permet de différencier les courses vers le but adverse et vers son propre but. En outre, nous avons reconstruit à chaque instant les valeurs du vecteur de déplacement des joueurs, à l'aide de leur vitesse instantanée et du coefficient angulaire. Pour faciliter la compréhension de ce procédé, nous avons schématisé²²⁵ ces mesures (Figure 26 ci-dessous).

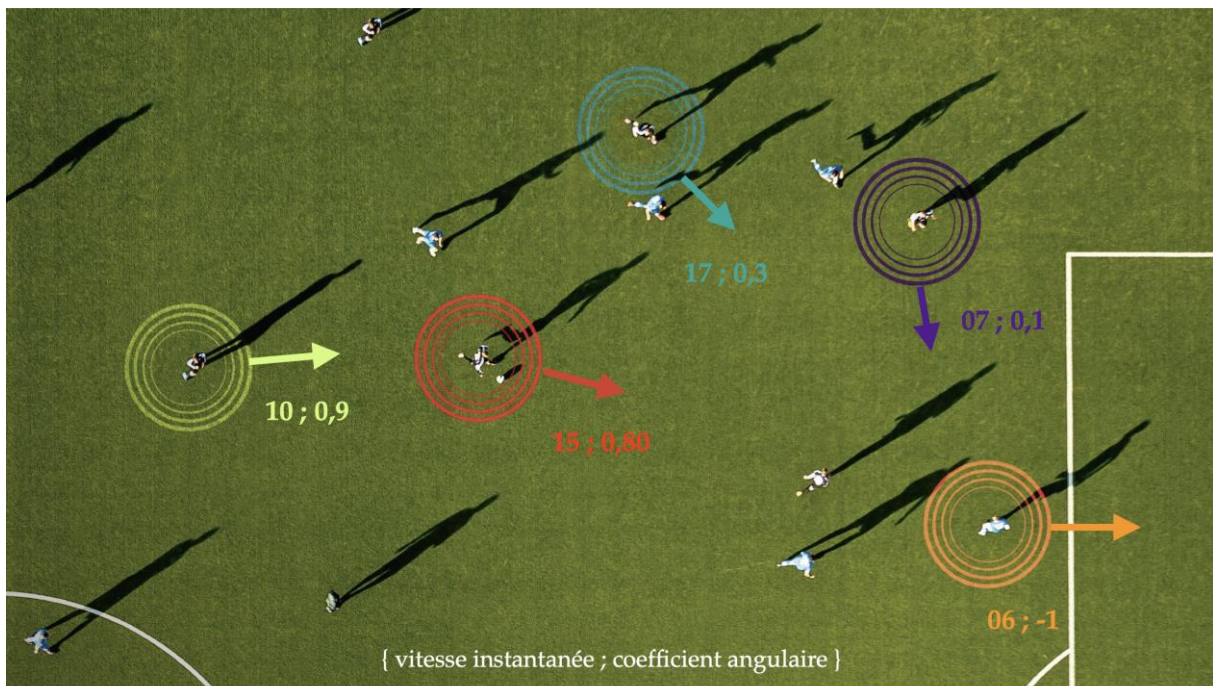


Figure 26 : Schématisation des mesures effectuées

Enfin dans l'optique de n'utiliser que les données essentielles à l'analyse, nous avons en quelque sorte « nettoyé » la trame en supprimant les lignes hors du *temps de jeu effectif*²²⁶ (à l'instar de Silva et al., 2016). Pour ce faire, nous avons réutilisé le séquençage du temps de jeu vu au chapitre précédent, pour isoler les séquences utiles. La durée effective des données est ainsi réduite autour de 57 minutes par match.

²²⁵ Image non tirée des données utilisées dans ce travail. La vue en surplomb n'étant utilisée que pour obtenir une meilleure compréhension des mesures. Seul le joueur entouré en orange (en bas à droite du schéma) est un défenseur se dirigeant vers son propre but.

²²⁶ Lorsque le ballon est en dehors du terrain ou que le jeu est arrêté.

V. 1. C) Traitement des données affinées

Par la suite, nous avons pu différencier les séquences de possession de chaque équipe, afin d'analyser séparément les coordinations offensives et défensives. Dans le même temps, nous avons repris les postes attribués par l'entraîneur au début de chaque match pour comparer les coordinations entre joueurs « à vocation offensive et défensive ». N'occultant pas les limites de cette approche « statique » du positionnement des joueurs, nous avons confirmé le profil « offensif » ou « défensif » de chaque joueur à partir de leur positionnement moyen effectif durant le match. En parallèle, nous avons opéré une focale sur certaines actions collectives (en particulier les phases de transition) dans l'optique d'analyser la coordination à l'échelle des séquences de jeu. Pour cela, nous avons sélectionné quarante séquences de jeu issues du match PSG/LORIENT (soit 13 % de l'ensemble). Afin que cet échantillon soit représentatif de la variété du jeu, les actions choisies se répartissaient équitablement entre jeu direct/indirect pour l'attaque comme pour la défense. Chacune des équipes était en possession de la balle dans la moitié des séquences : les actions sélectionnées plaçaient donc le PSG et LORIENT dans chaque situation de façon équivalente. De plus, l'équipe en attaque optait pour *Take the First* dans la moitié d'entre elles.

Concernant les analyses statistiques, nous avons essentiellement mobilisé le coefficient de corrélation de Pearson et le coefficient de corrélation intraclasse²²⁷. Ce dernier a été présenté dans la section « Méthodologie spécifique » du chapitre III. Nous avons également utilisé l'analyse de *cluster* (cf. Everitt et al., 2011), plus précisément la méthode « hiérarchique ». L'analyse de *cluster* regroupe des outils statistiques permettant de classer des données en groupes homogènes, ces mesures pouvant décrire les comportements d'individus ou de groupes. Les techniques d'analyse de cluster consistent à explorer des ensembles de données afin d'évaluer si elles peuvent être regroupées en un nombre plus ou moins faible de *clusters*. A cet égard, les auteurs notent que ces méthodes sont particulièrement pertinentes pour l'analyse des systèmes sociaux (Everitt et al., 2011, p. 72).

²²⁷ Précisons que malgré le volume important de données (environ 17000 par joueur et par match), le coefficient de corrélation intraclasse demeurait très peu sensible à la taille de l'échantillon. Des tests à plusieurs échelles ont montré que le CCI diminuait lorsque l'échantillon augmentait, mais cette diminution était de l'ordre de 0,0001 pour un volume multiplié par 5. Par ailleurs, *p* diminuait également, renforçant le niveau de significativité. Toutefois cette variation était infinitésimale.

L'analyse en *cluster hiérarchique* présente l'avantage de convenir aux grands ensembles de données, comprenant de nombreuses variables (Cleophas & Zwinderman, 2013). D'ailleurs, Cleophas et Zwinderman soulignent que cette méthode a été initialement utilisée en sciences humaines et sociales pour identifier les similitudes dans les sous-groupes de population. Cet outil statistique exploratoire permet d'obtenir une description structurelle d'un échantillon de données, en classant les variables ou observations dans certains groupes (*clusters*) en fonction des similarités entre eux (Liu & Xiong, 2014). L'algorithme de classement hiérarchique regroupe les items sur la base de mesures de similarité, en un nombre de *clusters* décidé par le chercheur selon les caractéristiques de l'échantillon et l'objectif de l'analyse. Nous limiterons l'analyse à deux et trois *clusters*, ce qui correspond aux types de postes (défenseur, milieu de terrain et attaquant) et profils de joueurs.

V. 2) Résultats

Les résultats abordés dans cette section s'appuient pour part sur les données présentées dans le chapitre précédent. A cet égard, l'analyse est issue des trois matches décrits dans la section méthodologie. Dans un premier temps, nous abordons les données récoltées à l'échelle des matches.

Mesures des paramètres d'ordre pour la coordination

Dans l'optique de décrire les mouvements des équipes, nous avons retenu les paramètres de la vitesse et de la direction (coefficient angulaire). Les deux mesures collectives qui en découlent (Vi Coll et Ca Coll) sont présentées dans le tableau ci-dessous. La vitesse collective a été moyennée sur l'ensemble de chaque rencontre (Moy Vi Coll), de même pour l'écart type des deux mesures (Moy ET Vi Coll ; Moy ET Ca Coll). La moyenne du coefficient angulaire sur les matches n'est pas illustrée mais tendait vers 0, ce qui est logique au regard des caractéristiques de cette mesure.

Tableau 16 : Mesures des paramètres d'ordre pour chaque match

<i>Équipes</i>	<i>PSG - Bordeaux</i>		<i>PSG - Lorient</i>		<i>PSG - Dijon</i>	
<i>Score</i>	2 - 2		2 - 0		4 - 0	
<i>Frame / Joueur</i>	17500		17500		16600	
<i>Moy Vi Coll</i>	8,0	8,5	7,8	8,2	8,2	8,4
<i>Moy ET Vi Coll</i>	4,0	3,8	3,9	3,9	4,0	3,8
<i>Moy ET Ca Coll</i>	0,38	0,36	0,39	0,37	0,39	0,37

Sur les trois matches, les équipes présentent des mesures moyennes de la vitesse collective relativement homogènes. Le constat est identique concernant les mesures moyennes des écarts-types pour les deux paramètres d'ordre.

Cette observation peut signifier que la distribution des données est similaire d'une équipe à l'autre²²⁸, ou que les équipes s'influencent mutuellement. La seconde possibilité a été confirmée par l'analyse statistique, en particulier concernant la vitesse collective. En effet, nous avons calculé le CCI équipe-équipe de ces variables pour chaque match. Concernant Vi Coll, le CCI pour chaque match était systématiquement supérieur à 0,90 (respectivement 0,93 ; 0,91 ; 0,92 ; $p < 0,001$). Pour la dispersion de la vitesse collective (ET Vi Coll), le CCI inter-équipe était compris entre 0,54 et 0,70 ($p < 0,001$). Enfin concernant ET Ca Coll, les valeurs allaient de 0,63 à 0,70 ($p < 0,001$). Ces résultats démontrent que sur le plan de la vitesse collective et de la variabilité du mouvement, les deux équipes sont coordonnées malgré des intérêts antagonistes.

Par ailleurs, nous nous sommes demandé si la valeur de la vitesse collective pouvait avoir une influence sur la dispersion des vitesses individuelles. Autrement dit, quand l'équipe fournit une quantité élevée de mouvement, les joueurs sont-ils capables de limiter la variabilité de leurs vitesses. A cet effet, nous avons mesuré les corrélations de Pearson entre les mesures de la vitesse collective (Vi Coll) et l'écart type de la vitesse moyenne (ET Vi Coll). Sur les six équipes étudiées, les corrélations sont comprises entre 0,53 (Lorient) et 0,63 (PSG). Ces dernières sont toutes significatives au seuil de $p < 0,001$. Ainsi, plus la vitesse de l'équipe augmente, moins les vitesses individuelles sont regroupées autour de la moyenne. Cela signifie que l'équipe a plus de difficulté à se coordonner sur le plan de la vitesse lorsque celle-ci augmente. Sur les trois matches, l'équipe du PSG présente systématiquement une corrélation supérieure à son adversaire, traduisant une moindre dispersion des mesures.

Mesures des coordinations d'équipe par match

Pour chacune des oppositions étudiées, nous avons calculé les coefficients de corrélation intraclasse (CCI) à l'échelle du match. Le tableau ci-dessous présente les mesures de cet indice de coordination pour la vitesse (Vi) et le coefficient angulaire (Ca) : Tous les CCI exposés sont extrêmement significatifs ($p < 0,001$). Nous détaillons par la suite ces mesures selon la situation offensive (Off) ou défensive (Déf) de l'équipe. En premier lieu, notons que les coefficients de corrélation intraclasse sont systématiquement supérieurs à 0,80, ce qui indique une coordination élevée entre les joueurs des équipes sur l'ensemble des rencontres. Par conséquent, un mouvement collectif coordonné est bien identifiable sur le plan statistique, à l'échelle du match.

²²⁸ En effet, les coefficients de variation ne dépassent pas 3 % pour ces données.

Cette coordination est plus marquée pour la direction des courses que la vitesse : CCI Ca systématiquement supérieur à CCI Vi. D'autre part, les CCI des deux équipes sont relativement proches pour la vitesse et le coefficient angulaire, quel que soit le match et le score associé.

Tableau 17 : Calcul des coefficients de corrélation intraclasse

<i>Équipes</i>	<i>PSG - Bordeaux</i>		<i>PSG - Lorient</i>		<i>PSG - Dijon</i>	
<i>Score</i>	2 - 2		2 - 0		4 - 0	
<i>CCI Vi</i>	0,85	0,87	0,83	0,83	0,84	0,86
<i>CCI Ca</i>	0,93	0,94	0,90	0,90	0,90	0,91
<i>CCI Vi Off</i>	0,85	0,83	0,80	0,81	0,85	0,84
<i>CCI Vi Déf</i>	0,83	0,89	0,85	0,83	0,83	0,88
<i>CCI Ca Off</i>	0,92	0,93	0,89	0,91	0,89	0,89
<i>CCI Ca Déf</i>	0,94	0,94	0,92	0,90	0,92	0,92

Quatre équipes sur six sont plus coordonnées en défense qu'en attaque sur le plan de la vitesse, sans que cet écart soit toutefois très prononcé (0,06 tout au plus). Concernant le coefficient angulaire, cet avantage en faveur de la défense se porte à cinq fois sur six (avec un écart maximal de 0,03). Si les différences de CCI sont minimes²²⁹, les résultats suggèrent néanmoins que la défense coordonne davantage ses mouvements que l'attaque.

Mesures des coordinations « joueur à joueur » par match

Par la suite, nous avons calculé les CCI « un à un », afin de détailler les coordinations à l'échelle de chaque duo (coordination dyadique). Les données présentées en annexe (V.C) détaillent pour chaque joueur la mesure moyenne des CCI avec le reste de son équipe (soit $n = 9$).

²²⁹ Les coefficients de variation n'excèdent pas 3 %.

La somme des CCI dyadiques fournit une valeur totale par équipe, comprise entre zéro et dix. Plus ce CCI total se rapproche de dix, plus le mouvement d'ensemble de l'équipe est coordonné. De prime abord, nous constatons que le *CCI Ca total* est systématiquement plus grand que son homologue *Vi*. Ce résultat vient conforter l'observation similaire exposée en amont concernant les mesures à l'échelle de l'équipe. En vue de différencier les joueurs dans le collectif, le CCI le plus faible est indiqué par un « - », le plus élevé par un « + ». Précisons que les joueurs « à vocation défensive » sont placés dans la partie supérieure des tableaux, alors que les joueurs « à vocation offensive » se trouvent dans la partie inférieure : partiellement arbitraire, cette distinction reprend les systèmes de jeu annoncés par les entraîneur au début du match. Sur ces trois matches, deux constats s'imposent à nous :

- S'agissant des joueurs les moins « en relation » avec leurs coéquipiers – du moins sur le plan de la coordination des mouvements – ce sont toujours des attaquants et joueurs offensifs, exception faite de deux défenseurs à égalité avec les attaquants (Dagba et Hergault).
- A l'inverse les joueurs les plus coordonnés avec le reste de leur équipe sont majoritairement des défenseurs et des milieux de terrain. Seul un attaquant (Kean) est à égalité avec un coéquipier concernant le Ca.

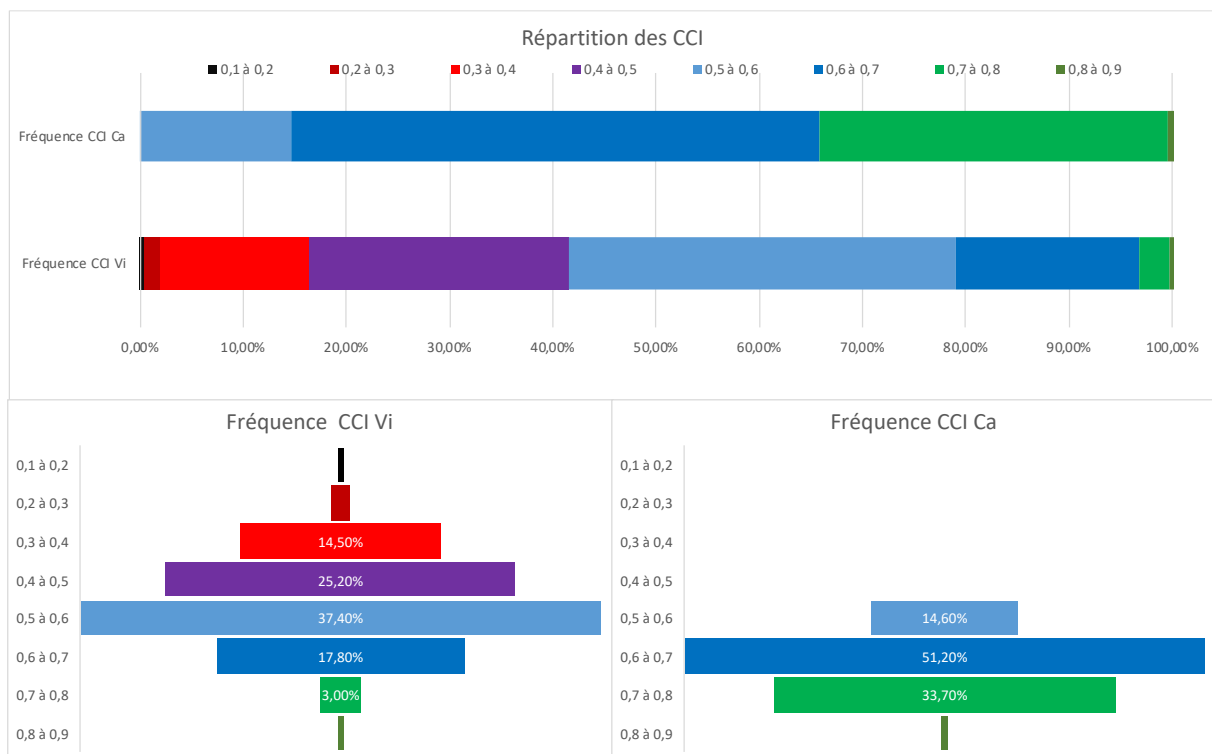


Figure 27 : Pourcentages des niveaux de CCI Vi ($n = 60$) et Ca ($n = 60$)

En parallèle, une représentation de la répartition des CCI dyadiques (Figure 27) nous offre une vision complémentaire. Les graphiques ci-dessus illustrent la supériorité de la coordination de la direction des courses (Ca) sur celle des vitesses (Vi) : plus de 30 % des CCI Ca sont supérieurs à 0,7 alors qu'ils représentent moins de 5 % pour CCI Vi. Partant des résultats présentés jusqu'alors, nous questionnons les facteurs pouvant influencer la coordination des mouvements. Le premier élément mis en balance est la distance interindividuelle.

Relation entre la distance interindividuelle et le CCI dyadique

A partir des mesures interindividuelles présentées ci-dessus, nous avons cherché à mettre en relation les CCI (dyadiques) avec la distance moyenne « joueur à joueur » sur le match. Pour cela, nous avons utilisé les données de position fournies par *Footovision*. Le graphique présenté ci-dessous montre la distribution des données de distance interindividuelle moyenne (DIM) par intervalle de cinq mètres.

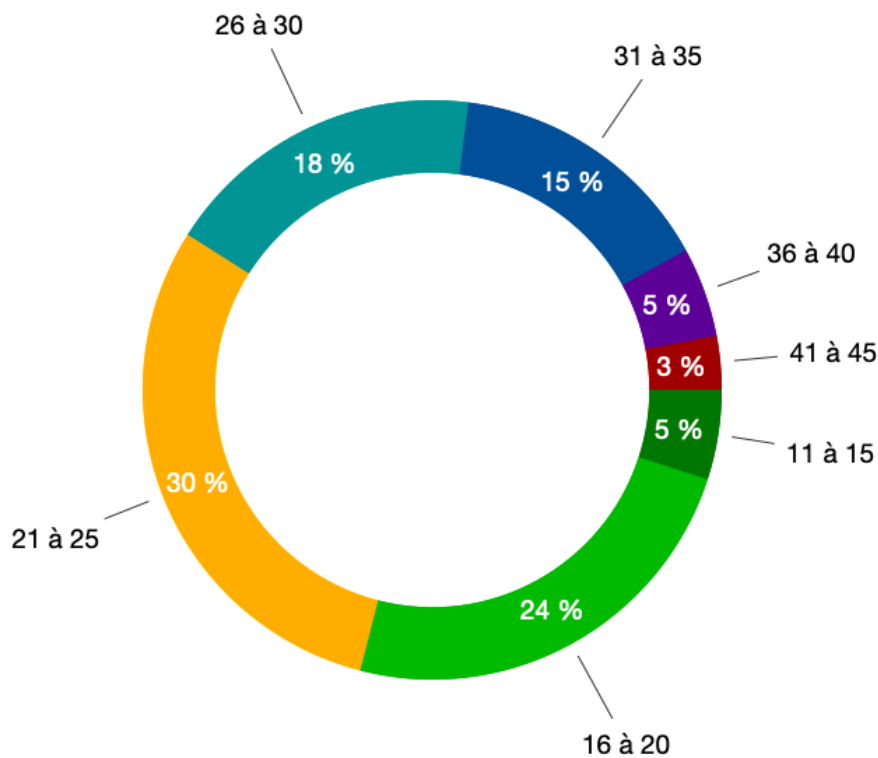


Figure 28 : Répartition (%) des distances moyennes interindividuelles (en mètres)

Une proportion majeure des DIM (77 %) ne dépasse pas trente mètres, dont 29 % en dessous de vingt mètres, ce qui est relativement étroit à l'échelle du terrain²³⁰. La plupart du temps, les joueurs sont donc assez proches les uns des autres pour se coordonner visuellement, sans pour autant user de communications verbales. Par la suite, nous avons mis en relation les DIM « joueur à joueur » avec leur CCI respectifs. La représentation graphique de cette corrélation est exposée ci-dessous.

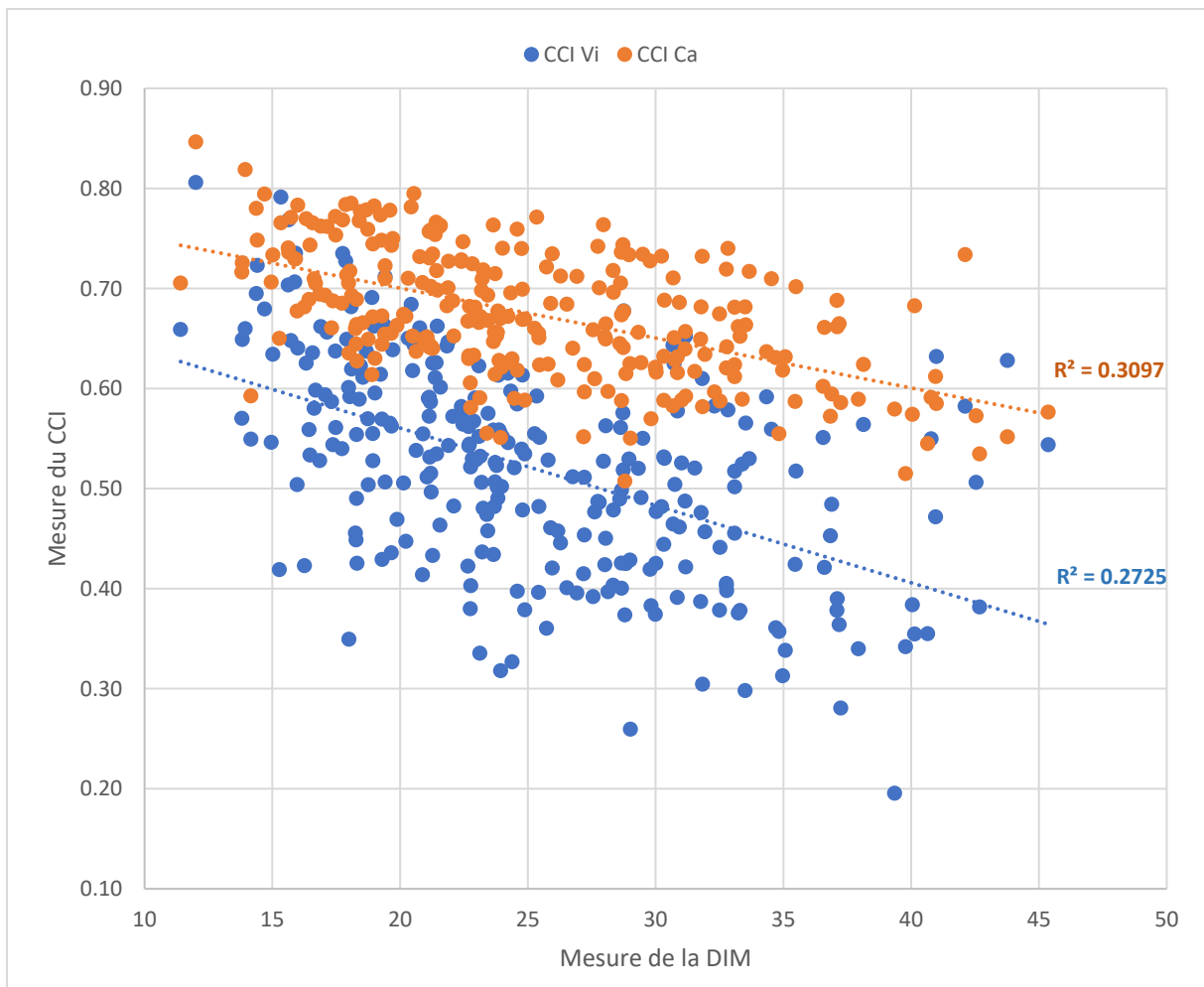


Figure 29 : Graphique des relations entre distances moyennes et CCI dyadiques

²³⁰ La loi numéro 1 du jeu, édictée par l'International Football Association Board (IFAB) rappelle que la longueur d'un terrain officiel est comprise entre 90 et 120 mètres, mais les terrains utilisés pour les compétitions internationales sont longs de 100 à 110 mètres.

Les résultats montrent que la distance moyenne entre deux joueurs est corrélée aux coefficients de corrélation intraclasse pour la vitesse instantanée (CCI Vi : $r = - 0,52$; $p < 0,001$) et le coefficient angulaire (CCI Ca : $r = - 0,56$; $p < 0,001$). Plus précisément, il s'agit d'une corrélation négative, signifiant que les coordinations augmentent lorsque la distance moyenne entre deux joueurs diminue. Les coefficients de détermination (R^2) indiquent que la DIM explique une part significative (entre 27 et 30 %) de la variabilité du CCI. Par ailleurs, les deux mesures de la coordination dyadiques sont corrélées positivement ($r = 0,59$; $p < 0,001$).

Différence de coordination selon le poste et la possession du ballon

Nous avons constaté que la distance entre les joueurs était un facteur influençant la coordination. Or l'espace interindividuelle varie en fonction du poste²³¹ et selon les temps du jeu (attaque/défense). Si la coordination collective à l'échelle du match est un indicateur global, elle peut être affinée selon le poste de chaque joueur et la possession du ballon. En effet, au plan local certains joueurs sont susceptibles de se coordonner davantage ensemble du fait de leur position sur le terrain, de leur rôle dans l'équipe ou des situations auxquelles ils sont plus fréquemment confrontés. A ce titre, nous avons reproduit l'analyse du CCI en tenant compte des séquences d'attaque et de défense pour chaque équipe d'une part, et en distinguant les joueurs à vocation offensive et défensive d'autre part. Concernant ce dernier point, séparer l'équipe en deux n'est pas pleinement cohérent, particulièrement à l'échelle d'une rencontre – les joueurs permutant au cours du jeu et pouvant subir une réorganisation tactique. Néanmoins, en utilisant le système de jeu annoncé par l'entraîneur et en le croisant aux distances moyennes interindividuelles mesurées, nous avons pu distinguer pour chaque équipe :

- Cinq joueurs « à vocation défensive », incluant d'office les défenseurs centraux, les latéraux dans un système à quatre défenseurs, et le joueur le plus proche en moyenne de ces derniers ;
- Cinq joueurs « à vocation offensive », comprenant les attaquants (un, deux ou trois selon le système de jeu) et les milieux de terrain les plus proches de ceux-ci en moyenne.

²³¹ Un milieu de terrain axial sera plus proche de la majorité de ses coéquipiers, du fait de sa position « centrale ».

La figure ci-après illustre les mesures du CCI pour les joueurs offensifs ($n = 5$) et défensif ($n = 5$) de chaque équipe, sur l'ensemble du match et selon la possession du ballon. Ils permettent ainsi de comparer les résultats selon le rôle du joueur, en tenant compte des situations d'attaque et de défense (le tableau détaillé se trouve en Annexe V.D).

Tous les CCI sont extrêmement significatifs ($p < 0,001$). Les graphiques renforcent le constat d'une supériorité des valeurs du CCI Ca sur le CCI Vi. Pour toutes les équipes, nous observons des valeurs du CCI Vi plus élevées pour les « joueurs défensifs » que pour les « joueurs offensifs ». Ce constat est moins évident pour CCI Ca. En phase défensive, les « joueurs défensifs » se coordonnent toujours davantage que leurs coéquipiers « offensifs », pour Vi comme pour Ca. En phase offensive les coordinations des « joueurs offensifs » sont plus élevées que leurs homologues « défensifs », à cinq reprises sur les six équipes étudiées pour Vi. Ce rapport s'inverse pour Ca puisque ce sont les « joueurs défensifs » qui font preuve d'une plus grande coordination dans leurs directions (CCI Ca) en attaque.

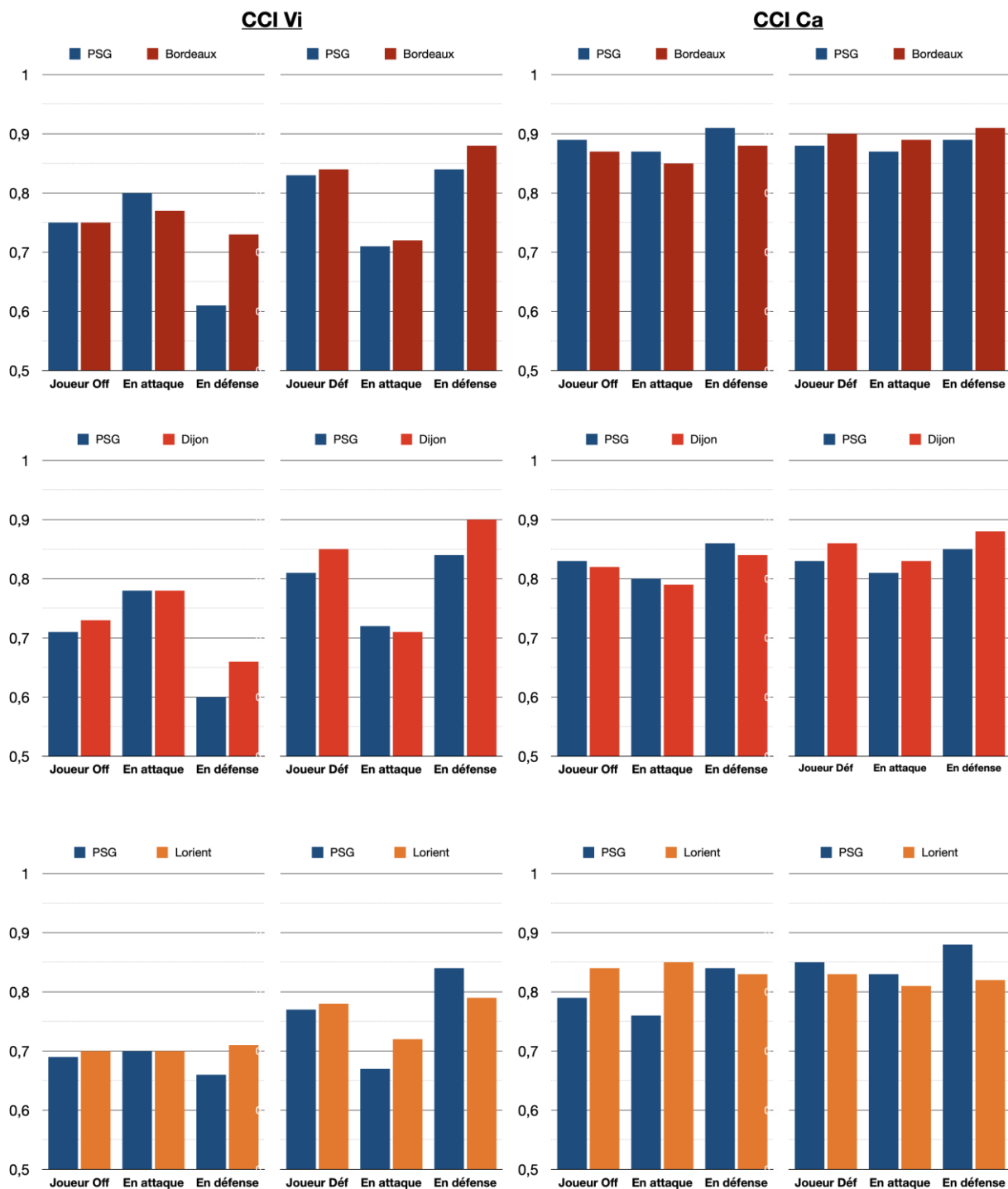


Figure 30 : Comparaison des CCI de la vitesse (deux colonnes de gauche) et du coefficient angulaire (deux colonnes de droite) selon le poste et la possession du ballon

Sur la figure ci-dessus, chaque « ligne » correspond à un match. Les mesures concernant les joueurs « offensifs » et « défensifs » sont juxtaposées pour Vi et Ca.

Ces données suggèrent qu'à l'exception de la coordination des directions (Ca) en attaque, une certaine logique émerge du jeu : les « joueurs offensifs » se coordonnent davantage lors d'une phase d'attaque, alors qu'en défense ce sont les « joueurs défensifs » qui font preuve d'une coordination plus élevée. En outre, puisque la distance interindividuelle, le poste ou rôle dans l'équipe et la possession du ballon affectent la coordination des joueurs, les systèmes de jeu mis en place par l'entraîneur ont-ils un impact sur la coordination ?

Impact des systèmes de jeu sur la coordination interindividuelle

Jusqu'à présent, nous n'avons utilisé que le coefficient de corrélation intraclasse pour mettre en lumière la coordination collective ou dyadique. La méthode de *Cluster* peut fournir des informations complémentaires, notamment en lien avec le système de jeu de l'équipe. A cet effet, nous avons conduit une analyse en « cluster hiérarchique » afin de séparer les joueurs en groupes « plus coordonnés entre eux ». Nous nous sommes limités à trois *clusters* par équipe, ceux-ci pouvant faire référence aux trois lignes de joueurs communément citées pour décrire un système de jeu : défenseurs – milieux de terrain – attaquants. Les tableaux reprenant les résultats de cette analyse et les systèmes de jeu associés sont illustrés dans l'annexe V.E. Nous précisons que les chiffres correspondant à chaque *Cluster* (1, 2 ou 3) n'ont pas de valeur intrinsèque : il s'agit uniquement de différencier les joueurs en deux ou trois groupes. A ce titre ces valeurs pourraient être remplacées par A, B et C.

Concernant l'opposition PSG – Bordeaux, les trois attaquants sont clairement identifiables pour le PSG (KEAN, MBAPPE et NEYMAR). C'est également le cas pour l'équipe de Bordeaux, même si les trois attaquants regroupés par l'analyse de cluster ne correspondent pas strictement au système de jeu annoncé. Toutefois, le 4-5-1 peut rapidement se muer en 4-3-3 à l'instar du dispositif parisien. Pour le niveau à trois *clusters*, la ligne défensive apparaît clairement notamment pour la vitesse (PSG et Bordeaux).

S'agissant du match PSG – Dijon, les systèmes de jeu sont moins visibles à partir de l'analyse de cluster. Ceci peut être dû à une réorganisation tactique en cours de jeu, ou aux remplacements effectués. Néanmoins, notons une nouvelle fois que les joueurs « offensifs » et « défensifs » sont sensiblement différenciés selon l'analyse hiérarchique.

Enfin, l'observation de l'analyse en cluster hiérarchique pour la rencontre PSG – Lorient met en exergue une correspondance claire entre les systèmes de jeu et les résultats présentés. En effet, les défenseurs des deux équipes sont regroupés pour la variable Vi à trois *clusters*. Les deux attaquants du PSG sont également rassemblés à tous les niveaux de l'analyse. Notons que pour l'équipe de Lorient, l'analyse suggère une coordination asymétrique : trois joueurs sur quatre du côté gauche sont réunis pour la variable Ca, incluant également l'attaquant axial. Ceci pourrait indiquer que le jeu offensif a penché de ce côté durant l'opposition.

En cohérence avec les résultats précédents, l'analyse en cluster hiérarchique suggère que les postes des joueurs – en partie définis par le système de jeu mis en place – se traduisent par des différences dans le niveau de coordination interindividuelle. A l'échelle du match, les joueurs « offensifs » coordonnent davantage leurs mouvements entre eux, *idem* pour leurs coéquipiers « défensifs ».

Coordinations à la suite d'une transition

Jusqu'ici, nous avons mis en évidence la coordination des mouvements à l'échelle du match, tout en différenciant les séquences selon la possession du ballon. Toutefois, cette capacité à se coordonner est-elle également présente lors des moments les plus « désordonnés » du jeu : les transitions (nous avons présenté ces dernières dans le chapitre précédent). Afin d'étudier la capacité des équipes à se coordonner après une perte/récupération de balle, nous avons conduit notre analyse sur un échantillon de 40 séquences issues du match PSG/LORIENT. Concernant ces séquences, nous avons mesuré les coefficients de corrélation intraclasse pour la vitesse et le coefficient angulaire lors des cinq premières secondes suivant la transition ($n = 10$ joueurs). Cette borne temporelle avait pour but d'évaluer la coordination dans les tout premiers instants de la séquence, lorsque les deux équipes doivent se réorganiser collectivement pour passer d'une phase d'attaque à une phase de défense et inversement.

Un premier point notable concerne les niveaux de significativité des CCI. L'analyse montre que sur les cinq premières secondes, une action sur quatre n'est pas coordonnée collectivement : 26 % des CCI n'étaient pas significatifs ($p > 0,05$) pour la vitesse, *idem* pour le coefficient angulaire. Dans ces conditions, le CCI mesuré prenait une valeur négative ou nulle : dans ces conditions, nous avons attribué une valeur nulle à toutes les mesures non significatives, puisqu'une donnée inférieure à zéro ne pouvait être interprétée.

Cependant, une majorité des séquences présentait un CCI extrêmement significatif ($p < 0,001$) : 55 % pour la vitesse ; 63 % pour le coefficient angulaire. Même en situation de désordre, les équipes parviennent à se coordonner rapidement à la suite d'une perte ou d'une récupération de balle. Néanmoins, ces résultats sont à nuancer. Alors que sur l'ensemble des rencontres, les CCI étaient tous supérieurs à 0,80, seuls 12 % de ceux mesurés sur cet échantillon (Vi et Ca compris) dépassaient ce seuil. En abaissant le seuil à 0,50 la proportion de situation pour lesquelles l'équipe était coordonnée n'atteignait pas la moyenne (48 %). Ainsi, les équipes parviennent à se coordonner après une transition, mais cette coordination est moindre comparativement à l'échelle du match.

En moyenne, le CCI de la vitesse était inférieur (0,36) à celui du coefficient angulaire (0,46). Cela signifie que lors du début d'une phase de transition, les joueurs se coordonnent davantage sur le plan de la direction (Ca) que de la vitesse (Vi). Ce résultat rejoint les mesures effectuées sur l'ensemble des actions des matches, puisque CCI Vi était systématiquement inférieur à CCI Ca. Notons que les deux équipes en question présentaient des CCI moyens relativement proches concernant la vitesse (0,37 / 0,36) et le coefficient angulaire (0,43 / 0,49), ces derniers ne pouvant mettre en évidence une quelconque influence sur le score de la rencontre. Fait intéressant, les CCI des deux équipes présentaient des liens étroits concernant la vitesse (CCI = 0,84 ; $r = 0,72$; $p < 0,001$) et le coefficient angulaire (CCI = 0,80 ; $r = 0,67$; $p < 0,001$). A ce titre, il semble que les collectifs s'opposant tendent à coordonner leurs mouvements, et leurs mesures de coordination croissent de façon synchrone. Par ailleurs, les CCI Vi et Ca n'étaient pas liés entre eux ($p > 0,05$) pour le PSG comme pour Lorient : les coordinations des vitesses et des directions sont indépendantes les unes des autres lors des transitions. Autrement dit, dans les premières secondes des actions les joueurs coordonnent leurs vitesses mais pas leurs directions, ou inversement.

Différence de coordination attaque/défense à la suite d'une transition

Précédemment, nous avons différencié les séquences d'attaque et de défense à l'échelle du match. Sur l'échantillon de 40 séquences utilisé ici, nous avons séparé les mesures portant sur l'équipe en attaque et celles en défense. Le tableau suivant présente les données issues de cette analyse.

Tableau 18 : Mesures des CCI moyens selon le statut de l'équipe

$N = 40$	<i>Attaque</i>	<i>Défense</i>
<i>CCI Vi</i>	0,38	0,35
<i>CCI Ca</i>	0,42	0,50
<i>CCI Global</i> ²³²	0,40	0,42

Là encore, la coordination de l'équipe est plus forte concernant la direction des courses (Ca) que la vitesse (Vi). Au plan global, ni l'attaque ni la défense ne se détache en termes de coordination. A cet égard, ces données suggèrent que le « désordre » est équitablement réparti entre les équipes. Dans le prolongement de l'étude des décisions collectives, ces dernières influencent-elles la coordination ?

Mesures de la coordination en fonction de la décision collective

Reprenant les filtres d'analyse du chapitre précédent, nous avons pu mesurer la coordination lorsque l'équipe offensive a opté pour *Take the First* et lorsqu'elle s'y est refusée. Les données montrent que l'équipe en attaque s'est davantage coordonnée pour TTF (CCI Vi = 0,45 ; CCI Ca = 0,48) que dans le cas contraire (CCI Vi = 0,32 ; CCI Ca = 0,37). Ainsi, la décision de suivre l'intention du premier porteur de balle a été un facteur influençant positivement la coordination de l'équipe en attaque lors des premières secondes suivant la récupération du ballon. D'autre part, il semble que le type d'action collective initié par l'équipe impacte la coordination. Le tableau ci-dessous illustre ce constat en exposant les mesures des CCI selon la décision collective opérationnalisée.

²³² Moyenne de Vi et Ca.

Tableau 19 : CCI moyen selon l'intention collective de l'équipe

	<i>CCI Vi</i>	<i>CCI Ca</i>
<i>Jeu direct offensif (n =20)</i>	0,45	0,48
<i>Jeu indirect offensif (n =20)</i>	0,31	0,36
<i>Jeu direct défensif (n =20)</i>	0,27	0,49
<i>Jeu indirect défensif (n =20)</i>	0,42	0,50

Ces données indiquent que l'attaque est davantage coordonnée lorsqu'elle initie un jeu direct, pouvant représenter une contre-attaque ou une attaque rapide. Au contraire, la défense se coordonne mieux lorsqu'elle décide de jouer indirect, mettant en place un repli défensif ou reformant le bloc.

Résumé des principaux résultats du chapitre V

- Plus la vitesse de l'équipe augmente, plus les vitesses individuelles sont dispersées, suggérant que l'équipe a plus de difficultés à se coordonner pour de hautes intensités cinétiques.
- Nos résultats montrent une coordination élevée entre les joueurs des équipes sur l'ensemble des rencontres (CCI systématiquement supérieur à 0,80). Cette coordination est plus marquée pour la direction des courses que la vitesse.
- Les CCI des deux équipes sont relativement proches pour la vitesse et le coefficient angulaire, quel que soit le match et le score associé.
- En défense, les équipes sont légèrement plus coordonnées.
- Plus les joueurs sont proches sur le terrain, plus leurs mouvements sont corrélés (R^2 compris entre 0,27 et 0,30). Les joueurs ayant des rôles similaires (défensifs ou offensifs) ont tendance à être plus coordonnés.
- Les mesures de la coordination dyadiques pour la vitesse (V_i) et la direction (Ca) sont corrélées ($r = 0,59$; $p < 0,001$). A l'échelle du match, les joueurs ont tendance à coordonner ces deux paramètres du mouvement. Cependant, les variables V_i et Ca n'étaient pas corrélées à l'échelle de l'équipe pour notre échantillon de 40 séquences de transition.
- A la suite d'une transition, une majorité des séquences présentait un CCI extrêmement significatif ($p < 0,001$) : 55 % pour la vitesse ; 63 % pour le coefficient angulaire. Ainsi, les équipes parviennent à se coordonner rapidement à la suite d'une perte ou une récupération de balle. Néanmoins, seuls 11 % des CCI mesurés sur cet échantillon (V_i et Ca compris) étaient supérieurs à 0,80.
- Les CCI des équipes étant relativement proches, cela ne permet pas de déduire un impact concret sur le score des matches.
- Les deux équipes s'opposant semblent s'influencer mutuellement en termes de coordination. En effet, les différentes mesures collectives du mouvement étaient corrélées pour les trois matches. De plus, les CCI par action étaient corrélés concernant la vitesse (CCI = 0,84 ; $r = 0,72$; $p < 0,001$) et le coefficient angulaire (CCI = 0,80 ; $r = 0,67$; $p < 0,001$) pour les 40 séquences de transition.
- Concernant cette fraction de l'échantillon ($n = 40$ séquences), l'équipe en attaque s'est davantage coordonnée lorsqu'elle a suivi l'intention du premier porteur de balle (TTF).
- L'intention collective choisie a également impacté la coordination. L'équipe était plus coordonnée en attaque lorsqu'elle optait pour un jeu direct (ex : contre-attaque ou attaque rapide) alors que la défense montrait des niveaux plus élevés de coordination lorsqu'elle décidait de jouer indirect (repli défensif notamment).

V. 3) Discussion partielle

Le premier point de cette discussion partielle porte sur la méthode et les outils utilisés pour cette étude. En accord avec la définition²³³ proposée par Ross-Gillespie et Kümmerli (2014), nous nous sommes appuyés sur la mesure du coefficient de corrélation intraclasse (CCI) étant donné sa capacité à évaluer l'accord au sein d'un groupe (Koo & Li, 2016). A notre connaissance, il s'agit de la première étude utilisant cet outil statistique pour l'appliquer à la coordination collective sportive. Des mesures significatives du CCI décrivent des comportements (les mouvements collectifs) qui ne sont pas distribués aléatoirement dans l'espace et le temps, à condition de sélectionner le modèle adéquat. A l'instar de l'analyse réalisée au chapitre III, nous avons utilisé un *modèle à effets mixtes*, généralement mobilisé pour mesurer les CCI lorsque ce calcul est l'objectif principal de l'analyse (Eldridge et al., 2009). Les chercheurs précisent que les hypothèses qui sous-tendent l'analyse du CCI ne leur permettent pas véritablement de prendre des valeurs négatives, bien que le modèle mathématique l'autorise. C'est pourquoi, suivant les recommandations d'Eldridge et ses collaborateurs, nous avons considéré la limite inférieure du CCI comme zéro : les mesures négatives ont ainsi été transformées en valeurs nulles. En complément, « l'utilisation de modèles hiérarchiques est une approche alternative populaire pour la modélisation de données corrélées » (traduction libre de Eldridge et al., 2009, p. 381). Ces modèles sont utilisés pour décrire des données en groupe. A cet égard, plusieurs auteurs recommandent l'utilisation des méthodes d'analyse de *Cluster* dans l'étude de la coordination collective à partir de données spatio-temporelles (Araújo et al., 2015; Araújo & Davids, 2016; Duarte, Araújo, Correia, et al., 2013; Duarte et al., 2012). Si les études réalisées dans le domaine du sport s'appuient essentiellement sur la méthode de « phase de *cluster* », nous avons choisi d'utiliser la méthode de « *cluster* hiérarchique » qui est plus cohérente compte tenu de nos données : Elle nous a permis de distinguer des sous-groupes plus coordonnés au sein des équipes.

Une attention particulière doit également être portée sur le « matériau de base » de l'analyse. Bien que les systèmes de *tracking* des mouvements se développent grandement (Gudmundsson & Horton, 2016), le recueil de données spatio-temporelles est plus aisé en situation d'entraînement que de match. Cela peut conduire les chercheurs à réaliser leur étude sur des jeux à effectif réduit : avec des équipes de trois ou cinq par exemple. Toutefois, Bartlett et ses collaborateurs (2012) avancent que ce type de situation – réduisant la complexité du jeu – ne

²³³ Considérant la coordination comme tout comportement collectif qui n'est pas une distribution aléatoire.

permet pas de saisir efficacement la dynamique de coordination collective²³⁴. Pour les auteurs, si le jeu « de référence » pose des problèmes techniques et méthodologiques (remplacements, surface plus importante, conditions moins maîtrisées), il assure en contrepartie une représentativité plus rigoureuse de l'activité (hors-jeu, variété des postes, courses typiques). Suivant cet argument, nous avons décidé de mesurer la coordination en situation réelle : trois matches²³⁵ à onze contre onze. A ce propos, la collaboration enthousiaste de l'entreprise *Footovision*® a été d'une aide précieuse.

La coordination est avant tout une décision, même infraconsciente

Au cours d'un match, la dynamique du jeu se traduit notamment par l'évolution du rapport de force. Elle dépend de l'augmentation de l'incertitude chez l'adversaire et de sa diminution chez le partenaire. Or « l'augmentation de l'incertitude pour l'adversaire est liée aux alternatives proposées par les partenaires du porteur de balle et à la vitesse de transmission du ballon » (Gréhaigne, 1992, p. 121), donc à la coordination des actions de jeu. Toutefois, la coordination englobe à la fois des actions motrices comme les déplacements des joueurs, et des processus cognitifs comme les prises de décision, ces derniers étant liés.

Se pose « la question de la coordination des décisions des joueurs d'une même équipe » (Mouchet, 2012, p. 257). Décrivant la capacité des grands groupes à se coordonner, Ross-Gillespie et Kümmerli (2014) soulignent que cette capacité nécessite un processus de décision collective, reposant lui-même sur la faculté des individus à recueillir des informations sur leur environnement physique et social, donc d'anticiper collectivement. L'articulation des décisions individuelles, traduit une forme d'intelligence collective (Bourbousson et al., 2015), et assure la continuité du jeu sur le plan offensif comme défensif (Kermarrec & Bossard, 2017). Se coordonner, produire un mouvement macroscopique permet à l'équipe de fonctionner en harmonie, tel un *superorganisme* (Duarte et al., 2012; Reeve & Hölldobler, 2007). Si cette coordination peut prendre plusieurs formes, elle se traduit également par différents niveaux, pouvant aller jusqu'à la synchronisation. Dans ce cadre, nous réitérons notre postulat faisant de l'intelligence collective tactique une interaction entre anticipation, décision et coordination.

²³⁴ Nous nuancions ce dernier point, un minimum de cinq joueurs paraissant acceptable.

²³⁵ S'agissant de la taille de notre échantillon, il est proche de l'étude réalisée par Bartlett et ses collaborateurs (2012) : 5 matches pour 305 actions les concernant ; 3 matches pour 500 actions dont 301 transitions dans notre étude.

V. 3. A) Coordination, synchronisation et synergie

En premier lieu, nous avançons l'hypothèse (a) que les mesures de la coordination des équipes donneraient des valeurs élevées. Concrètement, à quoi correspondrait une coordination maximale entre les joueurs d'une équipe ? Sur le plan des mouvements, une équipe parfaitement coordonnée se déplacerait « comme un seul homme ». Autrement dit, les courses des joueurs seraient identiques en termes de vitesse et de direction à chaque instant du jeu. Dans ce cas précis il s'agit de *synchronisation*, c'est-à-dire de mouvements rythmiques simultanés (Stupacher et al., 2017). Bien évidemment, ce cas de figure n'est ni souhaitable ni concevable : il ne permettrait pas de répondre aux événements du jeu, d'adapter les distances interindividuelles ou de produire de l'incertitude pour l'adversaire.

Conformément à notre hypothèse (a), nos résultats montrent une coordination élevée entre les joueurs des équipes sur l'ensemble des rencontres : CCI compris entre 0,83 et 0,87 pour la vitesse ; entre 0,90 et 0,94 pour le coefficient angulaire. Il semble que la coordination des mouvements soit plus marquée pour la direction des courses que la vitesse. Toutefois la correspondance entre les directions (droite/gauche) dans le calcul du coefficient angulaire, constitue une forme de biais augmentant la valeur des mesures. Sur ce point, nous avons justifié notre choix en lien avec les différentes formes de coordination du bloc équipe : contraction, expansion, coulissement. Ces phénomènes illustrent ce que certains techniciens appellent « la respiration du bloc » (cf. Ribot, 2006). D'autres travaux ont permis de mettre en lumière ce phénomène, en utilisant l'indice d'étirement, une mesure représentant l'écart moyen de chaque joueur par rapport au centroïde de l'équipe (Bourbousson et al., 2010a). Notons que les outils et données permettant d'étudier la coordination sont variés.

Dans une revue de littérature des recherches portant sur les mesures spatio-temporelles dans les « sports d'invasion » (Gudmundsson & Horton, 2016), c'est-à-dire les jeux sportifs collectifs interpénétrés, les auteurs dressent une liste de données pouvant être mobilisées. Parmi ces catégories, nos mesures s'inscrivent dans la première citée : les données de trajectoires (p. 4), en l'occurrence des joueurs. Comme le précisent Araújo et ses collaborateurs (2015), d'autres variables permettent de saisir la dynamique d'une équipe au cours d'un match : l'évolution du centre géométrique de l'équipe (centroïde), c'est-à-dire la moyenne des coordonnées positionnelles de tous²³⁶ les joueurs (Bartlett et al., 2012) ; la surface de l'équipe, aussi appelée

²³⁶ Exception faite du gardien, à l'instar de notre étude.

espace de jeu effectif. Si ces mesures ont fourni des résultats concluants, nous souhaitons nous démarquer des indicateurs spatiaux évoqués plus haut. C'est une approche *cinétique* que nous avons mobilisée, car les déplacements des joueurs sont significatifs au regard de la logique de l'activité. En cours de jeu, les mouvements des attaquants comme des défenseurs, révèlent une part de l'intelligence tactique individuelle (Gréhaigne, 2014). Il en va de même à l'échelle collective. En outre, les dimensions importantes du terrain, la durée des séquences de jeu et la liberté positionnelle²³⁷ des joueurs dans un espace interpénétré, conduisent à une grande variété dans les courses. Ce vaste paysage de possibles constitue ainsi une source riche en informations.

Duarte et ses collaborateurs (2013) ont montré qu'au sein d'une équipe de football, les joueurs avaient tendance à se coordonner à des degrés divers pouvant aller jusqu'à des modes presque en phase (synchronisation totale). Sur ce plan, nos données montrent que les joueurs ayant des rôles similaires (défensifs ou offensifs) ont tendance à être plus coordonnés pour la vitesse et la direction. Si ce constat peut trouver une explication dans la proximité des rôles ou des connaissances propres à ceux-ci, nos résultats mettent également en avant le facteur de proximité spatiale. Ainsi les joueurs coordonnent davantage leurs mouvements avec leurs partenaires proches sur le terrain. Précisons néanmoins qu'il s'agit d'une mesure de la distance moyenne sur le match, corrélée aux CCI : elle n'est pas « situationnelle ».

Cette coordination dyadique a mis en évidence une relation relativement forte entre nos deux variables : la vitesse (V_i) et la direction (Ca) étaient corrélées ($r = 0,59$; $p < 0,001$) au niveau des corrélations « joueur-joueur ». A l'échelle du match, les joueurs coordonnés le sont pour ces deux paramètres. Ce constat renforce l'idée d'un mouvement d'ensemble bien identifiable, certes visible à l'œil nu par moment, mais *a fortiori* démontré par l'analyse statistique. Dans le domaine sportif, d'autres travaux ont montré que les joueurs sont capables d'agir de concert, comme une unité cohérente, formant une *synergie* d'équipe (Araújo & Davids, 2016). Pour Araújo et Davids, une synergie est une propriété collective qui se traduit par la capacité des individus à coréguler leurs comportements. Autrement dit, il s'agit de l'adaptation des parties d'un système les unes aux autres et au « tout » (Turvey, 2007). Or, la totalité des phénomènes de coordination ne mènent pas à une synergie²³⁸.

²³⁷ A titre d'exemple, la règle du hors-jeu est moins contraignante au football qu'au rugby.

²³⁸ Deux piétons se faisant face dans la rue coordonnent leurs mouvements pour ne pas se percuter, pour autant il ne s'agit pas d'une synergie. En outre, ils ne mettent pas en commun leurs ressources pour atteindre un objectif supérieur les plaçant en situation d'interdépendance.

Pour cela, les comportements coordonnés doivent concourir à un même but, et permettre aux agents de l'atteindre, en mettant leurs ressources en commun. Dans ce cadre, la coordination collective peut impliquer des corrélations positives ou négatives entre les individus (Ross-Gillespie & Kümmerli, 2014). Les deux modèles peuvent être avantageux : Les corrélations interindividuelles positives peuvent mener à une plus grande efficacité, des économies et à une meilleure synergie (Sumpter & Pratt, 2009) ; alors que les corrélations négatives peuvent minimiser la concurrence mutuelle. Prenons pour exemple deux joueurs ou plus se répartissant les tâches défensives : « je monte sur le porteur de balle » et « tu restes en couverture ». Si les deux joueurs réalisent la même action, ils courent le risque de se faire éliminer d'un seul coup, sur une passe ou un dribble. *Idem* pour deux attaquants réalisant un appel dans la profondeur, ils peuvent tous deux se retrouver hors-jeu, quand l'un d'eux aurait pu proposer une solution en décrochant vers le porteur de balle. Dans cette perspective, « il est largement admis que la variation interindividuelle est un processus précieux qui peut conduire à la variabilité du système et produire un apport continu de nouvelles solutions aux défis comportementaux auxquels les groupes sont confrontés » (traduction libre de Duarte et al., 2012, p. 635). Autrement dit, dans les situations nécessitant une adaptation de la part d'un collectif, une part de diversité comportementale est bénéfique.

Qu'en est-il concernant nos variables collectives ? Les résultats pointent qu'à mesure que la vitesse de l'équipe augmente, la dispersion (écart type) des vitesses individuelles fait de même. Cela suggère qu'il est plus difficile de se coordonner pour de hautes intensités cinétiques, mais peut aussi signifier que plus la quantité de mouvement (de vitesse) produite par une équipe est grande, plus elle crée de « bruit » dans le système. A ce titre, accepter de se « désynchroniser » permet aussi d'impacter la coordination adverse, donc créer du désordre en son sein. Résister à ce désordre personnel, faire preuve de résilience, tout en provoquant l'effet contraire chez l'équipe opposée, constitue dès lors un avantage.

V. 3. B) La coordination comme réponse au désordre et à la complexité du jeu

La coordination d'équipe « peut être considérée comme un acte d'équilibre dans lequel l'équipe doit continuellement adapter sa dynamique aux exigences de l'environnement afin de rester stable » (traduction libre de Gorman et al., 2010, p. 270). Notre seconde hypothèse (b) portait sur la variabilité de la coordination, influencée par l'environnement. Nous supposons qu'elle différerait selon le statut de l'équipe (en attaque et en défense), et selon le type d'action.

En premier lieu, la dynamique de coordination collective s'exprime aussi bien en attaque qu'en défense. C'est le cas d'une équipe se déplaçant de façon coordonnée pour optimiser la couverture défensive d'une zone (Steiner et al., 2017). Autre exemple lors d'une contre-attaque : les courses des attaquants accélérant brutalement vers le but adverse – dans un mouvement coordonné au plan local – laissent un espace libre avec leur ligne défensive. Cette dernière doit donc ajuster la direction et la vitesse de ses mouvements (Silva et al., 2016), en se déplaçant également vers le but adverse pour combler l'espace entre les lignes, notamment en prévention d'une perte de balle. Pour maintenir l'équilibre global de l'équipe, cette réorganisation doit être rapide. Silva et ses collaborateurs (2016) ont constaté que les coéquipiers les plus couplés réajustaient leur mouvement avec un décalage d'environ une seconde. Ce résultat nous amène à nous interroger sur « le bon réglage » concernant la fréquence d'enregistrement des données : plusieurs études citées en amont capturaient dix données par seconde, nous avons choisi de nous limiter à cinq, mais une mesure par seconde pourrait constituer un meilleur ajustement compte tenu du temps mis par les joueurs à réguler leurs mouvements.

Dans leur étude, Duarte et ses collaborateurs (2013) soulignent que la possession du ballon n'a pas influencé les niveaux de coordination des équipes. A l'échelle du match, nos résultats indiquent que les équipes sont légèrement plus coordonnées lors des séquences défensives (+ 0,06 au maximum). Le constat est identique sur l'échantillon des séquences de transition (+ 0,02 en moyenne). Si les écarts des CCI sont minimes, ils soulèvent tout de même une logique sous-jacente : pour l'attaque, il s'agit essentiellement de désorganiser l'adversaire en variant les courses des non porteurs de balle. De plus, le calcul des CCI incluait les déplacements du porteur de balle comme un « joueur lambda ». Mais ce dernier n'est pas un joueur comme un autre : du fait de l'attention qui lui est portée par les défenseurs d'une part, et des contraintes perceptivo-motrices liées au « maniement » de la balle d'autre part. En conséquence, il est soumis à des influences spécifiques qui font probablement diverger ses déplacements du mouvement d'ensemble. Aussi, il aurait été intéressant de pouvoir isoler systématiquement les données du porteur de balle. Le système algorithmique fournissant les données brutes n'a pas rendu cette option possible et le traitement « manuel » de ces données aurait été trop fastueux au regard de la taille de l'échantillon. Néanmoins, il s'agit là d'une perspective de recherche future à explorer.

Outre le statut défensif ou offensif de l'équipe, certains travaux montrent que le type d'action collective influe sur la coordination. Par exemple, la défense en zone est plus favorable à une coordination des déplacements que le marquage individuel (Araújo et al., 2015). Les auteurs notent que ce type de stratégie défensive met en avant des comportements de prise de décision collective très agrégées, par opposition à un mode de décision individuel pour un marquage « homme à homme ». Les choix tactiques et la dynamique du jeu doivent ainsi être pris en considération dans l'analyse. Dans cette perspective, nous avons opéré une focale sur 40 séquences consécutives à une perte/récupération de balle pour lesquelles la continuité du jeu était assurée. A la suite d'une transition, une majorité des séquences présentait un CCI extrêmement significatif ($p < 0,001$) : 55 % pour la vitesse ; 63 % pour le coefficient angulaire. Ces résultats soutiennent l'idée que les équipes parviennent à se coordonner rapidement même lorsque le jeu est instable et que les équipes sont désorganisées. Néanmoins, seuls 12 % des CCI mesurés sur cet échantillon (V_i et Ca compris) étaient supérieurs à 0,80. Cette proportion se portait à 48 % pour les CCI supérieurs ou égaux à 0,50. Par conséquent, nous pouvons relever que dans les faits, les équipes parviennent à se coordonner un fois sur deux (sans tenir compte du statut) dans les secondes qui suivent une transition. D'ailleurs Araújo et Davids (2016) soulignent que face aux perturbations du jeu, les équipes sportives expertes sont capables d'alterner entre un mode « superorganisme » (Duarte et al., 2012) disposant de propriétés allant au-delà des individus, et un mode plus « éclaté » permettant à chaque joueur d'exprimer des compétences uniques. A ce titre, une équipe fonctionnant en synergie n'est ni une articulation d'individus strictement indépendants, ni un tout indivisible d'éléments pleinement interdépendants (Ingold, 2015), c'est un entre-deux, un intervalle reposant sur la *dialogique indépendance-interdépendance* abordée dans le chapitre II. Une telle ambivalence est-elle sensible aux décisions collectives intuitives ? Concernant les 40 séquences de transition étudiées, les résultats suggèrent que l'intention collective émergente a effectivement impacté la coordination. L'équipe était plus coordonnée en attaque lorsqu'elle optait pour un jeu direct (exemple : contre-attaque ou attaque rapide) alors que la défense montrait des niveaux plus élevés de coordination lorsqu'elle décidait de jouer indirect (« rester en place » ou « se replier »). Par ailleurs, l'équipe en attaque s'est davantage coordonnée lorsqu'elle a suivi l'intention du premier porteur de balle, c'est-à-dire *Take the First* (+ 0,13 pour CCI V_i ; + 0,11 pour CCI Ca). La coordination des décisions collectives en suivant celle du premier porteur de balle semble permettre à l'équipe d'ajuster ses courses avec plus de cohérence. Ceci met en lumière l'importance que revêtent les choix tactiques dans le processus de coordination des mouvements.

Dans cette optique, les perturbations peuvent provenir de l'intérieur de l'équipe elle-même, découlant de l'anticipation des actions, des décisions intuitives et de la prise d'information des joueurs. Concernant ce dernier point, Bourbousson et ses collaborateurs (2008) ont analysé le réseau relationnel, c'est-à-dire le nombre de partenaires pris en compte à l'instant t , dans une équipe de basketball. Ils différencient notamment des coordinations dyadiques mutuelles – lorsque deux partenaires tiennent compte l'un de l'autre – et unidirectionnelles (sans réciprocité). Les auteurs notent que cette dernière modalité a été de loin la plus fréquemment observée (87 %). *A contrario*, les coordinations mutuelles étaient peu nombreuses (13 %). Ils ajoutent qu'en cours d'action, les joueurs prenaient rarement en compte plus d'un coéquipier. Toutefois, ces conclusions peuvent être discutées au regard de la méthode utilisée (reconstruction du cours d'action) et de l'activité étudiée. Au basketball, nombre de combinaisons tactiques sont prévues en amont par les joueurs (Bourbousson et al., 2011), ce qui implique une attention moindre envers ses coéquipiers pour réaliser ces « schémas de jeu fermés ». De plus, l'augmentation du nombre de membres de l'équipe fait croître les exigences cognitives pour se coordonner (Eccles & Tenenbaum, 2004). Les équipes de football comptent dix joueurs plus le gardien de but, contre cinq pour le basketball. Mathématiquement, la prise d'information et la lecture du jeu devraient être plus coûteuses pour les joueurs de football. Eccles et Tenenbaum (2004) précisent que contrairement à la communication intentionnelle (verbale ou non), la communication non verbale non intentionnelle a peu de temps ou de coûts cognitifs. Or, cette dernière est omniprésente au football²³⁹, chaque action est un message à destination de ses partenaires et adversaires. Les auteurs arguent que l'interprétation de ces signaux involontaires dépend des connaissances partagées entre le communicant et le destinataire. Notons également que si les joueurs sont constamment baignés dans « un océan de signes » (Gréhaigne, 2011), ils sont par la même en perpétuelle lecture de la situation, de façon plus ou moins consciente. D'ailleurs, Gesbert et ses collaborateurs (2017) indiquent que les joueurs de football n'étaient pas conscients de leurs coéquipiers lorsqu'ils se coordonnaient pour récupérer collectivement le ballon. Ce qui ne signifie pas pour autant qu'ils n'en tenaient pas compte sur un mode *infraconscient*. A ce propos, certaines études – certes réalisées en laboratoire pour des tâches simples – soutiennent qu'un comportement coordonné *non intentionnel* peut émerger entre deux personnes à partir du moment où elles partagent des informations visuelles (Oullier et al., 2008).

²³⁹ Elle l'est également dans les autres jeux sportifs collectifs. Seulement, les communications intentionnelles (verbales) sont plus rares au football.

Nous suggérons qu'il existe, en plus des communications non verbales non intentionnelles dans les sports collectifs, une interprétation non intentionnelle de ces stimuli, rendant d'autant plus difficile leur accès via des techniques d'entretien (Theureau, 2010). Connaissant le résultat de l'action après coup et n'illustrant plus une probabilité interprétée à l'instant t , faire verbaliser consiste à réinterpréter avec « connaissance du résultat ». Dès lors, la verbalisation du ressenti des actions ne constitue pas l'assurance d'une description réaliste de la prise en compte de ses partenaires. *In fine*, dans la plupart des situations rencontrées par les joueurs de football, la coordination est *émergente* et *intuitive* : ce postulat ne signifie pas que les joueurs ne prennent en compte qu'un à deux partenaires pour ajuster leurs courses. Dans une étude portant sur des équipes de football à onze, Silva et ses collaborateurs (2016) montrent qu'en moyenne les joueurs couplaient leurs mouvements avec quatre à six coéquipiers sur neuf²⁴⁰. Ce constat indique que dans les faits, les joueurs se coordonnent avec la moitié de l'équipe. Les auteurs précisent que les joueurs passaient rapidement de l'absence de couplage (aucun ou un joueur seulement) à des couplages proches du maximum (huit à neuf joueurs). Les coordinations se font et se défont constamment en cours de jeu (Silva et al., 2016), au grès de la dynamique d'opposition. Ceci traduit le fait que la coordination interpersonnelle est un phénomène fluctuant, l'équipe pouvant alterner entre modes de régulation local, global et mixte selon le contexte (Gesbert et al., 2017). Par conséquent, la coordination n'est ni permanente, ni immuable puisqu'il ne s'agit pas pour les joueurs de football de se synchroniser parfaitement en toute occasion.

V. 3. C) Un mouvement d'ensemble au service de la performance ?

Plusieurs auteurs avancent que la coordination d'équipe est directement liée à la performance collective (Gorman, 2014; S. Steiner et al., 2017). Or, si les niveaux de coordination fluctuent avec la dynamique du jeu, présenter des niveaux élevés permet-il de réaliser de meilleures performances ? Au travers de notre dernière hypothèse (c), nous suggérons que la performance de l'équipe serait associée à davantage de coordination dans les mouvements en défense comme en attaque. Dans leur étude portant sur le football, Silva et ses collaborateurs (2016) n'ont pas trouvé de lien entre l'amélioration de la coordination et certains critères de performance : nombre de tirs, possession de balle, nombre de récupérations.

²⁴⁰ Le gardien était exclu de l'analyse.

Dans une étude similaire, Bartlett et ses collaborateurs (2012) soulignent que leur travail n'a pas permis de mettre en avant une différence dans la dynamique de coordination entre les actions positives²⁴¹ et les actions n'amenant pas à une situation de but. De plus, les auteurs de cette étude notent que les séquences produisant des situations de but sont « plus volatiles » et moins prévisibles que les séquences « stériles ». Ils suggèrent que dans les rencontres de football de haut niveau, la dynamique de coordination mesurée (en l'occurrence le centroïde de l'équipe) n'est pas assez sensible pour mettre en évidence des événements décisifs : buts, tir ou un changement de possession. Il s'agit là d'un problème d'expert. En effet, Seifert et ses collaborateurs (2017) soutiennent que la capacité à se coordonner – en dyade ou en équipe – est une caractéristique de l'expertise dans des contextes coopératifs de performance. A ce niveau de pratique les équipes sont coordonnées avec une grande force, étudiant avec minutie leurs adversaires et s'entraînant journalièrement. Certains travaux pointent que la pratique commune régulière permet de renforcer une telle synergie (Silva et al., 2016). Ainsi, les « failles » de coordination sont probablement plus rares et moins visibles dans les équipes expertes.

De notre côté, les analyses que nous avons réalisées n'ont pas permis de mettre en évidence un quelconque lien entre les niveaux de coordination et la performance. A l'échelle des matches, les CCI des équipes étaient relativement proches (coefficient de variation égal à 3 % tout au plus), rendant impossible l'interprétation de leur impact sur le score des matches. Concernant l'échantillon de 40 séquences de transition, la mise en relation des CCI avec le résultat de l'action (xT) n'a rien donné : aucune corrélation n'était significative. Ces résultats viennent soutenir les propos cités en amont par Bartlett et ses collaborateurs (2012). Il semble que l'analyse des coordinations – qu'elle porte sur le centroïde ou les mesures du mouvement – ne permette pas à elle seule de modéliser la performance. Toute autre conclusion aurait été surprenante, compte tenu de la complexité de l'activité et de la rareté des buts.

Pour autant, un constat s'est imposé à nous : il semble que les deux équipes qui s'opposent s'influencent mutuellement dans une dynamique de coordination à l'échelle du système équipe-équipe. En effet, les CCI des deux équipes étaient relativement proches pour la vitesse et le coefficient angulaire, quel que soit le match et le score associé. Pour autant, cette observation est réalisée au niveau de la rencontre et ne dit rien de la dynamique d'opposition en cours de jeu.

²⁴¹ C'est-à-dire les tirs et les buts, ce qui correspond à un xT supérieur à 7 (cf. Chapitre IV).

L'analyse des 40 séquences de transition – dans une perspective plus « micro » – vient toutefois renforcer l'hypothèse d'une coordination équipe-équipe : les CCI respectifs étaient corrélés concernant la vitesse ($CCI = 0,84$; $r = 0,72$; $p < 0,001$) et le coefficient angulaire ($CCI = 0,80$; $r = 0,67$; $p < 0,001$). Rappelons que ces mesures ne concernaient que les cinq premières secondes des actions étudiées. Or, c'est précisément dans ce laps de temps que les équipes sont les plus désorganisées, permettant à l'une ou l'autre équipe de prendre l'ascendant. Même lors des fenêtres de jeu « chaotiques », la défense et l'attaque produisent un mouvement d'ensemble coordonné l'une à l'autre, alors qu'elles ont des objectifs antagonistes. Plusieurs travaux de recherche ont également constaté ce phénomène. Au travers de l'analyse des centroïdes de deux équipes de basketball, Bourbousson et ses collaborateurs (2010b) ont relevé une dynamique « en phase » entre les deux équipes adverses. Ces résultats soutiennent l'existence d'une coordination spontanée entre les adversaires, du moins pour le mouvement des « blocs équipes ». Des conclusions similaires ont été tirées dans une recherche en football (Duarte, Araújo, Correia, et al., 2013). De même, Bartlett et ses collaborateurs (2012) ont analysé la coordination des trajectoires des joueurs de football à partir de la mesure du centroïde des équipes. Les auteurs ont eux aussi constaté que les deux équipes « se déplacent » de manière relativement coordonnée.

D'autre part, plusieurs études suggèrent que le match avançant vers son terme, les équipes se coordonnent davantage et deviennent plus prévisibles (Duarte, Araújo, Correia, et al., 2013; Duarte, Araújo, Folgado, et al., 2013). Les auteurs avancent que ces changements peuvent être imputés à la fatigue accumulée durant les rencontres. A mesure que le temps de jeu s'écoule, les équipes feraient preuve d'une moindre flexibilité. A cet égard, il nous faut considérer que la flexibilité « n'est pas une perte de stabilité mais, à l'inverse, est un signe d'adaptation perceptive et motrice aux contraintes en interaction, afin de faciliter (structurellement ou non) les changements dans les modèles de coordination, tout en maintenant la performance fonctionnelle » (traduction libre de Seifert et al., 2017, p. 3). Cela signifie qu'il y a « du jeu » dans la coordination et que cette marge peut être considérée comme une preuve de la capacité d'adaptation des équipes. D'ailleurs, si les différences de coordination inter-équipes n'étaient pas significatives dans notre étude, l'équipe du PSG (2 victoires et un match nul sur l'échantillon) présentait des valeurs de CCI légèrement inférieures pour chaque opposition. En outre, la façon dont les niveaux de coordination influent sur la performance des équipes n'est pas claire. Pour Eccles et Tenenbaum (2004), ne pas coordonner les opérations de l'équipe peut entraîner des performances inférieures.

Dans une tâche relativement simple, cette affirmation s'entend : sans incertitude ni pression temporelle, coordonner ses actions revient à savoir qui fait quoi, quand et comment. Dans le champ sportif, *a fortiori* en football, cette conception n'est pas opérationnelle puisque par définition les faits de jeu sont imprévisibles. D'ailleurs, les auteurs soulignent que les modalités de coordination sont dépendantes des caractéristiques de l'équipe, et plus encore de la tâche. Ajoutons que le football est :

L'un des sports les plus difficiles à analyser quantitativement en raison de la complexité du jeu et de la circulation quasi ininterrompue du ballon pendant le match. En effet, contrairement au baseball ou au basketball, pour lesquels il existe une multitude de données statistiques sur les performances détaillant la contribution de chaque joueur au résultat final, il n'est pas facile de définir des mesures quantitatives de la contribution d'un individu dans le football (traduction libre de Duch et al., 2010, p. 1).

Les auteurs précisent que la tendance des matches à se terminer sur des scores faibles rend d'autant plus difficile l'analyse statistique des actions de jeu, en comparaison du basketball ou du handball par exemple. Néanmoins, les avancées technologiques réalisées ces dernières années ont permis de décrire avec plus de variété – mais aussi de précision – les mouvements collectifs coordonnés (Cornejo et al., 2017). Parmi les instruments permettant d'étudier la coordination interpersonnelle, les systèmes de suivi se sont fortement développés. En outre, Cornejo et ses collaborateurs soulignent qu'ils possèdent de réels avantages pour les chercheurs : précision, gain de temps dans le traitement des vidéos, recueil automatique des données brutes, etc. Nombre d'auteurs s'accordent ainsi pour considérer les outils de *tracking* (vidéo, GPS, etc.) comme des instruments prometteurs dans le sport de haut niveau (Bourbousson & Sève, 2010a; Duarte et al., 2012).

Synthèse du chapitre V :

En tant que systèmes sociaux complexes, les équipes sont constituées d'agents en interaction, ce qui leur permet de faire émerger des schémas auto-organisés (Araújo & Davids, 2016). Parmi ces motifs – ou *patterns* – collectifs, les équipes de football s'illustrent par leur capacité à produire un mouvement d'ensemble coordonné. En utilisant les données spatiotemporelles issues de trois matches professionnels, nous avons mis en évidence de hauts niveaux de coordination interpersonnelle, concernant la vitesse et la direction des membres de l'équipe. De plus, la coordination des mouvements était en partie déterminée par la proximité spatiale entre les joueurs. En effet, les joueurs les plus proches en moyenne ajustaient davantage leurs courses entre eux. Cette coordination « locale » se répercute par la suite au plan « global ». Dans la lignée des travaux antérieurs portant sur la coordination interpersonnelle au sein d'équipes de sport collectif, nous suggérons que cette capacité soit révélatrice de l'expertise (Seifert et al., 2017). En outre, nous avons montré que la coordination collective était sensible aux conditions de jeu et au type d'action qui se déroulait : Les équipes se coordonnaient davantage lorsqu'elles défendaient. Bien que les moments suivant une transition soient caractérisés par une désorganisation du jeu, les équipes parviennent tout de même à se coordonner une action sur deux, dans les toutes premières secondes après une perte/récupération de balle. Par ailleurs, nos résultats soutiennent les conclusions de plusieurs études mettant en lumière l'influence réciproque d'une équipe sur l'autre (Bartlett et al., 2012; Bourbousson et al., 2010b). Ce constat renforce l'idée que la capacité de l'équipe à se désorganiser – en créant du mouvement et de la variété dans le jeu – tout en maintenant son équilibre, est déterminante pour produire une performance collective.

De façon générale, la coordination collective « consiste à organiser les actions des membres de l'équipe de manière à ce que, lorsqu'elles sont combinées, elles soient en relation adéquate pour obtenir le résultat le plus efficace » (traduction libre de Eccles & Tran, 2012, p. 32). En cela, la coordination des joueurs ne se limite pas à se déplacer ensemble – bien que cela y contribue, notamment en défense. Cette synergie s'illustre également sur les plans de la décision et de l'anticipation. Cela demande non seulement de prendre l'information sur son partenaire, mais également d'être capable d'anticiper son action (quoi, où et quand ?) pour se coordonner. A ce titre, Eccles et Tran (2012) soulignent qu'une anticipation inadaptée enraille la coordination des joueurs, alors que l'anticipation efficiente de la situation renforce les performances (Entin & Serfaty, 1999).

A cet égard, les analyses qui examinent les comportements de coordination collective peuvent être utiles aux structures de la performance – comme les clubs et fédérations – pour les pratiques de *scouting*²⁴², d'analyse de l'adversaire ou de son propre jeu. Soulignons que les données produites sont complémentaires des méthodes d'analyse notationnelle abordées au chapitre IV.

²⁴² Processus consistant à observer et suivre des joueurs dans l'optique d'un futur recrutement.

TROISIEME PARTIE : DISCUSSION ET PISTES POUR L'INTERVENTION EN FOOTBALL

Notre troisième partie s'inscrit pleinement dans un des objectifs de cette thèse : *contribuer à une approche systémique de la complexité du jeu*. Pour ce faire, nous commençons par discuter les éléments saillants issus de nos recherches, d'un point de vue épistémologique. A ce titre, le **chapitre VI** présente une discussion générale de notre travail, venant en quelque sorte « couronner » les discussions partielles des chapitres de la deuxième partie. Aussi, nous reviendrons sur la question de recherche principale que nous avons formulée en introduction : **Comment les équipes de football résolvent-elles des problèmes complexes, en situation de forte pression spatio-temporelle, lorsque l'essentiel de la communication est praxique ?** A la lumière de notre conceptualisation et de nos démonstrations, nous tenterons d'y répondre de façon synthétique. En complément, cette réflexion se nourrira des réponses aux questions de recherche secondaires posées au commencement de ce travail. Nous nous sommes demandés : **Par quels moyens l'équipe exploite-t-elle la logique interne du jeu en déployant un algorithme collectif antagoniste à celui de l'équipe adverse ? Comment s'exprime cet avantage adaptatif sur le plan collectif ? Dans quelle mesure les comportements tactiques produits sont-ils révélateurs d'une forme d'intelligence collective ?**

Sur le plan pragmatique, notre travail s'insère dans le champ de ce que certains auteurs nomment les *sciences de la performance* (Raab & Gigerenzer, 2015). Selon eux, ce cadre vise plusieurs objectifs : *décrire, expliquer, prédire* et *modifier* le comportement humain. Jusqu'ici, nous nous sommes focalisés sur le premier point, mettant en évidence les comportements collectivement intelligents des équipes de football. Si par certains aspects, nos résultats permettent d'expliquer, voire de prédire les comportements des équipes, nous souhaitons également concourir au développement de l'intelligence collective « sur le terrain ». Dans cette optique, nous illustrerons les bénéfices tirés de notre étude au travers de propositions pour l'intervention. Le **chapitre VII** s'organise autour d'actions concrètes à destination des entraîneurs et formateurs du milieu fédéral, pouvant également être mobilisées par d'autres acteurs du domaine de la formation, notamment les enseignants.

Chapitre VI : Discussion générale

Au cours de ce travail de thèse, nous avons cherché à mettre en évidence le phénomène d'intelligence collective dans les équipes de football au prisme de certains comportements émergents à l'échelle de l'équipe : *anticipation*, *décision* et *coordination* collectives. A cette fin, nous avons mobilisé différentes approches méthodologiques dont la complémentarité a été soulignée. Chacune d'entre elles se déploie à un niveau d'analyse particulier, de l'individu au collectif en passant par le niveau situationnel. D'ailleurs, « c'est à la propriété d'enchâssement des niveaux que l'on attribuera une des clés principales de l'intelligibilité de la complexité, et donc de l'intelligence » (Morin & Le Moigne, 1999, p. 309). Ce croisement est d'autant plus nécessaire pour l'intelligence collective, puisqu'elle porte la complexité à un niveau encore supérieur.

Ainsi, prises indépendamment, les différentes perspectives méthodologiques de l'activité collective ne permettent pas d'aborder notre sujet de façon systémique. D'une part, « l'individualisme méthodologique simple est un réductionnisme, il ignore le saut en complexité que le passage de l'individuel au collectif implique », mais d'autre part le collectivisme méthodologique (holisme) « s'appuie, comme l'individualisme méthodologique simple, sur un niveau ultime d'explication : il s'agit simplement du tout, et non plus des individus » (Dupuy, 2004, p. 326). Dans ce travail, nous avons tenté de mettre en œuvre une forme d'*interactionnisme méthodologique*. Nous soutenons que les méthodes employées ne sont ni hiérarchiques ni ordonnées : aucune d'entre elles ne peut prévaloir sur les autres. De même, l'ordre dans lequel nous les convoquons découle simplement des comportements collectifs étudiés. En articulant les outils, nous envisageons ces trois approches de façon imbriquée et, loin de les opposer, nous nous appuyons sur cette *systémie méthodologique* afin d'appréhender la complexité de l'activité collective d'une équipe de football.

Récemment, plusieurs tentatives de rapprochement – entre perspectives socio-cognitives, énaactives et écologiques – ont été opérées sur le plan théorique (S. Steiner et al., 2017). Par exemple, Filho (2019) propose un cadre théorique – la *Team Dynamics Theory* (TDT) – promouvant une vision intégrée, explicative et systémique de la dynamique des équipes et de leurs performances. Il relie différentes composantes de leur fonctionnement : la cohésion, les modèles mentaux partagées, la coordination, l'efficacité collective et les résultats de l'équipe.

Gorman (2014) insiste quant à lui sur la coexistence de composantes cognitives « internes » (notamment les connaissances) et de composantes comportementales « externes » (par exemple la coordination des actions). Il souligne que l'hypothèse d'une indépendance de ces composantes est erronée. Au contraire, elles interagissent constamment dans un mouvement réciproque et récursif. Si la TDT s'applique à tout le spectre des équipes, l'auteur souligne qu'elle puise ses sources dans le domaine de la psychologie du sport, de l'exercice et de la performance (Filho, 2019). D'autre part, Filho précise que la TDT n'est pas une théorie holistique :

Car elle ne tente pas d'englober tous les processus d'équipe et toutes les nuances de la dynamique d'équipe, mais c'est plutôt une théorie systémique. En d'autres termes, la prise en compte de tous les processus et sous-processus de l'équipe dépasse le cadre de la TDT. Dans les théories systémiques, l'objectif n'est pas de trouver une seule règle générale, mais plutôt d'expliquer les relations entre un ensemble spécifique de variables (traduction libre de Filho, 2019, p. 2).

D'ailleurs, Filho souligne l'importance de faire « cohabiter » différentes méthodologies dans l'étude des équipes. A cet égard, le présent travail ne relève pas d'une *approche holistique*, mais bien d'une *approche systémique* : usant de diverses perspectives méthodologiques pour mettre en évidence les comportements collectifs intelligents propres aux équipes de football ; étudiant par la même le réseau de relation qui les unit.

A ce propos, nous ne nions pas l'existence d'autres comportements collectifs pouvant contribuer à la connaissance de l'intelligence collective des équipes : citons pour exemple la communication et la prise d'information. Ainsi, nous limiter aux trois comportements étudiés dans ce travail découle d'un véritable choix épistémologique, puisque selon Filho (2019) l'objectif d'une théorie systémique n'est pas de formuler une seule règle universelle, mais bien de mettre en évidence les relations entre les composantes d'un système. L'interférence entre l'anticipation, la décision et la coordination collectives – mise en lumière par la complémentarité des méthodes exploitées – constitue à ce titre une approche systémique. C'est pourquoi :

Au lieu d'un paradigme dominant qui supprime les autres, nous plaidons en faveur d'un pluralisme explicatif en psychologie (sociale). Le comportement humain est extraordinairement complexe. Ce phénomène est suffisamment riche pour admettre plusieurs objectifs et niveaux d'analyse qui nécessitent un pluralisme pour les aborder tous. Cela ne veut pas dire qu'il ne peut y avoir de véritable concurrence entre différentes théories sur des phénomènes similaires (traduction libre de Araújo & Bourbousson, 2016, p. 136).

Cette réflexion nous amène à relier les connaissances, les intentions, les interprétations et les actions des acteurs du jeu, en même temps que les contraintes environnementales émergeant *in situ*. De prime abord, les outils psychométriques – tels que le test d’anticipation collective que nous avons mis au point – semblent pertinents pour mesurer le partage de connaissance ancrées, la similarité et la complémentarité dans la lecture de jeu. Quant à l’analyse notationnelle, elle s’avère efficace concernant l’évaluation des décisions collectives prises en contexte réel. Aussi Filho (2019) suggère-t-il que la théorie des jeux – dont nous avons mobilisé une version « altérée » – est une voie potentielle pour ce type de recherche. Enfin, l’étude de la coordination collective en situation de forte incertitude et sous pression spatiotemporelle doit nécessairement s’appuyer sur des outils et méthodes permettant de mettre à jour des *patterns* (Moussaid et al., 2009), sans dénaturer l’activité ou la reconstruire artificiellement. *In fine*, se placer au plus proche des conditions d’expression des phénomènes analysés doit constituer une préoccupation constante pour le chercheur.

Bien que nous n’ayons pas mobilisé d’outils reposant sur des « méthodes qualitatives » tels que les entretiens d’autoconfrontation (Theureau, 2010) ou d’explicitation (Mouchet, 2016; Vermersch, 2012), il serait fécond qu’ils viennent enrichir des travaux post-thèse. La verbalisation peut s’avérer particulièrement pertinente dans des situations « voisines » caractérisées par une moindre pression temporelle : qu’il s’agisse de la mobilisation d’une intelligence collective plus *stratégique* (sur coup de pied arrêté par exemple) ou bien en ce qui concerne l’activité connexe de l’entraîneur et de son staff. A ce titre, l’étude de l’intelligence collective des entraîneurs de football – dans le contexte du match, de sa préparation ou de l’entraînement – est une perspective porteuse à explorer.

Dans la suite de ce chapitre, nous reviendrons en premier lieu sur le postulat du référentiel commun (Section VI. 1), en discutant de son apport théorique et des perspectives empiriques qui pourraient renforcer son importance. Puis nous reviendrons sur les résultats que nous avons présentés, au prisme des facteurs favorisant l’émergence de l’intelligence collective dans les équipes de football (Section VI. 2). Enfin, nous tâcherons de prendre du recul sur notre étude en replaçant son objet dans le spectre plus large des intelligences collectives (Section VI. 3 à 5), tout en soulignant ses limites et les perspectives qui s’ouvrent à l’avenir.

VI. 1) Le postulat du référentiel commun

Avant toute chose, rappelons qu'un postulat représente un principe formulé à l'origine d'une recherche ou d'une théorie, non démontré mais que l'on demande d'admettre pour vrai. Si ce travail n'avait pas pour objet la démonstration ou l'évaluation du référentiel commun, des recherches antérieures ont pointé son importance. Dans ce cadre, nous postulons que la construction d'un référentiel commun est primordiale pour coopérer (Bourbousson & Sève, 2010b; Mouchet, 2010), car « seul un code maîtrisé par tous les joueurs permet l'échange et la compréhension des messages, donc de connaître les projets du partenaire. La fonction essentielle de ce code de jeu est de réduire l'incertitude d'information des partenaires et d'accroître celle des adversaires » (Menaut, 1998, p. 15). Grâce à ce référentiel commun, les équipes efficaces développent une compréhension commune de la tâche (Fiore et al., 2003), et ce faisant, anticipent les besoins et comportements d'autrui pour se coordonner. Ainsi, un niveau de partage minimum semble requis pour que « le tout soit plus que la somme des parties » et qu'une forme d'intelligence collective se mette en place.

Ces dernières années, « un des aspects de l'intelligence collective les plus étudiés [...] est la capacité des individus à partager des modèles mentaux communs pour créer des équipes efficaces » (Michinov, 2016, p. 40). Parmi les différents types de modèles mentaux partagés, nous retrouvons la *mémoire transactive*, définie comme « une métaconnaissance de ce qu'une autre personne sait, combinée au corpus de connaissances résultant de cette compréhension » (traduction libre de Lewis, 2003, p. 588). Cette dernière porte principalement sur les domaines d'expertise reliés à la tâche et leur utilisation distribuée par les membres du collectif (Michinov, 2007). La mémoire transactive décrit les connaissances des membres de l'équipe portant sur leurs coéquipiers, leur permettant « de s'adapter aux environnements dynamiques et complexes dans lesquels les équipes sont amenées à évoluer, qu'il s'agisse de faire face à un changement de tâche, à une dispersion géographique ou à de la pression temporelle » (Michinov, 2016, p. 42).

Sur le terrain de football²⁴³, la mémoire transactive peut expliquer comment les joueurs d'une même équipe se comprennent et coopèrent sans recourir à des communications verbales fréquentes, malgré la pression temporelle.

²⁴³ Par exemple lorsque mon ailier déborde, je sais qu'il est gaucher et qu'il centre plus souvent au premier poteau, ou qu'il sollicite préférentiellement un jeu en « une-deux » dans cette configuration-là. Ses partenaires vont ainsi plus aisément anticiper son action, décider en conséquence et se coordonner ensemble.

En effet, les communications verbales entre joueurs – mais aussi entre les joueurs et l'entraîneur – ne sont pas aisées durant le jeu. Or, comme le soulignent Eccles et Tran (2012), une communication efficace est un prérequis essentiel à la coordination de l'équipe. La surface du terrain de football, la durée des mi-temps et la continuité des actions de jeu limitent fortement la coordination explicite *in situ*. Bien que la coordination explicite soit reconnue comme déterminante pour la performance collective, « elle devient insuffisante lorsque des décisions doivent être réalisées sous pression temporelle » (Cotard & Michinov, 2020, p. 186), ce qui est le cas au football : la communication étant essentiellement sémiotrice, alors que la coordination tend vers le pôle implicite. Cotard et Michinov précisent que les processus de *coordination implicite* sont « liés à l'anticipation des actions et comportements de chacun en l'absence de communication explicite entre les membres » (2020, p. 185). De plus, « la coordination implicite serait facilitée par le développement de modèles mentaux partagés ou de référentiel opératif commun au sein des équipes » (Blanchet & Michinov, 2016, p. 326). Pour se coordonner, les équipes de football mobilisent donc un arrière-plan de connaissances partagées – le référentiel commun – qui, à l'instar de la mémoire transactive, fait référence à un mode de coordination implicite, sans communication verbale.

Au niveau groupal, « la mémoire transactive contribue à améliorer les performances collectives, et plus particulièrement lors de la résolution de tâches complexes qui nécessitent la contribution et l'expertise des différents membres du groupe » (Michinov, 2007, p. 60). A cet égard, partager des connaissances sur les compétences dont dispose chacun de ses coéquipiers s'apparenterait à une sorte de *métacognition collective* (Michinov, 2016), proche du cadre de la *macrocognition* (G. Klein & Wright, 2016). Notons que si notre test d'anticipation collective a pu mettre en évidence le partage d'un certain arrière-plan de connaissances, plutôt lié au *référentiel commun ancré*, il ne permettait pas d'étudier la connaissance partagée des connaissances et compétences de ses partenaires (mémoire transactive). En effet, le support du test (vidéos) ne portait pas sur des situations de jeu vécues par les participants ou concernant leurs coéquipiers.

Par ailleurs, Michinov et Blanchet (2015) expliquent que la familiarité entre les membres d'une équipe peut développer la mémoire transactive et permettre au collectif de mieux utiliser l'expertise, augmentant ainsi les performances du groupe. A l'instar du référentiel commun, la mémoire transactive possède une part de connaissances partagées par tous (structure différenciée) et partagées – ou distribuées – entre les membres (structure intégrée).

Concrètement, elle peut être évaluée à l'aide d'un questionnaire spécifique (Lewis, 2003; Michinov, 2007 pour la version française) mesurant trois dimensions : la *spécialisation*, la *coordination* et la *crédibilité*. Plus précisément :

La coordination exprime l'organisation parfois tacite que doivent mettre en œuvre les membres des groupes lorsqu'ils désirent partager leurs connaissances personnelles et coordonner leurs activités. La crédibilité se rapporte à la confiance des membres concernant les connaissances et compétences individuelles des partenaires du groupe. Quant à la spécialisation, elle renvoie à la possession par les membres du groupe d'expertises spécifiques et à la perception de complémentarité au sein du groupe (Michinov, 2007, p. 61).

Michinov (2007) souligne que la version française de l'échelle de mémoire transactive est particulièrement adaptée aux groupes d'apprentissage. Or, les équipes de football de tout niveau et de tout âge correspondent – toute chose égale par ailleurs – à cette description. Ce sont bien des collectifs apprenant, au sein d'une pratique commune. D'ailleurs, « l'entraînement à travailler ensemble et la familiarité des membres sont des éléments cruciaux dans l'efficacité d'une équipe lors d'une prise de décision ou d'une résolution de problèmes » (2007, p. 60). Au football, ces expériences partagées – constituant une véritable mémoire corporelle collective – ne sont pas mobilisées tout au long de l'action, mais sont sollicitées, actualisées et resollicitées en cours de jeu (Gesbert et al., 2017). Elles constituent le référentiel commun *transitoire*, une forme de conscience collective de la situation (Endsley, 1995) qui rejoint – tout en dépassant – la définition initiale²⁴⁴ de la mémoire transactive : (i) une *combinaison de connaissances individuelles* et (ii) *la conscience interpersonnelle des connaissances des autres* (Wegner, 1986, cité par Austin, 2003). Concernant le référentiel commun *ancré*, il renvoie également à cette définition, représentant une combinaison de connaissances individuelles partagées (Mouchet, 2010). Au travers de ses deux composantes, le référentiel commun peut ainsi intégrer le concept de mémoire transactive.

²⁴⁴ Austin souligne que les études récentes sur les systèmes de mémoire transactive se sont focalisées sur la deuxième partie de la définition de Wegner : la conscience interpersonnelle de la connaissance des autres. Il précise également que les procédures de mesure utilisées dans son étude sont complémentaires du travail de Lewis (2003).

Cependant, les trois dimensions citées précédemment (spécialisation, coordination et crédibilité) ne sont pas les seules conceptions de la mémoire transactive. Austin (2003) propose de combiner quatre dimensions :

- Le réservoir de connaissances d'un groupe, qui représente la composante individuelle de la construction de la mémoire transactive. Il peut être déterminant dans les tâches pour lesquelles la communication explicite est difficile ;
- Le consensus (ou accord) sur les sources de connaissances, est considéré comme une composante importante de la mémoire transactive. Il indique dans quelle mesure les membres d'un collectif sont d'accord sur qui possède quelle connaissance. Austin souligne que cette dimension est un modèle mental d'équipe qui concerne la distribution des connaissances au sein du groupe ;
- La spécialisation de l'expertise, permet à une équipe de tirer un meilleur bénéfice de ses membres, car chacun d'entre eux peut construire des savoirs et savoir-faire propres dans un domaine particulier. Austin note que la spécialisation peut également favoriser le consensus et la précision de la mémoire transactive, car il est plus simple d'identifier l'expertise de ses coéquipiers dans une équipe d'experts ;
- La précision de l'identification des connaissances, traduit la conformité entre l'identification par les membres du groupe des connaissances et compétences d'autrui, et le fait qu'ils possèdent effectivement celles-ci. Il s'agit en quelque sorte de la qualité du jugement interne à l'équipe.

Austin (2003) soutient que les groupes qui s'entraînent ensemble développent les dimensions de consensus, de spécialisation et de précision, ces dernières améliorant la performance du groupe. Il ajoute que *la précision* de la mémoire transactive constitue le prédicteur le plus significatif de la performance collective, ce qui conforte notre point de vue sur les « équipes expertes » (*cf.* Tableau 20). Toutefois, il s'agit de conclusions essentiellement issues de tâches « cognitives » ou réalisées sous faible pression temporelle. De telles recherches s'aventurent peu à peu sur le terrain des équipes de travail faisant face à des environnements complexes, incertains voire risqués (Blanchet & Michinov, 2016). A notre connaissance, aucune recherche de cette nature n'a été réalisée dans le domaine sportif malgré son accessibilité. Or, croiser des tests perceptivo-cognitifs adaptés aux sportifs avec une échelle de mémoire transactive²⁴⁵ pourrait s'avérer fécond, dans l'optique de mesurer le référentiel commun d'une équipe. En parallèle, l'évaluation récurrente de la mémoire transactive (après chaque match sur une saison par exemple) pourrait être mis en relation avec les performances de l'équipe.

²⁴⁵ Notons avec intérêt que dans notre test d'anticipation collective, les scores collectifs émergents et pondérés sont agrégés, « comme dans la plupart des études sur la mémoire transactive » (Michinov, 2007, p. 63).

Dans le tableau ci-dessous, nous proposons un croisement entre les principales dimensions du référentiel commun identifiées dans ce travail (Section I. 3), les différents types de connaissances pouvant constituer un modèle mental partagé (Cannon-Bowers et al., 1993), et les dimensions avancées par Austin (2003).

Tableau 20 : Croisement des dimensions du référentiel commun et des types de connaissances, intégrant la mémoire transactive

<u>Modèles</u>	<u>De la tâche</u>	<u>De l'interaction</u>	<u>De l'équipe</u>	<u>De l'équipement</u>
	« Je sais quoi faire et comment »	« Je sais quelle est mon rôle et celui des autres »	« Je sais ce que savent et savent faire les autres »	« Je sais le fonctionnement de l'équipe, ses capacités et compétences »
<i>Dimensions</i>				
<i>Volume (V)</i>	Réservoir	Réservoir	Réservoir Précision	Réservoir
<i>Homogénéité (H)</i>	Spécialisation		Consensus	
<i>Partage (P)</i>	Spécialisation		Consensus	
Équipe	D'experts		Experte	

En outre, la mémoire transactive peut se rapporter aux modèles de l'équipe et de l'équipement. Tous deux font référence aux connaissances/compétences des coéquipiers d'une part, et du fonctionnement de l'équipe d'autre part. En complément, les tests perceptivo-cognitifs tels que celui utilisé dans le chapitre III concernent plutôt les modèles de la tâche et de l'interaction.

En incorporant certaines dimensions de la mémoire transactive, cette tentative de formalisation du référentiel commun laisse plusieurs « intersections » vides. Ces manques pourraient être comblés en convoquant des techniques d'explicitation, à l'instar de la modélisation du référentiel commun opérée par Mouchet et Bouthier (2006). Une fois de plus, nous soulignons l'importance d'une *hybridation méthodologique* dans l'appréhension des phénomènes complexes.

VI. 2) L'émergence de l'intelligence collective dans les équipes

En modulant leurs comportements collectifs en fonction des contraintes du jeu, les équipes de football font émerger une forme d'intelligence collective. En tant que systèmes complexes, elles sont adaptatives et orientées vers un but (Balague et al., 2013). L'équipe est aussi un système dynamique, « défini comme un ensemble d'éléments en interaction présentant un comportement collectif émergent, déterminé par des propriétés d'auto-organisation issues du nombre important d'échanges d'informations en son sein » (Bourbousson & Sève, 2010a, p. 62). Ces « éléments » sont les joueurs qui, par leurs interactions, font émerger des comportements collectifs variés et interconnectés (anticipation-décision-coordination).

Dans les équipes de football, l'intelligence collective se présente sous sa forme « originelle ». Elle est particulièrement efficace pour permettre aux individus de se *co-adapter*, car en plus de partager des connaissances et un but commun, ils évoluent dans un même espace-temps : ce que nous avons défini comme une *activité coopérative*. Ces caractéristiques la différencient des *activités collaboratives*, pour lesquelles l'action n'est pas réalisée dans le même espace-temps²⁴⁶. Par opposition à la coopération, la collaboration repose donc principalement sur des interactions indirectes²⁴⁷. Les autres formes d'intelligence collective – notamment pyramidale – s'appuient essentiellement sur des interactions indirectes. C'est pourquoi leurs collectifs font preuve d'une moindre adaptation aux perturbations²⁴⁸, et sont adaptables dans un spectre plus restreint de situations.

Toutefois, les différentes formes d'intelligence collective disposent de points communs : différents facteurs permettent leur émergence. Dans le chapitre II, nous avons souligné l'existence d'une triple dialogique entre ces facteurs : diversité – homogénéité ; décentralisation – agrégation ; indépendance – interdépendance. Revenons point par point sur ces « tensions » produisant l'intelligence collective dans des collectifs variés, et précisons comment elles s'illustrent dans les équipes de football.

²⁴⁶ Il existe ainsi des équipes collaboratives, voire des équipes qui alternent entre coopération et collaboration : c'est le cas au sein des entreprises.

²⁴⁷ Dont les technologies numériques (visioconférence) sont un exemple. Dans ces conditions, la distribution dans l'espace et/ou le temps diminue la conscience des actions des membres de l'équipe tout en réduisant la richesse cognitive de l'environnement (Fiore et al., 2003).

²⁴⁸ Du moins en ce qui concerne leur capacité à se co-adapter rapidement, dans des contextes incertains.

Au sein d'une équipe, la diversité/homogénéité propre aux joueurs peut porter sur différents points : principalement leurs morphologies, compétences, connaissances, expériences et actions. Dans le chapitre III, nous nous sommes focalisés sur la diversité cognitive, en termes de connaissances et d'interprétation de la situation. Nous avons montré que les équipes interprètent le jeu de façon commune et que cette homogénéité cognitive augmentait corrélativement à l'expérience moyenne du collectif. A ce titre, nous avons pu valider notre hypothèse selon laquelle les équipes les plus expérimentées font preuve d'une lecture de jeu davantage partagée. Toutefois, nos résultats n'ont pas mis en lumière de différence entre les équipes s'entraînant quotidiennement ensemble (« Réel ») ou non (« Spécialiste »), que ce soit en termes de scores individuels et collectifs ou d'homogénéité cognitive. Nous suggérons que l'impact d'une pratique commune s'illustrerait plutôt du côté de la mémoire transactive : connaissances des connaissances, compétences et expertises de mes coéquipiers.

A contrario, les équipes non spécialistes (« Polyvalence ») sont significativement différentes du reste de l'échantillon, notamment pour l'homogénéité cognitive. Parmi nos trois mesures de cette dernière, deux étaient fortement et positivement corrélées aux trois scores collectifs. Ainsi, un référentiel commun de connaissances partagées semble nécessaire pour anticiper collectivement. Les recherches récentes soutiennent que la capacité d'un groupe à produire une intelligence collective dépend en partie des représentations mentales des intentions/objectifs d'autrui (Riedl et al., 2021). Si les membres de l'équipe sont capables de « lire le jeu » de façon similaire grâce au référentiel commun, ils développent une forme de conscience commune (Endsley, 1995), donc collective (Gorman et al., 2006) de la situation. En s'appuyant sur ce socle, les joueurs de l'équipe sont en mesure de reconnaître, juger ou interpréter une situation de façon similaire, complémentaire, ou compatible. C'est ce vers quoi tendent les équipes expertes. Toutefois, l'homogénéité cognitive est-elle toujours bénéfique au collectif ? Dans une étude récente (Aggarwal et al., 2019), les chercheurs montrent que la diversité des styles cognitifs est corrélée à l'intelligence collective selon une relation quadratique, formant un « U inversé ». En d'autres termes, une diversité cognitive trop faible ou trop forte fait décroître l'intelligence collective du groupe²⁴⁹. Nous avons observé ce phénomène, puisque le score émergent tend à diminuer à partir d'un certain seuil d'homogénéité. Une trop grande convergence des connaissances conduit à une conformité de groupe qui peut être néfaste à la résolution d'un problème complexe.

²⁴⁹ Aggarwal et ses collaborateurs rajoutent que la diversité cognitive est indirectement liée à l'apprentissage en équipe (*Team learning*), une relation médiée par l'intelligence collective.

D'autres études (Goldstone & Gureckis, 2009; O'Bryan et al., 2020; Woolley et al., 2010) montrent que l'hétérogénéité (de différents types) est une condition déterminante pour que l'intelligence collective se développe. D'ailleurs, les chercheurs en psychologie sociale :

Ont souvent souligné l'importance de la diversité de profils présents au sein d'un groupe. Cette diversité concerne aussi bien les compétences et les aptitudes des individus, que [...] leurs opinions ou leurs traits de personnalité (anxiété, agréabilité, confiance en soi). Ainsi, les travaux de recherche ont régulièrement mis en lumière les effets bénéfiques de l'hétérogénéité des compétences et styles cognitifs entre les membres (Michinov, 2016, p. 39).

En outre, un manque de diversité dans l'interprétation peut induire l'équipe en erreur plus souvent, soulignant l'équilibre précaire entre expertise et diversité dans un collectif. Cette idée fait écho à la notion *de complexité par le bruit* (Atlan, 1979, 2010) au sein des systèmes auto-organisés. Ainsi dans les équipes sportives, la dissonance cognitive ponctuelle de certains joueurs joue un rôle clé, permettant à l'équipe de s'adapter même lorsqu'une majorité des membres se trompe. Or c'est ce qui explique vraisemblablement l'effet de seuil : il faut qu'il y ait un minimum de « bruit » au sein du système pour que ses membres puissent coupler leurs degrés de liberté (Araújo et al., 2015; Araújo & Davids, 2016). Une relative diversité d'interprétation constitue alors une richesse pour l'équipe, lui permettant d'être plus adaptable, donc plus intelligente.

Néanmoins, les connaissances partagées de l'équipe permettent l'anticipation des actions que les membres de l'équipe sont sur le point d'entreprendre, favorisant la coordination implicite au travers des communications non verbales (Gabelica et al., 2016). Nous retrouvons ici la dialogique diversité – homogénéité dans les prises de décisions et la coordination. S'agissant des choix collectifs, les équipes font preuve d'une relative diversité, alternant « jeu direct » et « jeu indirect » en fonction de la situation. Si l'homogénéité cognitive semble déterminante dans la compréhension en équipe, la diversité apparaît essentielle à la créativité, donc à l'imprévisibilité.

Sur le plan pratique, Arrigo Sacchi (dans Ribot, 2006) témoigne : « En général les équipes font appel à une créativité individuelle. Ce qui est difficile c'est la créativité collective ». En effet, si tous mes coéquipiers me proposent la même solution alors il ne peut y avoir de créativité collective. S'il y a de multiples solutions, elle peut s'exprimer collectivement. La diversité des solutions proposées permet de passer d'une créativité individuelle à une créativité collective, un des marqueurs de l'intelligence collective. D'ailleurs, nous avons vu dans le chapitre V que les joueurs coordonnent leurs mouvements jusqu'à un certain point.

Le fait que les joueurs se coordonnent – même dans les moments de transition – traduit une forme d’homogénéité dans les décisions et par la même dans la lecture de jeu, ce que nous avons détaillé en amont. Mais là encore, une forme de diversité est essentielle : elle s’illustre plus fortement chez les « joueurs à vocation offensive », moins coordonnés avec le reste de leur équipe. De ce fait l’équipe crée de l’incertitude chez l’adversaire, tout en la limitant en son sein grâce au référentiel commun.

Cette première mise en tension – entre diversité et homogénéité – constitue un facteur déterminant pour les équipes s’adaptant en cours de jeu. Cependant, « l’importance de la diversité cognitive ne signifie pas qu’un simple groupe de personnes diverses mais dépourvues de la moindre information offrira une sagesse collective supérieure à celle d’un expert » (Surowiecki, 2008, p. 67). Pour que la diversité opère, il est nécessaire d’avoir un fonctionnement de groupe décentralisé. Dans un système décentralisé, le pouvoir ne réside ni en un lieu précis ni en un individu particulier, il est distribué entre les éléments du système. Récemment, O’Byrne, Beier et Salas (2020) soulignaient l’intérêt que pouvait présenter l’étude de l’intelligence collective animale (bancs de poissons, nuées d’oiseaux, colonies de fourmis, etc.) pour comprendre l’intelligence collective humaine. Ces systèmes sont hautement décentralisés, il n’existe nulle part de « superviseur » qui dirige les *co-opérations* en temps réel. Soulignons à notre tour l’intérêt que peut présenter l’étude des collectifs dans le champ de la performance sportive, pour faire progresser la connaissance sur l’intelligence collective humaine.

Les équipes de football sont également des systèmes décentralisés. En effet, même si l’entraîneur « dirige » le groupe, donne des consignes et décide de la stratégie, les joueurs sont « libres » d’agir en cours de jeu. Ils s’adaptent dans l’instant, s’appuyant sur leur intelligence tactique. Au sein de l’équipe, aucun joueur ne décide pour autrui, même s’ils s’influencent mutuellement. A cet égard, si des leaders – techniques ou tactiques – peuvent émerger, l’influence est répartie entre les joueurs. En attaque, elle se polarise principalement sur le joueur porteur de balle. Dans le chapitre IV, nous avons montré que la décision collective émergente suivait majoritairement la première intention du porteur de balle. Puisque celui-ci change constamment, il s’agit-là d’une forme de décentralisation mouvante dans la prise de décision. En référence à notre première dialogique, Surowiecki souligne que la décentralisation des prises de décision « n’a de sens que s’il y a une hétérogénéité ou diversité suffisante. S’il y a de la diversité, les chances qu’au moins une personne mise sur une idée radicalement différente augmentent » (2008, p. 63).

Nous ne pouvons affirmer que ce soit le choix du porteur de balle qui détermine l'action collective ou l'inverse. Comme souvent, la relation de causalité est difficile à mettre en évidence. Mais quel que soit le sens de l'influence²⁵⁰, nous avons affaire à une forme d'agrégation des intentions de chaque joueur pour former une décision collective émergente. A l'instar des bactéries²⁵¹ – parmi les formes de vie les plus simples – qui « peuvent percevoir les effectifs de leur propre groupe et évaluer sa force de manière non réfléchie » (Damasio, 2017, p. 32), les joueurs sont capables d'estimer collectivement le rapport de force pour prendre une décision intuitive. D'ailleurs, « un système décentralisé ne produit des résultats vraiment intelligents que s'il y a un moyen d'agrèger toutes les informations privées présentes dans le système » (Surowiecki, 2008, p. 116).

Par conséquent, l'agrégation — qui exprime une forme particulière de centralisation — est essentielle au succès de la décentralisation, formant notre deuxième dialogique. Ainsi, « quand nos jugements imparfaits sont agrégés comme il se doit, notre intelligence collective se révèle souvent excellente » (Surowiecki, 2008, p. 20). Notons que le principe d'agrégation combiné à une décentralisation est plus répandu chez les grands groupes comme les marchés prédictifs, qui reposent essentiellement sur ce mécanisme. Les exploits intelligents générés par des groupes relativement importants, comme les communautés en ligne ou les foules, sont généralement appelés « *Wisdom of Crowds* » (Galton, 1907; Kets et al., 2014; Pennock, 2007). Cette sagesse collective décrit une situation pour laquelle l'agrégation des estimations d'un collectif est plus proche de la valeur réelle à estimer que toutes – ou du moins la majorité – les hypothèses individuelles, y compris celles d'experts. De même, l'agrégation de décisions et de déplacements peut être à l'origine d'un comportement collectif adapté dans les collectifs d'animaux en migration (Berdahl et al., 2018; Simons, 2004). Dans les équipes de football, l'agrégation se réalise par l'émergence d'une vision collective de la situation, ce que nous avons défini comme une lecture de jeu partagée (Chapitre III), ou par influence mutuelle des décisions et actions des coéquipiers (Chapitre IV). Cette agrégation peut également s'illustrer par l'émergence d'un mouvement collectif, les courses des joueurs produisant une coordination d'ensemble. Ainsi les estimations, décisions et déplacements sont rassemblés et combinés par une entité centralisatrice sans – nécessairement – recourir aux interactions verbales.

²⁵⁰ Il est même probablement certain qu'il s'agisse d'une co-détermination entre l'équipe et son porteur de balle.

²⁵¹ Elles utilisent pour cela des molécules chimiques leur permettant de percevoir, détecter certaines conditions de leur environnement, et ainsi y répondre. Elles sont capables, en fonction de cette perception, de se « lancer ou non dans un conflit pour défendre leur territoire » (Damasio, 2017, p. 32).

D'autre part, pour que cette *intelligence collective* puisse émerger de la mise en commun de choix indépendants, il faut toutefois que le résultat émergent soit interdépendant (Bettencourt, 2009), ouvrant sur notre troisième dialogique. De prime abord, nous pourrions concevoir l'interdépendance des agents au sein d'un collectif – c'est-à-dire ce qui fait sa complexité au sens propre – comme le facteur premier de l'intelligence collective. Or « paradoxalement, plus chacun pensera et agira en toute indépendance, et plus le groupe sera astucieux » (Surowiecki, 2008, p. 27). De même, Servan-Schreiber affirme que « c'est seulement quand chacun réfléchit de façon indépendante que le collectif peut être intelligent » (2018, p. 62). L'indépendance serait alors une condition *sine qua non* à l'émergence de l'intelligence collective, qui « peut naître de la mise en commun d'informations indépendantes, pour autant que les éléments soient conditionnellement dépendants, comme le prévoit un mécanisme d'agrégation » (traduction libre de Bettencourt, 2009, p. 606). Concernant la lecture de jeu, les joueurs ne s'influencent pas mutuellement, chacun anticipant l'action indépendamment. Toutefois, les comportements collectifs découlant de cette anticipation indépendante sont interdépendants : deux défenseurs « lisant le jeu » différemment ne coordonneront ni leur décision ni leur action, *a fortiori* quand l'anticipation porte sur son coéquipier. Indirectement donc, les joueurs d'une même équipe ont tendance à s'influencer mutuellement – souvent involontairement – lorsqu'ils interagissent pour résoudre des problèmes. A cet égard, lorsque l'interdépendance croît dans un collectif, les besoins en connaissances et compréhensions partagées augmentent (Bourbousson et al., 2015). Les membres gagnent ainsi à partager un référentiel commun développé, qu'il prenne la forme de règles élémentaires et inamovibles, ou de principes d'action complexes et évolutifs. Notre troisième dialogique renvoie ainsi à la première, formant une boucle, véritable nœud d'émergence de l'intelligence collective.

Si les facteurs d'émergence présentés en amont sont « internes » au collectif, des conditions externes provenant de l'environnement peuvent-elles être décisives ? Selon Gréselle-Zaïbet (2007), l'intelligence collective émerge plus facilement des situations complexes²⁵², étant produite par un système comprenant des agents cognitifs en interaction. Dans cette perspective, la densité, la fréquence et les modalités des interactions influencent l'émergence de l'intelligence collective. L'auteure ajoute que « l'intelligence collective est [...] la somme des intelligences individuelles des membres d'une équipe plus leur relation » (Gréselle-Zaïbet, 2007, p. 43).

²⁵² En retour, la complexité du problème constitue un indicateur d'efficacité pour l'intelligence collective.

Nuançons toutefois les propos de Gréselle-Zaïbet : selon nous l'émergence d'une intelligence collective²⁵³ n'est pas conditionnée à la présence d'intelligences individuelles. Nous préférons insister sur les *relations* en considérant que les comportements collectifs résultent des interactions entre les agents. En effet, au cœur du chapitre II, nous avons défini l'intelligence collective comme *l'ensemble des phénomènes qui émergent de l'interaction d'agents cognitifs, et dont résulte la production de comportements adaptés et finalisés reposant sur l'intégration par le système de significations partagées*. Dans cette perspective, nous avons formulé la question de recherche principale suivante : **Comment les équipes de football résolvent-elles des problèmes complexes, en situation de forte pression spatio-temporelle, lorsque l'essentiel de la communication est pratique ?**

En guise de réponse, nous avançons que les équipes s'appuient sur une forme d'homogénéité cognitive – le référentiel commun – qui permet aux joueurs de se comprendre mutuellement, de lire le jeu et de s'y adapter sans communication verbale. Ce partage de connaissances est complété par une dose essentielle de diversité, offrant à l'équipe une part d'imprévisibilité tout en augmentant sa capacité d'adaptation à la variété des situations de jeu. De plus, l'efficacité collective est renforcée par le fonctionnement décentralisé, doublé d'indépendance entre certaines *co-opérations*. Enfin, l'équipe est sublimée par le mécanisme d'agrégation des comportements, dont le rôle primordial est amplifié par l'interdépendance des connaissances, des compétences et des tâches.

Or, pour que les comportements produits par l'équipe mettent en évidence une forme d'intelligence collective, ils doivent permettre de résoudre un certain nombre de problèmes rencontrés par les collectifs en question. Ces problèmes complexes peuvent prendre des formes bigarrées, dépendantes des caractéristiques des collectifs et de leur environnement. Dans la continuité de notre démonstration, il nous faut revenir sur les types de problèmes auxquels les équipes peuvent être confrontées. Aussi, Surowiecki (2008) souligne que malgré leurs différences, la plupart des groupes sont capables d'affronter trois types de problèmes : de *cognition*, de *coopération* et de *coordination*.

²⁵³ Cette dernière n'étant que rarement corrélée aux intelligences individuelles. Nuançons cependant, l'auteure s'intéressant uniquement à l'intelligence collective dans les groupes de travail humains.

VI. 3) Les problèmes de cognition

Pour Surowiecki (2008), les groupes peuvent faire appel à leur intelligence collective pour résoudre des « problèmes de cognition », qui portent essentiellement sur la projection dans l'avenir en réponse à une incertitude. D'ailleurs, « *la prévision est le domaine de prédilection de l'intelligence collective, celui où elle ne souffre aucun rival* » (Servan-Schreiber, 2018, p. 54). Les foules sont souvent mises en avant pour répondre à ce type d'interrogation, par exemple « qui va remporter cette élection ou cette compétition sportive » ? Ce que l'on nomme « sagesse des foules », est la capacité des groupes de grande taille à répondre collectivement à des questions complexes, alors même que la plupart des individus ne disposent pas de la réponse. Par ailleurs, plus un collectif est nombreux, plus il y a de chances que les erreurs individuelles soient compensées par le groupe (Servan-Schreiber, 2018). Or dans le domaine des jeux sportifs collectifs, la taille des effectifs est régie par le règlement, il est donc impossible d'accroître le nombre de membres de l'équipe pour augmenter cette diversité, sans compter qu'il est relativement faible comparé à une foule de pronostiqueurs par exemple. Les équipes parviennent-elles néanmoins à résoudre ce type de problème ?

Au football, les problèmes de cognition peuvent porter sur la projection dans le futur, pour répondre aux incertitudes *événementielle, spatiale et temporelle* : que va-t-il se passer, quand et où ? Autrement dit, une part de ces problèmes nécessite d'anticiper l'action des partenaires et des adversaires. Surowiecki (2008) avance que pour ce type de problème, plus les individus agissent indépendamment, et plus astucieuse sera la réponse collective. En parallèle, la diversité cognitive favoriserait l'expertise et la performance collectives (Salas et al., 2008), notamment dans les tâches prédictives qui constituent un terrain fertile d'expression de l'intelligence collective (Servan-Schreiber, 2018). En effet, si l'équipe anticipe collectivement (c'est-à-dire la majorité des joueurs) l'action à venir, alors elle pourra s'adapter rapidement. Au contraire si chaque joueur a une vision différente et erronée de l'action, le collectif ne pourra répondre de façon adaptée au problème.

Dans notre étude, nous avons cherché à montrer que l'anticipation collective est plus efficace que sa version individuelle, illustrant une part de l'intelligence collective de l'équipe. A cet égard, le score émergent de l'équipe était systématiquement supérieur à son score moyen – à l'exception de l'équipe la moins expérimentée (Poly. 1). De plus, le score émergent était plus élevé que le score du meilleur membre de l'équipe dans neuf cas sur quinze, soit près de deux fois sur trois.

L'équipe Poly. 1 ne tirait pas bénéfice du groupe : une trop grande diversité cognitive, associée à un manque d'expertise conduit à de mauvaises performances collectives. En parallèle les quatre équipes les plus expérimentées – dont les deux arborant la plus forte homogénéité des réponses (CCI) – présentaient également un score émergent inférieur au score individuel maximum de leur équipe. Ces données soulignent l'importance d'une diversité cognitive « raisonnée » au sein de l'équipe pour anticiper collectivement.

Tandis que les équipes du groupe « Top » affichaient toujours un score émergent supérieur au score individuel maximum obtenu lors du test, deux des équipes les moins expérimentées (Spé. 2 et Spé. 1) parvenaient à égaler deux des meilleurs scores émergents (respectivement Top. 1 et Top. 6). Si ce résultat va plutôt à l'encontre du sens commun, il reflète qu'il ne suffit pas d'additionner des experts pour constituer une équipe experte lorsqu'il s'agit d'anticiper. L'écart est toutefois plus conséquent concernant le score pondéré : l'équipe Réel.6 (46,0) étant la plus proche du groupe « Top » (52,3 à 53,3). Cependant il faut se demander s'il vaut mieux que l'équipe ait plus souvent raison (score émergent) ou si lorsque qu'elle anticipe collectivement avec succès, un plus grand nombre de joueurs aient raison en même temps (score pondéré). Tâchons de nous positionner : puisqu'il y a interdépendance entre les actions des joueurs, que celles-ci s'influencent mutuellement et que la qualité de l'anticipation détermine en partie la prise de décision, nous supposons que le score émergent prévaut sur le score pondéré. En d'autres termes, il est plus pertinent qu'une majorité – même légère – ait souvent raison, plutôt que cette majorité soit plus forte mais moins fréquemment performante.

D'autre part, la controverse demeure concernant l'influence déterminante (Bates & Gupta, 2017) ou négligeable (Woolley et al., 2010) de l'intelligence individuelle sur l'intelligence collective. En accord avec Woolley et ses collaborateurs (2010), nous pensons que l'intelligence des individus n'est pas la caractéristique la plus déterminante pour la réussite collective. Page (2008) montre ainsi qu'un groupe composé de façon aléatoire fait presque toujours mieux qu'un collectif formé des agents les plus intelligents. L'expertise individuelle ne peut assurer à elle seule la résolution d'une variété de problèmes. D'ailleurs, pour notre échantillon de footballeurs (groupes « Spécialiste » et « Réel »), les scores individuels minimum et maximum des équipes n'étaient pas corrélés aux scores collectifs émergents et pondérés. Concernant le score moyen, il était uniquement corrélé au score pondéré. Ces résultats vont dans le sens des travaux de Woolley et ses collaborateurs (2010). Dans leur étude, ni l'intelligence individuelle maximum,

ni l'intelligence individuelle moyenne de l'équipe ne présentaient de corrélation acceptable avec leur mesure de l'intelligence collective²⁵⁴. Les auteurs de l'étude proposent une explication quant à ce résultat (Woolley et al., 2010). Ils soulignent que le facteur d'intelligence collective mis en évidence (*c*) est directement corrélé avec la capacité à « lire dans les yeux » : *Reading the Mind in the Eyes* (Engel et al., 2014). Il s'agit d'une aptitude à lire les émotions ou les intentions d'autrui, en cela, elle se rapproche de ce que mesure notre test d'anticipation. A ce titre, il peut paraître logique d'observer une différence importante lorsque le groupe « Polyvalence » est ajouté à l'analyse, puisque les membres de celui-ci sont significativement moins experts que le reste de l'échantillon.

A présent, revenons un instant sur l'affirmation selon laquelle la taille du collectif augmenterait sa capacité à résoudre des problèmes de cognition (Servan-Schreiber, 2018). Avec curiosité, nous avons calculé les scores émergents pour l'échantillon complet ($n = 150$) et pour chacun des trois groupes. Seul le groupe « Réel » ($n = 60$) fait mieux que le meilleur de ses membres et la meilleure de ses équipes (Réel. 2). Même l'échantillon complet est moins performant. Si le groupe « Réel » s'approche du score émergent de l'équipe Top. 1 (66,5), il ne le dépasse pas (66). Il ne fait pas mieux que l'équipe Spé. 2 non plus. A ce titre, augmenter le nombre de membres d'un collectif ne permet pas toujours de mieux anticiper collectivement. D'ailleurs Servan-Schreiber précise que le plus gros bénéfice provient des premiers avis que l'on récolte : « L'intelligence collective s'avère immédiatement payante, mais cela ne fonctionne que si les opinions sollicitées ont des bonnes chances d'être différentes ou complémentaires » (2018, p. 50). Ainsi même dans les collectifs restreints comme les équipes, ce mécanisme peut être efficient. Retenons que si un groupe de soixante experts fait mieux que le meilleur d'entre eux, il ne surpasse ni l'équipe constitué des dix meilleurs (Top. 1), ni une équipe « lambda » (Spé. 2) profitant d'un juste niveau de diversité cognitive. Ce résultat nous conforte dans l'idée que pour renforcer la performance collective dans ce genre de tâche, il faut soit recruter de meilleurs experts, soit disposer d'une proportion adéquate de diversité. A cet égard, ce sont deux facettes du référentiel commun qui s'expriment ici : le nombre de connaissances et leur degré de partage. Une équipe peut posséder une variété importante de connaissances (procédurales ou déclaratives) mais celles-ci peuvent être réparties de façon très hétérogène. Inversement une équipe peut ne posséder que quelques connaissances partagées par l'ensemble du collectif.

²⁵⁴ Les facteurs tels que la motivation ou la cohésion ne donnaient pas plus de satisfaction pour prédire la performance du groupe.

Ces deux dimensions quantitatives sont les plus accessibles pour les chercheurs, mais nous pensons qu'une troisième dimension joue un rôle décisif dans les collectifs interdépendants. Ainsi la qualité intrinsèque des connaissances semble déterminante. Nous entendons par qualité la *stabilité* et la *facilité* d'accès de cette connaissance pour les membres du groupe (Raab & Johnson, 2007). Un individu peut avoir une connaissance et ne l'utiliser que rarement, ou ne pas l'associer à telle ou telle situation pour lesquelles elle serait utile. Dans le cas de notre expérimentation, une « qualité de connaissance » permettrait d'estimer avec justesse les probabilités de réalisation des actions, et ainsi d'anticiper avec efficacité.

In fine, l'anticipation collective – mesurée en laboratoire ou illustrée sur le terrain – est une manifestation de l'intelligence collective des équipes. Elle repose en effet sur les différents principes dialogiques que nous avons présentés dans la section II. 3. Le comportement collectif d'anticipation émerge à partir d'un mécanisme d'agrégation décentralisé, puisque les joueurs produisent une synthèse des estimations : la lecture de jeu partagée. Cette dernière est caractérisée tant par l'interdépendance des actions (si j'adopte tel comportement alors je force mes coéquipiers à anticiper la suite) que par l'indépendance des opérations cognitives (je ne sais pas avec certitude ce que mes coéquipiers anticipent ou non). Enfin, l'anticipation collective est influencée par le juste équilibre entre homogénéité et diversité cognitives : je dois partager un minimum de connaissances, d'informations voire d'expériences, sans tomber dans l'uniformité générale : c'est-à-dire le conformisme cognitif ou social. Pour autant, les problèmes de cognition ne sont qu'un des multiples des obstacles que rencontrent les équipes, et l'anticipation n'est qu'une manifestation de l'intelligence collective parmi celles que nous avons identifiées. Loin d'être des composantes isolées, elles interagissent pour permettre aux équipes de faire face à des situations multiples et variées. Aussi, certaines études montrent que l'anticipation est liée à la qualité des prises de décision (Basevitch et al., 2020). Lors des tests, les résultats d'anticipation étaient en corrélation avec une tâche de génération d'option, c'est-à-dire de prise de décision simulée (Belling et al., 2015). Ce dernier point renforce l'idée selon laquelle les compétences sous-tendant l'anticipation et la décision sont liées. D'autres auteurs soutiennent que l'anticipation est liée aux coordinations interpersonnelles dans les jeux sportifs collectifs (Fujii et al., 2015). En effet, il est nécessaire d'anticiper les actions de ses partenaires pour se coordonner collectivement (dans la réalisation d'un pressing ou pour jouer le hors-jeu par exemple).

VI. 4) Les problèmes de coopération

Généralement, la prise de décision collective est mobilisée pour répondre à des « problèmes de cognition » (Surowiecki, 2008), cependant nous pensons qu'elle concerne également des « problèmes de coopération » dans le domaine des jeux sportifs collectifs. En effet, les joueurs doivent accorder leurs décisions en cours de jeu, c'est-à-dire *opérer en commun*. Par exemple, si la moitié des joueurs décide de « jouer direct » et l'autre moitié « indirect », alors l'équipe sera coupée en deux. Dans ce cas de figure, le collectif est face à un véritable problème de coopération, qui nécessite un travail collectif pour atteindre un objectif commun. De même, un joueur décidant de ne pas participer au jeu collectif, que ce soit en attaque ou en défense, ne coopère pas. Il s'agit de prendre part à un effort commun de tous les instants : aider ses partenaires en s'intégrant au pressing, en se remplaçant, en proposant des solutions au porteur de balle et dans le cadre de notre étude, en suivant la décision collective émergente. A ce titre, c'est l'environnement qui guide le comportement produit dans ce type de problème, notamment le rapport de force et les choix de ses partenaires.

Kermarrec et Bossard (2017) décrivent l'action des joueurs comme intuitive, n'ayant nul besoin de convoquer une mémoire explicite, s'appuyant plutôt sur des connaissances pré-réflexives. Les décisions intuitives sont fondées sur la reconnaissance d'une situation courante, pour lesquelles le joueur puise dans ses expériences passées et sa lecture présente de la situation. Ainsi à l'échelle de l'équipe, la prise de décision – composante de l'intelligence collective – s'appuie sur un référentiel commun *ancré et transitoire*, donc sur une forme d'homogénéité cognitive. Par la même, nous avons souligné l'importance d'une part de diversité pour former notre première dialogique. Concernant la prise de décision, cette diversité s'exprime au niveau du match et de la situation. A l'échelle du match, elle consiste à varier les choix collectifs intuitifs – notamment lors des moments de transition – pour favoriser l'imprévisibilité tactique. D'ailleurs, si les équipes optent majoritairement pour les décisions « rationnelles », elles le font dans des proportions « raisonnables » : 59 % en moyenne pour l'attaque²⁵⁵ ($ET = 7$) ; 56 % en moyenne pour la défense ($ET = 2$). Ainsi, elles maintiennent de façon non consciente, une forme d'incertitude événementielle pour l'adversaire.

²⁵⁵ Données prises pour les quatre zones du terrain étudiées lors des transitions.

A l'échelle de la situation, la diversité s'exprime par une *coordination incomplète* des décisions, faisant écho aux problèmes du même nom. A l'instar de l'anticipation, une part de décision divergente pourrait être bénéfique à l'équipe : i) « pour brouiller les pistes », c'est-à-dire désorganiser en partie l'adversaire et ii) pour assurer une sorte de « filet de sécurité » si la décision collective émergente est la moins adaptée. Dans cette optique, il serait nécessaire de pouvoir interpréter les décisions individuelles au cours du jeu, en particulier lors des premières secondes suivant une transition. A cet effet, nous pourrions identifier des comportements découlant d'un jeu direct ou indirect, en continuité de notre analyse du porteur de balle²⁵⁶. Si ce travail n'a pas été réalisé dans cette étude, nous listons ci-dessous des comportements pouvant être utilisés à l'avenir. Sur cette base, nous pourrions affiner une telle grille avec un groupe d'entraîneurs experts.

Tableau 21 : Différenciation entre actions de jeu directes et indirectes lors des transitions en fonction de la possession du ballon

JEU DIRECT OFFENSIF	JEU INDIRECT OFFENSIF	JEU DIRECT DEFENSIF	JEU INDIRECT DEFENSIF
Jeu long profond	Passe latérale	Pressing	Repli défensif
Passe vers l'avant	Passe en retrait	Monter avec le bloc	Remplacement
Dribble vers l'avant	Protection de balle	Harceler porteur	Poursuite
Demander le ballon en avant du porteur	Solution en soutien	Interception	Couverture
Déviation	S'écarter ou rester statique	Tacle	Cadrer à distance
Appel profond	Venir proche	Marquage proche	Marquage distant

Dans cette perspective, l'analyse des actions de jeu directes et indirectes – en attaque comme en défense – nous permettrait d'évaluer la proportion des décisions de décisions collectives émergentes qui suivent la majorité des choix individuels.

²⁵⁶ Dans le tableau, les comportements du porteur de balle (utilisés dans notre étude) sont en gras.

En effet, notre étude s'intéressait seulement au choix du premier porteur de balle à la suite d'une transition. Cela constitue une limite évidente de notre approche collective de l'heuristique *Take the First*. Rappelons que nos résultats révélaient que l'équipe suivait l'intention du porteur de balle dans 70 % des cas en attaque. Or, l'analyse des actions des autres joueurs, sur le modèle ci-dessus, permettrait d'affiner ces conclusions. Nous pourrions ainsi relever quel est – en moyenne – le *quorum* nécessaire pour que la décision collective émerge, et si cette proportion varie selon l'intention ou la phase de jeu. Précisons que les problèmes de coopération impliquant une prise de décision collective concernent les êtres humains et les animaux sociaux (Conradt & List, 2009), lesquels mobilisent une intelligence collective en essaim²⁵⁷. D'ailleurs, les mécanismes de décisions collectives basés sur la *règle de quorum* sont communs dans la prise de décision animale (Seeley & Visscher, 2004). Ross-Gillespie et Kümmerli (2014) notent que le terme a pris des significations très différentes²⁵⁸. Nous retiendrons qu'il s'agit d'un seuil à partir duquel la probabilité que le collectif opte pour telle option augmente fortement lorsqu'une proportion d'individus a penché de ce côté (Sumpter & Pratt, 2009). Ce mode de décision peut aboutir à un *consensus*, lorsque les membres du groupe se mettent d'accord sur la même option.

Sumpter et Pratt (2009) précisent que les décisions par consensus sont très répandues dans les groupes d'animaux, car ils offrent plusieurs avantages : le maintien de la cohésion du groupe, l'amélioration de la précision des décisions par rapport aux individus isolés et l'augmentation de la vitesse de décision. D'autre part, les décisions peuvent être prises sur le modèle « démocratique » ou « despotique ». Autrement dit, est-ce la majorité²⁵⁹, une minorité ou un seul membre qui décide ? Les chercheurs montrent que les décisions démocratiques sont plus bénéfiques parce qu'elles tendent à produire des décisions moins extrêmes (Conradt & Roper, 2003). C'est pourquoi elles sont courantes au sein du règne animal. Toutefois, quelques individus peuvent dicter le choix collectif, le phénomène ayant été observé dans certains groupes d'animaux (Couzin et al., 2011) et humains (Dyer et al., 2008).

²⁵⁷ Conradt et Roper (2003) affirment que les groupes d'animaux doivent souvent prendre des décisions collectives : sur les activités à réaliser, le moment de les effectuer, la direction à prendre, le lieu de chasse ou de reproduction, etc.

²⁵⁸ Dans les groupes humains, le quorum représente le nombre minimum de participants requis lors d'une assemblée pour qu'une décision puisse être prise.

²⁵⁹ Conradt et Roper précisent que dans certains cas, une majorité des deux tiers est préférée au modèle standard de 50 %.

Ce constat est particulièrement vrai pour les grands groupes. Ainsi, moins il y a de membres au sein d'un collectif, plus la proportion d'individus « leaders » doit être forte pour influencer la décision globale (Couzin et al., 2005). Notons que les groupes restreints s'appuient plutôt sur des décisions démocratiques (Jorge & Marques, 2012), mais un leader peut également incorporer des informations décentralisées provenant des individus pour les agréger en une décision démocratique centralisée, mettant en exergue l'interdépendance des membres du collectif.

Par conséquent, il serait intéressant d'évaluer le quorum de joueurs choisissant telle action pour que la tactique collective bascule vers un jeu « direct » ou « indirect ». Il est possible que le quorum individuel soit différent en fonction des postes et des joueurs, mais aussi qu'il varie selon la situation. La décision collective pourrait résulter tantôt d'une règle d'agrégation « super-majoritaire²⁶⁰ », tantôt « sous-majoritaire » (Conradt & List, 2009). Nous pensons que les résultats dépendraient fortement de la zone du terrain, des joueurs engagés dans la situation ou encore du *rapport de force*. Un défenseur central en dernier rideau sera dans l'obligation de prendre telle décision quelle que soit celle de ses coéquipiers. Aussi, quelle serait l'influence des partenaires sur le choix du porteur de balle ? Certains joueurs, du fait de leur position sur le terrain, de leur poste, de leur expérience ou bien de leur leadership, pourraient disposer d'une « voix plus forte » que les autres et sur-influencer leurs coéquipiers. D'ailleurs Conradt et List (2009) soulignent l'importance de l'interdépendance combinée à l'indépendance au sein d'un groupe pour l'efficacité des décisions collectives. Il s'agit de la troisième dialogique mise en avant dans cette thèse.

A l'instar des animaux utilisant des postures et/ou des mouvements spéciaux pour illustrer leurs décisions, les joueurs expriment leurs choix par un langage corporel au travers de communications sociomotrices. *In fine*, ces communications permettent d'être organisé, coordonné et d'évoluer dans un même espace-temps : ce dernier point étant nécessaire pour toute activité coopérative.

²⁶⁰ Les auteurs donnent l'exemple d'une assemblée législative acceptant de modifier sa constitution si une super-majorité d'au moins deux tiers de ses membres soutient le changement proposé. A l'inverse une sous-majorité peut être illustrée par un groupe d'animaux en quête de nourriture quittant une parcelle lorsqu'au moins un tiers des membres du groupe est en faveur de son départ.

VI. 5) Les problèmes de coordination

La dernière catégorie de problèmes citée par Surowiecki (2008) concerne la coordination, qui nécessite de trouver comment ajuster les comportements individuels lorsque tous les agents poursuivent un objectif identique ou similaire. L'auteur précise que « les problèmes de coordination peuvent trouver une solution même si chaque individu ne vise que son intérêt particulier » (2008, p. 157). La coordination est une exigence constante de l'activité humaine (Gorman, 2014). Nous y sommes confrontés régulièrement, dans la vie de tous les jours, à l'entrée d'un rond-point ou au sein d'une foule de piétons (Moussaid et al., 2009). Ainsi, nous devons coordonner nos connaissances, nos compétences, nos décisions et nos actions au cours de nos interactions quotidiennes avec autrui et dans de nombreux contextes. Le domaine des jeux sportifs collectifs n'y échappe pas, la coordination étant même un élément essentiel à la performance sportive. De prime abord :

Une coordination totale paraît facilitée par l'existence d'un plan d'ensemble, mais les capacités limitées des agents paraissent incompatibles avec la mise en place d'un tel plan. On conçoit que [...] la coordination, dans des environnements variables et imprévisibles, semblent impliquer un échange de signaux qui dépasse ces capacités de « communication » (Bonabeau & Théraulaz, 1994, p. 14).

Pour se coordonner, il est nécessaire de partager un certain nombre de connaissances sur la tâche, sur autrui, sur le collectif, etc. Cette homogénéité dans les structures cognitives mobilisées repose également sur l'idée que les individus sont en mesure de bénéficier de connaissances *différenciées* tant qu'ils élaborent une compréhension partagée de qui sait quoi dans l'équipe. S'appuyant sur cette base de diversité, ils coordonnent leurs connaissances et compétences afin de s'adapter et réaliser de meilleures performances (Gabelica et al., 2016). Toutefois, les auteurs soulignent que la coordination des connaissances n'est pas une condition suffisante pour agir efficacement en équipe. Si la coordination de la lecture de jeu et des choix tactiques est essentielle pour que l'équipe puisse agir efficacement, elle doit déboucher sur une coordination des actions de jeu. Un des principaux problèmes de coordination pour les équipes de football consiste à coordonner ses mouvements dans l'espace et le temps : l'attaquant accorde son appel de balle avec le passeur, mais aussi avec ses coéquipiers pour exploiter une part adaptée du possible ; le défenseur régule sa course avec son partenaire le plus proche pour couvrir un espace, pour réaliser un alignement et mettre l'adversaire hors-jeu ou encore pour coulisser ensemble d'un côté à l'autre du terrain.

Loin d'être exhaustifs, ces exemples illustrent l'importance du comportement collectif de coordination pour la réalisation d'actions de jeu efficaces. Là encore, si une forte coordination (homogénéité des mouvements) est bénéfique pour le collectif, un manque de diversité réduit l'incertitude pour l'adversaire. A ce titre, nous avons montré que les joueurs présentent des niveaux élevés de coordination cinétique, en particulier pour la direction des courses. Cette coordination ne se transforme pas en synchronisation, c'est-à-dire une stricte correspondance des mouvements. Une part de diversité subsiste, en attaque comme en défense. L'équipe agit plutôt par synergie, qui « n'est possible que si nous concevons l'origine d'une synergie d'équipe comme un phénomène émergent » (traduction libre de Araújo & Davids, 2016, p. 3).

La problématique est alors de déterminer les règles comportementales individuelles et locales qui permettent à un système collectif global de présenter un comportement coopératif efficient. A cet égard, les nuées d'oiseaux et les bancs de poissons sont de parfaits exemples d'organisations collectives poursuivant un but commun (interdépendance) et résolvant des problèmes de façon décentralisée (indépendance). En effet, chaque agent suit un référentiel de règles simple : i) rester proche du collectif et se rapprocher du centre ; ii) maintenir une distance acceptable avec ses voisins ; iii) ne pas entrer en collision et iv) fuir si un prédateur se présente. Mais le mouvement collectif se produit sans décideur centralisé. Pour autant, les agents indépendants individuellement sont interdépendants collectivement (List et al., 2009), puisqu'influencés par les mouvements de leurs congénères.

Au football également, les mouvements collectifs décentralisés s'agrègent en un mouvement d'ensemble, donnant au « bloc équipe » une vitesse, une direction, auxquelles se rajoute un sens d'expansion ou de contraction. Étonnamment, ce mouvement collectif influence son homologue aux objectifs pourtant antagonistes. Les deux équipes se coordonnent mutuellement, même dans les moments de transition pour lesquels le désordre est le plus perceptible. Nos résultats mettent en avant une forme d'interdépendance des collectifs s'opposant, que nous retrouvons à l'échelle interindividuelle. En effet, plus les joueurs d'une même équipe étaient proches sur le terrain, plus ils avaient tendance à être coordonnés. Pour autant, certains joueurs semblaient plus indépendants au regard du reste de l'équipe : en particulier les joueurs offensifs. Ce constat peut s'expliquer par le rôle particulier que tient le porteur de balle, notamment lorsqu'il se rapproche du but adverse. Les joueurs offensifs sont plus régulièrement dans ce cas de figure que les joueurs défensifs.

Dans cette perspective, il serait intéressant – dans de futurs travaux – de pouvoir différencier les mesures de coordination en fonction du porteur de balle. Il s’agirait essentiellement de voir dans quelle mesure ses déplacements sont indépendants de ses partenaires et si la proximité du but adverse impacte cette mesure. Nous pourrions également différencier l’analyse pour chaque joueur, en fonction de son poste. Plus globalement, la coordination pourrait également être appréhendée dans une dimension plus « dynamique ». Les niveaux de coordination des équipes diminuent-ils au fur et à mesure du match, ou augmentent-ils à l’inverse ? Présentent-ils des variations sinusoïdales ? Sont-ils dépendants de la durée des séquences de jeu ou même du score ? Autant de questions que l’étude des données spatiotemporelles pourrait amener à éclairer à l’avenir. De même, la variable accélération – peu investiguée dans ce travail – pourrait fournir des données complémentaires concernant la coordination, prolongeant cette étude.

Si chacun des chapitres de notre deuxième partie faisait référence à un comportement collectif, cette discussion générale devait mettre en avant la systémie méthodologique et épistémologique nécessaire à la mise en évidence de l’intelligence collective dans les équipes de football. A ce titre, nous pouvons à présent répondre aux questions de recherche secondaires posées au commencement de ce travail. Premièrement, nous nous demandions **par quels moyens l’équipe exploite-t-elle la logique interne du jeu en déployant un algorithme collectif antagoniste à celui de l’équipe adverse ?** La complexité du jeu place les équipes face à des situations dynamiques, imprévisibles et sources de désordre. Pourtant, les joueurs sont capables de se *co-adapter* en s’appuyant sur un référentiel commun de connaissances partagées, ancré et transitoire, facilitant les interactions praxiques. Ce faisant, les équipes réduisent l’incertitude en leur sein et la renforcent pour l’adversaire. En second lieu, nous questionnions **comment s’exprime cet avantage adaptatif sur le plan collectif ?** Au cours du jeu, les équipes font face à des problèmes complexes variés, dont les solutions sont rarement optimales ou identifiables à l’avance. Sous pression temporelle, elles font émerger des comportements adaptés et finalisés : en anticipant, en décidant et en se coordonnant collectivement. Enfin, nous interrogeons **dans quelle mesure les comportements tactiques produits sont-ils révélateurs d’une forme d’intelligence collective ?** Bien qu’ils ne soient pas exhaustifs, les comportements collectifs mis en évidence dans ce travail soulignent la plus-value apportée par l’équipe. Ils permettent d’augmenter la fiabilité, la flexibilité et la force du système pour atteindre un but commun : produire une performance collective et gagner le match.

Chapitre VII : Propositions pour l'intervention

Dans ce chapitre complémentaire à la discussion générale, nous progressons pas à pas vers des propositions pour l'intervention. Ces dernières concernent les praticiens du secteur de l'entraînement sportif – essentiellement les entraîneurs et formateurs – mais s'inscrivent dans le cadre plus global de la performance sportive. A cet effet, nous synthétisons les points d'attention ayant émergé de notre travail de recherche sur l'intelligence collective dans les équipes, en vue d'optimiser la *co-opération*.

Pour décrire les activités ayant pour objectif de faciliter la coopération au plan *supra-activité*, Hoc (2003) propose le terme de *métacoopération*²⁶¹. Il cite pour exemple l'élaboration : d'un code commun de communication, de représentations compatibles, d'un modèle de soi-même et du partenaire. Dans le cadre de l'activité football, l'entraînement tactique, les causeries d'avant-match (Lainé & Mouchet, 2015; Rey & Weiss, 2005), et même à plus grande échelle la politique de formation fédérale, sont des activités « métacoopératives ». Elles facilitent la mise en place, le développement et l'utilisation d'un référentiel commun (Mouchet, 2010), pouvant contribuer à renforcer l'intelligence collective.

En premier lieu, nous commençons par quelques pistes de réflexion (Section VII. 1), lesquelles serviront de socle à l'émergence d'un programme de formation orienté vers le développement de l'intelligence collective dans les équipes de football. Ce dernier nous conduit à la conception d'un dispositif d'entraînement (Section VII. 2). Précisons que nos propositions puisent leur source : a) dans la littérature sur l'intelligence collective, sur le fonctionnement des équipes de football et la performance sportive ; b) dans les réflexions issues de ce travail, les méthodes utilisées et les résultats obtenus ; c) dans le regard « intérieur » et « extérieur » que nous portons sur les institutions du football français, leur fonctionnement, leurs points forts, sans occulter leurs points faibles et pistes d'amélioration. A ce titre, soulignons que les critiques formulées doivent être appréhendées de façon constructive, voire socio-constructive. En effet, il est impossible de dissocier nos propositions du contexte professionnel, social et culturel dans lequel elles s'intègrent. C'est pourquoi nous débutons ce chapitre par une réflexion macroscopique, qui se poursuivra progressivement vers un niveau micro (l'entraînement et ses méthodes). Dans cette logique, nous réaffirmons les propriétés d'enchâssement entre les niveaux de complexité.

²⁶¹ Dans ce sens, il ne s'agit pas de « coopération sur la coopération ».

VII. 1) Quelques pistes pour promouvoir l'intelligence collective dans le football français

Parvenir à développer l'intelligence collective dans les équipes de football est un objectif complexe, qui nécessite une évolution à tous les niveaux de l'environnement : des décisions politiques fédérales aux actions de formation sur le terrain. En premier lieu, une telle ambition passe par des changements profonds dans le « logiciel institutionnel », en l'occurrence celui de la Fédération Française de Football (FFF). A ce titre, la formation des entraîneurs professionnels « à la française » mérite quelques lignes de réflexion.

VII. 1. A) La politique fédérale nationale

L'accès au plus haut niveau de certification fédérale – le Brevet d'Entraîneur Professionnel de Football (BEPF) – est extrêmement difficile²⁶², pour ne pas dire impossible, aux éducateurs n'ayant pas derrière eux une carrière de joueur professionnel (Grün, 2011). Pour exemple, « de 2002 à 2014, les stagiaires formés et titulaires du diplôme sont, en très grande majorité, d'anciens joueurs professionnels jouissant d'une carrière relativement longue (85 %) » (Bréhon et al., 2016, p. 61). Dans une thèse portant sur cette profession, Grün dresse le portrait-robot de l'entraîneur de Ligue 1 : « Français, ancien joueur professionnel, 46 ans, trois années et demi d'expérience au plus haut niveau » (2011, p. 817). En cela, seul un cercle relativement fermé de privilégiés peut prétendre aux fonctions d'entraîneur dans les clubs de l'élite hexagonale. Or, sans diversité dans les parcours, la profession manque probablement d'idées²⁶³. D'autres fédérations nationales – à l'image de l'Espagne ou du Portugal²⁶⁴ – sont plus ouvertes aux profils universitaires notamment. Les coaches provenant de ces formations s'exportent d'ailleurs dans tous les grands championnats européens. De plus, les 100 % de réussite au BEPF affichés par la fédération française questionnent les modalités d'évaluation d'un tel diplôme. Quant au nombre d'entrants en formation²⁶⁵, il est relativement faible : dix chaque année.

²⁶² <https://www.letemps.ch/sport/football/france-entraîneurs-amateurs-banc-football-professionnel>

²⁶³ <https://www.cahiersdufootball.net/article/entraîneurs-français-un-ministère-sans-identité-7440>

²⁶⁴ [https://www.letemps.ch/sport/football/lentraîneur-portugais-docteur-es-sciences-football#:~:text=Les%20succès%20récents%20de%20Lisbonne%20\(en%201977\)](https://www.letemps.ch/sport/football/lentraîneur-portugais-docteur-es-sciences-football#:~:text=Les%20succès%20récents%20de%20Lisbonne%20(en%201977))

²⁶⁵ Compte tenu du coût important de la formation (27 100€ net selon la FFF), la marge de certification interroge.

Son pendant orienté vers l'intervention en centre de formation agréé – le Brevet d'Entraîneur Formateur de Football (BEFF) – présente une logique proche, bien que les promotions soient plus nombreuses : une vingtaine de stagiaires. Une plus grande ouverture à l'entrée de ces formations, combinée à une certification qui ne serait plus « assurée », pourrait constituer une évolution majeure visant à l'enrichissement des profils dans le paysage des entraîneurs français.

Si une telle proposition peut paraître utopique, nous pensons qu'un cursus universitaire en STAPS – complémentaire à la formation fédérale – s'avère indispensable. Une double formation pourrait être envisagée au niveau master²⁶⁶. Dans ce cadre, les formations proposées par les facultés de STAPS devraient elles aussi s'adapter aux caractéristiques des apprentis entraîneurs professionnels : en termes de rythme de formation, de modalités pédagogiques et de contenus d'enseignements. Même si le pas en avant est difficile, parfois coûteux, nous soutenons que l'Université comme la Fédération, y gagneraient.

Outre la question de la formation des entraîneurs, le sujet des collaborations de recherche scientifique doit être abordé. Jusqu'ici, les clubs professionnels français sont peu réceptifs aux sollicitations des chercheurs, dès lors que l'objet d'étude porte directement sur la performance²⁶⁷ : avec en toile de fond, le spectre de la remise en question des méthodes. Pour autant, la FFF s'est quelque peu ouverte sur le monde de la recherche dernièrement : la fédération a officialisé la création d'un département dédié à la recherche²⁶⁸, au développement et à l'enseignement, devant s'installer au Centre National du Football (Clairefontaine). A l'image de certains clubs européens – le TSG Hoffenheim en Allemagne ou Benfica au Portugal – adossés à un laboratoire de recherche en football, cette initiative pourrait inspirer plusieurs clubs français. Dans cette perspective, nous soulignons l'intérêt de pareilles structures, qu'elles soient ou non indépendantes des clubs et fédérations. A l'avenir, nous aspirons au développement des formations – Diplôme Universitaire (DU) et/ou master recherche – aux métiers de *sport scientist / data analyst* du sport. Les compétences requises pour ces postes constituent un élément central du sport de haut niveau de demain, à savoir : recueil, traitement et diffusion de données qualitatives/quantitatives pertinentes pour l'étude et l'analyse de la performance.

²⁶⁶ Le BEFF est un titre à finalité professionnel de [niveau 6](#) (anciennement II), soit l'équivalent d'une licence (Bac +3) ou d'une maîtrise (Bac +4).

²⁶⁷ Du moins la composante tactique/stratégique.

²⁶⁸ L'ouverture de ce « [laboratoire](#) » est prévue à l'été 2022.

VII. 1. B) L'identification et le développement des talents

Selon une étude récente (Dukic, 2021), la France est le pays ayant fourni le plus de joueurs lors de la coupe du monde 2018. Sur les 736 joueurs engagés dans la compétition, 52 sont nés et ont été formés en France. Au XXI^{ème} siècle, aucun autre pays n'a fourni plus de joueurs pour cet événement²⁶⁹. De plus, l'observatoire du football (CIES) souligne que la France est à la deuxième place du classement des nations comptant le plus de footballeurs jouant dans d'autres pays²⁷⁰. A première vue, ces chiffres n'incitent pas à remettre en cause le système de formation des joueurs « à la française ». Pour autant ce serait oublier que le vivier de footballeurs sur le sol français est le plus important au monde²⁷¹. Comparativement à certains de nos voisins moins peuplés, pouvons-nous affirmer que la formation française « performe » de façon optimale ? En France, l'apprentissage du métier de footballeur professionnel s'opère principalement au sein des *centres de formation* (CDF) des clubs professionnels, lesquels disposent d'un quasi-monopole :

L'espace du football professionnel français est géré par la Ligue de football professionnel (LFP) par voie de délégation de la Fédération française de football (FFF) et regroupe principalement les clubs employeurs et les footballeurs de Ligue 1 et de Ligue 2, leurs relations étant encadrées par la Charte du football professionnel qui a valeur de convention collective. Seuls les clubs appartenant à cet espace peuvent disposer d'un centre de formation agréé par l'État (Rasera, 2014, p. 121).

Or, le processus de professionnalisation mis en œuvre dans ces structures aboutit pour environ 10 % des apprentis footballeurs seulement (Tia, 2017). Ce chiffre nous interroge sur : i) les modalités de détection des joueurs à l'entrée des CDF et ii) le système de formation appliqué par la suite. Une des premières questions qui émerge concerne les critères et modalités de détection : quelles caractéristiques mesurer, quelles variables observer ? Le fonctionnement des CDF – organe interne aux clubs – pose plusieurs problèmes. En premier lieu, les équipes de jeunes de ces derniers sont « soumises aux résultats », l'image du club voire ses finances, en dépendent. En effet, la vente de joueurs à la sortie des CDF est une source importante de financement. Les acheteurs venant chercher du « potentiel » ou du « talent ». A ce propos, il est curieux que l'on utilise le terme *expertise* pour désigner les compétences de haut niveau d'un individu « mature », et celui de *talent* lorsqu'il s'agit de caractériser un jeune athlète en devenir.

²⁶⁹ 216 pour la France, loin devant le Brésil, second (148).

²⁷⁰ <https://www.football-observatory.com/IMG/sites/mr/mr35/en/>

²⁷¹ https://www.lemonde.fr/les-decodeurs/article/2018/07/18/football-la-france-est-aussi-championne-de-la-formation-des-joueurs_5333206_4355770.html

Quoi qu'il en soit, identifier le plus tôt possible les talents de demain est un impératif majeur pour les structures d'élites. Historiquement, cela conduisait souvent les recruteurs à privilégier les potentiels athlétiques²⁷² à l'entrée des CDF.

A l'inverse, nous mettons en avant l'indispensable primauté qui doit être accordée aux qualités évoquées dans ce travail : les compétences perceptivo-décisionnelles et plus largement tactiques, voire technico-tactiques. Essentielles au plus haut niveau, ces dernières doivent être accompagnées de compétences d'adaptation sociale (Owiti et al., 2020), faisant notamment écho aux intelligences intrapersonnelle et interpersonnelle définies par Gardner (1996). Selon Owiti et ses collaborateurs (2020), l'*extraversion*, l'*agréabilité* et l'*ouverture* constituent, entre autres, les dispositions primaires nécessaires à l'adaptation aux contextes changeants que rencontrent les sportifs de haut niveau durant leur carrière. Ces dernières rejoignent le modèle OCEAN (Goldberg, 1990) qui décrit les cinq traits centraux de la personnalité des individus. Outre les différents aspects de la performance (qualités physiques, mentales, techniques, etc.), la faculté d'adaptation est une des variables les plus déterminante de la capacité d'un athlète prometteur à devenir un « champion » confirmé (Owiti et al., 2020). Cette compétence transverse, que l'on qualifie également d'adaptabilité (*adaptability*), renvoie directement aux définitions que l'on donne à l'intelligence de façon générique, ainsi qu'à ses différentes formes (H. Gardner, 1996). Les structures d'excellence gagneraient ainsi à en tenir compte.

Par ailleurs, les CDF sont supposés assurer un accompagnement personnalisé tant sur le plan sportif que sur les plans scolaires et éducatifs, cependant nombre d'observateurs remettent ce suivi en question²⁷³. Aussi, la formation des joueurs vers l'élite footballistique – du moins jusqu'à un âge raisonnable²⁷⁴ – devrait selon nous être assurée par des structures étatiques telles que les *centres de ressources, d'expertise et de performance sportive* (CREPS). En tant qu'établissements publics locaux de formation (EPLF), dont la gouvernance est partagée entre l'État et les régions, ces entités semblent plus pertinentes pour s'assurer du co-développement du double projet sportif/scolaire des athlètes.

²⁷² Les [critères de sélection](#) ont tendance à évoluer depuis plusieurs années.

²⁷³ Co-écrit par d'anciens pensionnaires d'un centre de formation, *Le coup d'envoi de nos rêves* (Diallo et al., 2021) décrit le quotidien de ces « footballeurs en herbe ».

²⁷⁴ Par exemple jusqu'à la fin de la scolarité obligatoire (16 ans). Aujourd'hui, les centres de formation accueillent des joueurs à partir de 10 ans, alors que les 16 pôles espoirs masculins forment de 13 à 15 ans seulement. Soulignons avec lucidité que cette évolution ne pourrait avoir lieu sans un changement de paradigme à l'échelle du football européen (UEFA), puisque les jeunes joueurs pourraient être incités à rejoindre de riches clubs européens.

La plupart des disciplines sportives s'en remettent d'ailleurs aux CREPS, via les *Pôles Espoirs* et *France*, en lien étroit avec les fédérations sportives. Disséminés sur l'ensemble du territoire, ils permettraient d'intégrer une part de diversité liée aux différents contextes – voire aux identités régionales – tout en assurant une homogénéité dans la formation des futurs joueurs professionnels français. Cette cohérence devrait émerger des structures décentralisées (les pôles de haut niveau) mais s'agréger en un projet de jeu²⁷⁵ global et systémique conçu par la direction technique nationale (DTN), sur la base des profils de joueurs engagés dans un parcours d'excellence sportive. Par ailleurs, les pôles ne seraient soumis ni à concurrence ni aux résultats à court terme, agissant indépendamment malgré l'interdépendance de la qualité des formations pour la réussite future à l'échelle nationale. De cette façon, le système de formation s'appuierait sur les différents facteurs d'émergence de l'intelligence collective décrits dans ce travail.

VII. 1. C) La mise en place d'un programme de formation macrocognitif

Comme le suggère Klein (2008), la macrocognition – assimilée à l'étude des *adaptations cognitives à la complexité* – pourrait constituer l'avenir de la prise de décision naturaliste. Étant entendu que décisions, anticipations et coordinations sont liées, représentant le cœur de l'intelligence collective dans les équipes de football, nous avançons que la macrocognition pourrait être une des clés du développement de l'intelligence collective.

Afin de résoudre les *problèmes complexes*, le cadre de la macrocognition décrit quatre phases de coopération : la construction des connaissances, la résolution de problèmes en équipe, le consensus de l'équipe, et l'évaluation de la réponse et des résultats (Rosen et al., 2008). Sur la base de ces composantes, nous proposons le programme de formation TACTIK (*Training Adapted for Collective Tactical Intelligence and Knowledge*), littéralement : « entraînement adapté à l'intelligence et aux connaissances tactiques collectives ». Il s'agit d'un ensemble de suggestions complémentaires constituant les jalons d'un programme de formation en devenir : **i) développer le référentiel commun ; ii) transformer l'équipe en organisation apprenante et auto-adaptative ; iii) faire émerger une compréhension collective ; et iv) mobiliser les technologies numériques pour renforcer la pensée tactique.**

²⁷⁵ Une forme d'identité de jeu « à la française », à l'instar du rugby par exemple.

Développer le référentiel commun

Pour agir collectivement et opérer en commun, les équipes doivent partager des connaissances (Eccles & Tran, 2012). Selon les auteurs, ces connaissances peuvent être développées par le jeu ou par la planification explicite. Les connaissances partagées acquises « par le jeu », autrement dit par un entraînement proche de la situation réelle de match, font référence à l'intégration de « probabilités situationnelles » propres à la logique interne de l'activité et aux caractéristiques de son équipe. Par la pratique répétée, les joueurs intègrent les « préférences » de leurs coéquipiers, mais aussi les actions probables dans chaque situation. En complément, la « planification explicite » correspond au travail de l'entraîneur qui transmet des idées tactiques, une philosophie de jeu ou encore un projet stratégique. A titre d'exemple, Mouchet évoque le « projet de jeu » qui se formalise par « l'énoncé de principes stratégiques et tactiques qui tendent vers le jeu idéal défini par son (ses) concepteur(s) » (2010, p. 68). Ce niveau est donc foncièrement du ressort de l'entraîneur ou du formateur.

Klein (2015) souligne la nécessité de renforcer les intuitions en construisant des expériences qui aboutissent à des connaissances tacites plus précises et plus complètes. A l'échelle de l'équipe, il s'agit donc de renforcer le partage des intuitions, des intentions, des expériences et des connaissances, par une pratique commune régulière mais adaptée. Ces « processus cognitifs émergents » correspondent au partage de connaissances, constituants de base du référentiel commun. A cette fin, des temps spécifiques comme les *débriefings* peuvent être organisés²⁷⁶. Ces derniers représentent une forme d'auto-apprentissage émergent (Tannenbaum & Cerasoli, 2013). Les auteurs précisent que les débriefings doivent servir des objectifs de développement plutôt que d'évaluation ou de jugement, afin d'encourager le partage d'informations et la prise de recul. De plus, Cotard et Michinov montrent que les temps d'échange avant (prébriefing) et après l'action (débriefing) peuvent permettre de développer la réflexivité d'équipe, renvoyant « à des comportements ou à des pratiques mises en place pour faciliter la gestion des tâches dans l'équipe (planification, définition de règles et des rôles de chacun, protocoles, respect de la hiérarchie) » (2020, p. 186). En s'appuyant sur de tels temps d'échange et de verbalisation, l'entraîneur pourra renforcer l'expertise collective de l'équipe. Dans cette perspective, nous reprenons plusieurs propositions pratiques complémentaires (Eccles & Tran, 2012), adaptées au développement d'un référentiel commun :

²⁷⁶ Tannenbaum et Salas (2020) avancent que les débriefings peuvent améliorer les performances collectives d'au moins 20 %.

- Utiliser essentiellement des situations de jeu conservant la complexité de l'activité à l'entraînement, comme les situations de « jeu réduit » ;
- Encourager les permutations de postes, à l'entraînement comme en match. Cela permet aux joueurs de littéralement « se mettre à la place d'autrui » pour développer une compréhension mutuelle ;
- Communiquer explicitement sur le projet de jeu, pour renforcer le référentiel commun en prenant conscience des objectifs donnés par l'entraîneur et/ou construits avec les joueurs. Ce travail doit être redondant, régulier, mais varié. Par exemple en utilisant différents types de médias (vidéo, tableau, audio). Les choix doivent être justifiés au regard de l'activité et des caractéristiques de l'équipe, pour que chacun puisse trouver du sens dans le projet commun ;
- S'appuyer sur l'étude « en salle » de situations de match, en impliquant les joueurs dans l'analyse vidéo ;
- Vérifier la bonne compréhension de ce projet de jeu, en s'appuyant sur des échanges spontanés d'une part, et sur des temps d'évaluation pouvant prendre la forme d'un questionnaire tactique d'autre part.

Transformer l'équipe en organisation apprenante et auto-adaptative

Selon Noubel (2007), l'apprentissage permanent et autonome, tant individuel que collectif, est la clé de voute de tout l'édifice d'une « super-équipe ». A ce propos, Gorman (2014) propose que la coordination d'une équipe puisse être améliorée en appliquant un « entraînement par perturbation ». Or, c'est précisément la nature de l'entraînement par le jeu, notamment le *jeu réduit*. Cette forme de pratique est caractérisée par une réduction de la complexité du *jeu complet* (Figure 31), conservant tout de même l'essentiel de la logique interne de l'activité. En accord avec Dugas (2011), il est nécessaire de conserver une *densité interactionnelle* proche de la situation de référence – le match – en adaptant surface de jeu et nombre de joueurs. Ainsi, une situation de jeu réduit :

- Oppose deux équipes aux intérêt antagonistes ;
- Composées d'au moins trois joueurs et dix au maximum (effectif réduit²⁷⁷), l'égalité numérique n'étant pas nécessaire ;
- Orientées vers l'atteinte d'une cible qui n'est pas forcément un « but gardé ».

²⁷⁷ Selon nous, la portion optimale se situe entre 5 et 7 joueurs. Rappelons que nous considérons – à l'instar de Gréhaigne (1989) – qu'une équipe doit être composée d'au moins trois individus afin de présenter une complexité minimale. A partir de 3 joueurs, le porteur de balle se détache d'une configuration de choix binaire : passer ou conserver.

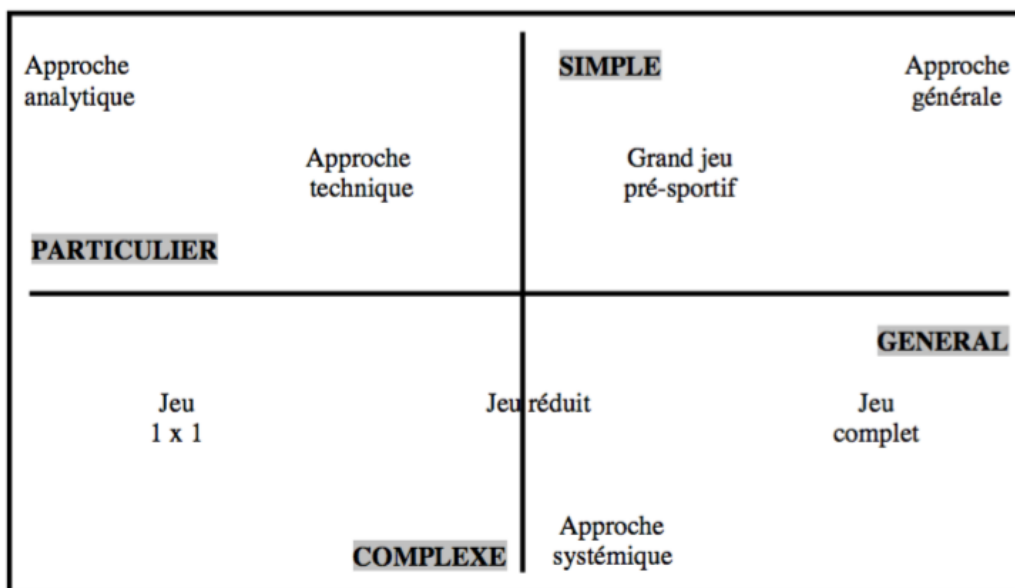


Figure 31 : Principe d'analyse des sports collectifs (d'après Gréhaigne, 1989)

Dans ce type de situation, il s'agit pour le joueur « de construire des savoirs, compétences perceptives, décisionnelles et motrices, par une succession d'essais, en vue de transformer et d'optimiser ses réponses motrices » (Gréhaigne & Nadeau, 2015, p. 123). Machado et ses collaborateurs (2020) incitent les entraîneurs et formateurs à utiliser les jeux à effectif réduit pour maximiser le temps d'activité et offrir des possibilités de prise de décision en contexte « signifiant ». Sur le plan didactique, ces conceptions permettent souvent de respecter la logique interne du jeu, de sauvegarder une part substantielle de sa complexité et d'appliquer les principes tactiques fondamentaux du football. Kermarrec et Bossard (2017) introduisent quant à eux la notion de « situation de jeu réduit en position » (SJRP), visant à spécifier encore davantage le contexte d'apprentissage. La SJRP repose sur 3 principes de conception : a) le positionnement de l'espace de jeu de la situation dans une *partie spécifique* du terrain « entier » ; b) le placement des joueurs à des *postes prototypes* ; c) la répétition d'action « par vague » débutant par une *mise en jeu précise*.

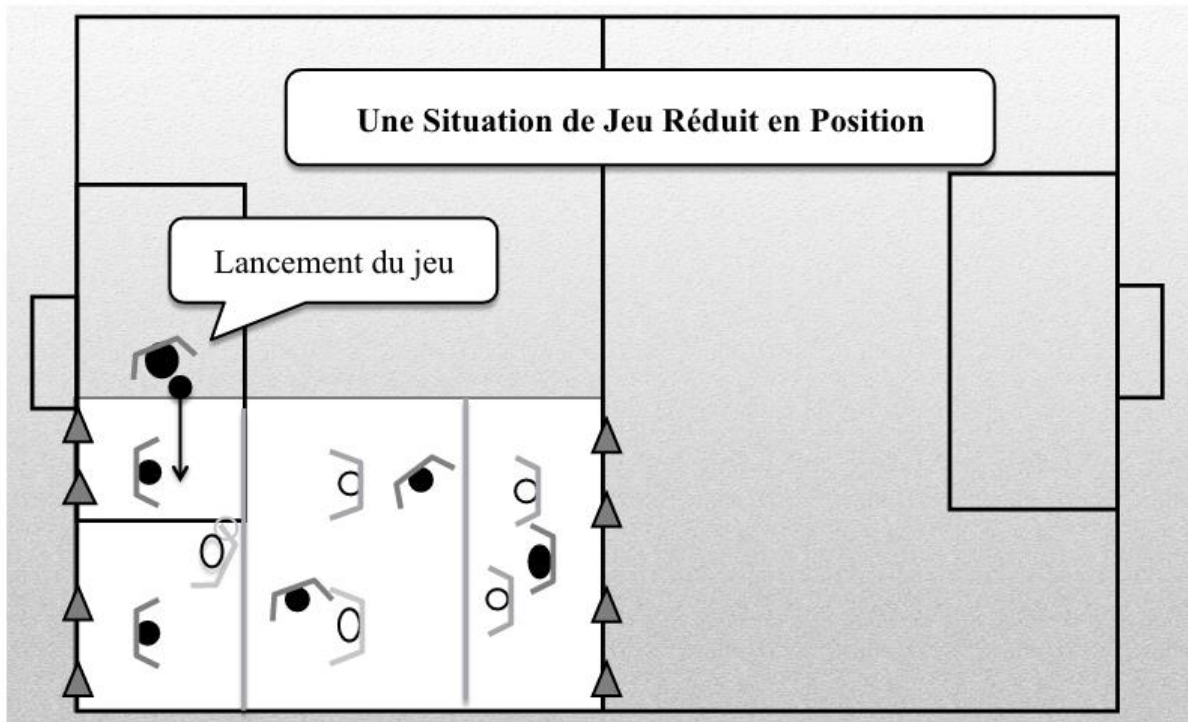


Figure 32 : Exemple de situation de jeu réduit en position (Kermarrec & Bossard, 2017)

Nous proposons d'enrichir le modèle de SJRP en intégrant la notion de permutation de postes. En effet, pour construire une compréhension mutuelle, il faut pouvoir vivre des expériences similaires. En plus de développer l'adaptabilité des joueurs, des permutations régulières à l'entraînement contribuent au partage de connaissances en situation (la dimension transitoire du référentiel commun). La conception de situations adaptées est un préalable à l'apprentissage en équipe, mais les modalités pédagogiques sont également déterminantes dans l'optique de faire émerger une compréhension collective.

Faire émerger une compréhension collective

Dans les contextes d'enseignement et d'apprentissage, l'observation et la verbalisation sont présentées comme des stratégies clés pour susciter la pensée critique et le développement de connaissances stratégiques et tactiques (Gréhaigne et al., 2001). A ce propos, plusieurs auteurs soulignent l'intérêt d'articuler temps de jeu, séquences d'observation et moments de débat.

Concernant les moments de débat d'idées, ils visent « une auto-socio-construction des compétences motrices et connaissances tactiques » (Gréhaigne et al., 2015, p. 57).

Concrètement :

Il s'agit de proposer des séquences orales où la parole est vécue comme une interaction en vue de produire des effets cognitifs. Cela met en scène des joueurs dans une situation qui vise la co-construction de savoirs. En bref, un contexte didactique où les apprenants ne se limitent pas à un rôle passif face à un maître ou un entraîneur détenteur du savoir (Gréhaigne et al., 2015, p. 55).

A la suite directe d'une situation de jeu réduit, le débat d'idée peut permettre de faire évoluer les comportements tactiques individuels et collectifs. Gréhaigne et ses collaborateurs (2015) précisent qu'à l'issue de la discussion, il est nécessaire de revenir au jeu pour que les joueurs puissent mettre en pratique leurs réflexions. Ainsi, l'alternance entre différentes modalités de formation constitue une méthode propice aux apprentissages. A mesure que les pratiquants s'approprient cette variété de méthodes, leurs conceptions, réflexions et capacité à exprimer leurs idées, voire à convaincre leurs coéquipiers, se renforceront. Par ailleurs, les auteurs affirment que le débat d'idées ne doit pas excéder deux à trois minutes. Durant ce temps, les verbalisations peuvent porter sur des caractéristiques :

- De formulation : se justifier
- De validation : proposer une ou des solutions
- De généralisation : faire référence à une connaissance

Ces différents types de partage doivent conduire « à la mise en place d'un système fonctionnel dans lequel chaque joueur doit signifier, à la fois, comment il est une opportunité pour les autres, et comment sa conduite exprime la manière dont il prend en charge une partie de l'intentionnalité collective » (Rey, 2009, p. 377). Lors du débat d'idée, la question qui doit être posée porte sur la façon dont chaque joueur envisage et conçoit sa contribution à l'intention collective, au travers des comportements qu'il produit. D'ailleurs :

Lorsque les membres de l'équipe réfléchissent collectivement, ils échangent leurs expériences et leurs connaissances, et sont amenés à ajuster leurs points de vue sur la manière de réaliser les tâches. En conséquence, les membres de l'équipe ont une meilleure compréhension de la tâche, ce qui pourrait permettre le développement des « processus cognitifs émergents » (Cotard & Michinov, 2020, p. 192).

Ces processus cognitifs émergents peuvent faire référence au référentiel commun, dont la co-construction repose « sur des connaissances opérationnelles justifiées, des expériences de jeu et d'entraînement partagés, une explicitation et un recul critique et prospectif. Il assure compatibilité de l'orientation des décisions d'action et synchronisation des opérations d'exécution motrice au sein du collectif » (Bouthier, 2016, p. 30).

Nos propositions s'inscrivent également dans la lignée du *Teaching Games For Understanding* (TGFU), littéralement : enseignement des jeux pour la compréhension (Kirk & MacPhail, 2002). A l'instar du TGFU, s'appuyant sur le jeu et sa logique interne pour amener à une prise de conscience des connaissances tactiques, nous visons un enseignement des jeux pour la compréhension collective. Autrement dit, nous souhaitons développer la conscience collective et les connaissances tactiques collectives au travers du jeu (Gréhaigne, 2011). Dans cette perspective, « l'apprentissage de l'acte tactique, par une pédagogie de la compréhension, par la mise en jeu de processus métacognitifs dans l'interaction sociale, par l'émergence de règles d'action » (Darnis et al., 2005, p. 264), participe au développement cognitif, socio-cognitif et macrocognitif des joueurs. Notons que les différentes formes d'interaction et d'expression qui structurent les échanges entre partenaires peuvent déboucher sur des conflits socio-cognitifs. Or, lors des interactions verbales (Wallian & Chang, 2007), ces désaccords – synonymes de diversité cognitive – sont essentiels pour permettre à la pensée tactique collective de progresser (Darnis et al., 2005; Darnis & Lafont, 2013). Au-delà des méthodes pédagogiques, qui ont relativement peu évoluées ces dernières années, le secteur technologique a quant à lui connu des avancées significatives. Il se présente dès lors comme une ressource capitale pour les praticiens.

Mobiliser les technologies numériques pour renforcer et évaluer la pensée tactique

Afin de réaliser des performances de haut niveau en football, les compétences tactiques sont nécessaires, particulièrement en matière de prise de décision (Machado et al., 2020) et d'anticipation (Williams et al., 2011). Outre l'entraînement sur le terrain, il est possible de développer les compétences perceptuelles et socio-cognitives des joueurs « en salle » : notamment la capacité d'anticiper l'action d'autrui (Williams & Jackson, 2019b). Cet objectif peut être atteint en utilisant les tests d'occlusion (*cf.* Chapitre III). Ce type de dispositif peut être utilisé lorsque les athlètes ne sont pas en mesure de s'entraîner physiquement ou ne peuvent faire l'expérience répétée de situations clés de leur sport.

Toutefois, nous considérons qu'il peut aussi s'inscrire en continuité directe de l'entraînement sur le terrain. A cet égard, l'objectif principal de toute intervention de formation « hors du jeu » devrait être la fréquence et la pérennité du transfert d'apprentissage de la formation au terrain. En conséquence, un entraînement régulier reposant sur cet outil nécessite de respecter quelques principes : le couplage perception-action, l'effet d'interférence contextuelle et l'information contextuelle (Broadbent et al., 2015). Les auteurs suggèrent qu'il devrait y avoir un haut niveau de similarité entre la formation et la performance en situation réelle, lors de la conception de la formation aux compétences perceptivo-cognitives.

Par ailleurs l'importance de l'évaluation (Mougenot, 2016a), en particulier formative, a été soulignée en vue d'incorporer des connaissances au sein des jeux sportifs collectifs (Gréhaigne et al., 2015). Lorsqu'elle se pare d'une visée formative, cette pratique pédagogique permet – en identifiant les besoins, progrès et acquis des apprenants – d'ajuster l'enseignement. Dans le contexte de l'Éducation Physique et Sportive (EPS), une étude récente a montré que l'utilisation de l'évaluation formative, combinée à des temps de verbalisation et débat d'idées, permettait aux élèves de progresser de façon significative (Mougenot, 2015). Dans ce cadre, l'enseignant (ou l'entraîneur) devrait expliciter ses attentes aux joueurs, pour leur permettre de se forger une meilleure représentation du but de la tâche. De plus, ce dispositif facilite les processus d'apprentissage, en fournissant aux apprenants la connaissance des résultats et performance. Au travers des verbalisations, échanges et questionnements, ils mobilisent une forme de métacognition, que nous considérons comme collective. Mougenot précise que ce type d'évaluation à visée formative, s'il « peut se décliner sous différentes formes et aboutir à des régulations protéiformes » (2016b, p. 32), doit être mis en place lors de temps prévus, formalisés tout en intégrant l'ensemble des apprenants. Par conséquent, il se différencie des feedbacks en cours de jeu, qui sont rarement audibles pas les pratiquants. L'auteure confirme que :

Les régulations seraient inutiles si elles sont aléatoires et occasionnelles ; proposer des situations d'évaluations formatives anticipées, pour toute la classe et à partir de l'observation du jeu, pourrait ainsi être un moyen complémentaire aux retours interactifs qui sont plus informels et parfois inégalement distribués » (Mougenot, 2015, p. 228).

En outre, la mise en place d'évaluations formatives semble faciliter l'accès des apprenants à la compréhension des situations de jeu, dans la perspective d'un apprentissage tactique et stratégique. Si l'étude en question portait sur l'EPS, dans le champ scolaire, il est concevable que de tels arguments soient également valables en contexte « sportif ».

Dans une optique formative et sur la base de nos travaux empiriques, il peut être intéressant de mesurer l'intelligence collective d'une équipe de façon générale. Plus particulièrement, il est possible de différencier un « QI » collectif en attaque, en défense, ou de s'intéresser à des aspects plus spécifiques du jeu comme les *pressings* ou les *contre-attaques*. Par ailleurs, cette méthodologie ouvre la voie à des évaluations répétées dans le temps et prévues à l'avance²⁷⁸, pour mesurer l'impact de dispositifs et d'outils de formation par exemple. Entre autres, le développement du référentiel commun peut être réalisé sur et en dehors du terrain, notamment via des séances vidéo. Nous pensons que ces différents temps de formation sont complémentaires, et insistons sur l'intérêt d'une succession rapprochée entre ces moments *in vivo* et *in vitro*.

Sur la base des grands principes du programme de formation TACTIK (*Training Adaptated for Collective Tactical Intelligence and Knowledge*) présenté en amont, des dispositifs d'entraînement variés peuvent voir le jour. Dans ce cadre, nous avons conçu un exemple de dispositif s'intégrant au « logiciel » TACTIK, s'adressant directement aux structures d'élite : équipes de clubs professionnels, centres de formation, pôles espoirs, académies privées, etc.

²⁷⁸ En pré-saison, post-saison et régulièrement durant celle-ci, lors d'un cycle de travail particulier par exemple.

VII. 2) Conception d'un dispositif d'entraînement pour développer l'intelligence collective

Reprenant les propositions effectuées en amont, nous avons conçu un dispositif de formation orienté vers le développement de l'intelligence collective au sein des équipes de football²⁷⁹. Le dispositif en question vise l'amélioration des comportements collectifs étudiés dans ce travail et repose sur la mise en place de *situations complexes* (Le Briquer, 2017). Celles-ci demandent aux pratiquants d'articuler plusieurs éléments (connaissances, compétences, etc.) pour résoudre un problème complexe, n'ayant pas de solution « idéale » *a priori*. En match, les situations de jeu correspondent à cette description puisqu'elles placent le joueur face à de multiples incertitudes, causées par la dynamique des actions. Elles sont reproduites à l'entraînement, principalement sous la forme de jeux réduits.

En outre, nous pensons que les situations complexes peuvent être « augmentées » en vue d'optimiser le développement de l'intelligence collective tactique. Dans ce cadre, nous proposons le dispositif de *situation complexe optimisée (SiCoOp)*, qui articule temps de formation « de terrain » et « en salle ». En effet, l'optimisation de l'intelligence collective des équipes ne peut se faire sans un aller-retour régulier entre la théorie et la pratique. Plus le temps entre les deux est court, plus le transfert est facilité. Par ailleurs, l'usage d'artefacts technologiques liés aux feedbacks *in situ*, a été suggérée par plusieurs auteurs (Kermarrec & Bossard, 2017). Les clubs de football professionnels utilisent de plus en plus ce type de dispositif : causerie d'avant match s'appuyant sur des vidéos de l'adversaire, analyse des performances individuelles et collectives après la rencontre, voire pendant le jeu lorsqu'un remplaçant s'apprête à entrer. Les outils et technologies numériques sont ainsi de précieux supports pour les entraîneurs et formateurs. De plus, les *SiCoOp* doivent permettre d'accentuer les expériences significatives, d'utiliser des feedbacks efficaces et de retranscrire son vécu sur le terrain.

²⁷⁹ Toutefois, il pourrait être mis en place dans l'ensemble des jeux sportifs collectifs, voire s'adapter aux contextes d'enseignement scolaire dans une version « allégée ».

Nous définissons les *situations complexes optimisées* comme : des dispositifs d'entraînement basés sur le modèle des « situation de jeu réduit en position » (Kermarrec & Bossard, 2017), conservant une majeure partie de la complexité du jeu ; remplaçant les joueurs dans des configurations de jeu prototypiques et significantes ; reposant sur un enchaînement cyclique entre temps de formation théorique (en salle) et pratique (sur le terrain) ; médiés par différents artefacts technologiques ; permettant aux entraîneurs d'accéder à la compréhension partagée au sein de l'équipe et d'évaluer les comportements collectifs. Le protocole par *SiCoOp* se déroule en sept étapes :

- i) Sélection et analyse de la séquence de jeu ;
- ii) Pré-test des joueurs ;
- iii) Phase d'explication ;
- iv) Phase d'exploration ;
- v) Phase d'explicitation ;
- vi) Phase d'expérimentation ;
- vii) Débriefing

Nous illustrons son déroulement à l'aide d'une seule séquence de jeu, néanmoins, précisons que le dispositif *SiCoOp* peut mobiliser plusieurs séquences à la suite. Dans ce cas, chaque étape sera multipliée selon le nombre de séquences travaillées dans le cadre de l'entraînement. Pour les étapes « en salle » toutes les séquences sont traitées à la suite avant de passer à l'étape suivante. Sur le terrain, ce sont les étapes qui se déroulent l'une après l'autre avant de passer à la séquence suivante.

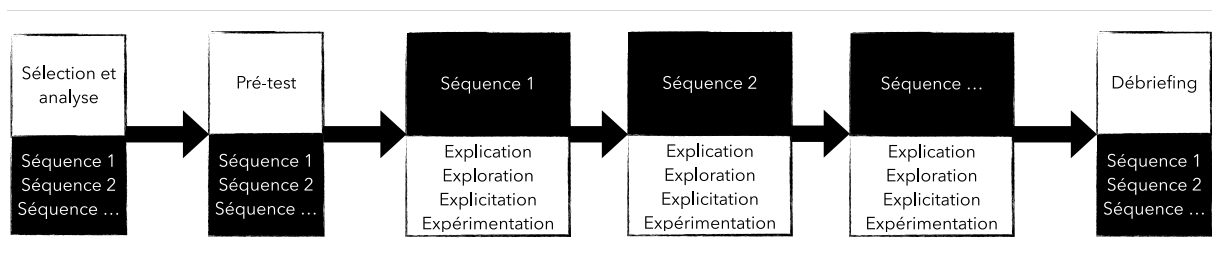


Figure 33 : Déroulement du protocole SiCoOp

Précisons qu'en regroupant différentes séquences similaires, il est possible de travailler une thématique très précise, adaptée à un adversaire et un « type de jeu ». Les séquences peuvent porter sur les configurations les plus habituelles, nommées « prototypiques » (Gréhaïne, 2011). Leur analyse permet de comprendre et anticiper l'évolution du jeu pour s'adapter.



Figure 34 : Arrêt sur image lors de la transition « séquence 2-PSG-FCL-02 »

Ce protocole doit être envisagé comme un cycle de travail continuellement actualisé, pouvant être considéré comme un « dispositif en spirale » (Mouchet, 2015). Autrement dit, les étapes successives s'influencent mutuellement, de même pour l'enchaînement des séances. Ainsi, il peut être conçu à l'échelle d'un entraînement, d'une semaine dans le cadre de la préparation d'un match, ou d'une année – voire au-delà – pour le développement d'un projet de jeu. Un fonctionnement fréquent par *SiCoOp* permettra également aux joueurs de s'approprier le dispositif sur la durée. La figure ci-dessous schématise le protocole pour la séquence illustrée plus haut. Nous l'avons précisé en amont, le départ de la situation se réalise « en position », les joueurs sont donc placés en cohérence avec l'arrêt sur image (Figure 34).

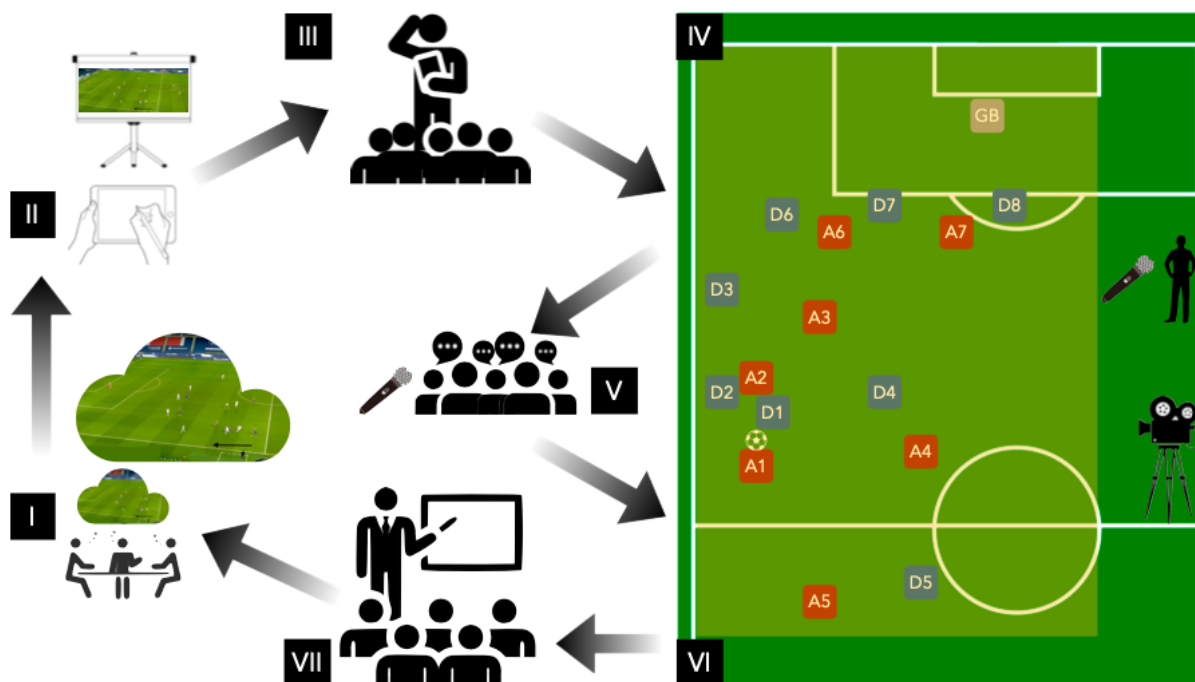


Figure 35 : Protocole de la situation complexe optimisée (SiCoOp) pour la séquence « 2-PSG-FCL-02 ». L'espace de jeu pour la partie terrain est délimité par la zone en « surbrillance »

Pour une meilleure compréhension, les étapes, le matériel nécessaire et les mesures du dispositif par situation complexe optimisée sont décrites dans le tableau ci-dessous.

Tableau 22 : Dispositif d'entraînement par SiCoOp

Lieu	Étape	Matériel	Mesures
En salle	i) <u>Sélection et analyse de la séquence</u> L'entraîneur et son staff (adjoints, analyste vidéo, <i>sport scientist</i> , etc.) sélectionnent une ou des séquences spécifiques extraites d'un match. Ils analysent les actions pour faire émerger les mesures nécessaires aux tests.	Enregistrement vidéo d'un match Données spatio-temporelles (GPS)	<i>Expected Transitions</i> Décisions empiriques individuelles et collectives Indices de coordination
	ii) <u>Pré-test des joueurs</u> Les joueurs réalisent un test d'anticipation et de décision collectives <i>in vitro</i> , visant à évaluer une part de leurs compétences perceptivo-cognitives et tactiques.	Projecteur/écran vidéo Tablettes numériques	Scores d'anticipation individuels et collectifs Décisions théoriques individuelles et collectives

Sur le terrain	<p>iii) <u>Phase d'explication</u></p> <p>L'entraîneur explique la situation aux joueurs. Il donne les consignes de fonctionnement et d'organisation pour le bon déroulement du jeu. Les joueurs sont briefés sur les points saillants de l'analyse de la séquence.</p>	<p>Dispositif d'enregistrement (microphone)</p>	<p>Verbatim</p>
	<p>iv) <u>Phase d'exploration</u></p> <p>Durant cette étape, les joueurs répètent la situation sans que l'entraîneur n'intervienne. Ils doivent trouver les solutions pour résoudre le problème auquel ils sont confrontés. De son côté, l'entraîneur doit « commenter » l'action en direct.</p>	<p>Dispositif GPS Caméra grand angle Dispositif d'enregistrement (microphone)</p>	<p><i>Expected Transitions</i> Décisions empiriques individuelles et collectives Indices de coordination Verbatim</p>
	<p>v) <u>Phase d'explicitation</u></p> <p>Pendant ce « temps-mort » relativement court, chaque joueur est invité à s'exprimer verbalement. La parole est répartie équitablement entre tous. L'entraîneur n'assiste pas à ces échanges.</p>	<p>Dispositif d'enregistrement (microphone)</p>	<p>Verbatim</p>
	<p>vi) <u>Phase d'expérimentation</u></p> <p>Les joueurs se remettent en place et la situation se déroule à nouveau à plusieurs reprises. Cette fois-ci, l'entraîneur dispose d'un temps restreint pour s'exprimer, conseiller ou orienter les joueurs, entre chaque répétition.</p>	<p>Dispositif GPS Caméra grand angle Dispositif d'enregistrement (microphone)</p>	<p><i>Expected Transitions</i> Décisions empiriques individuelles et collectives Indices de coordination Verbatim</p>
En salle	<p>vii) <u>Debriefing (post-test facultatif)</u></p> <p>L'entraîneur et son staff reviennent sur les différents temps de la <i>SiCoOp</i>. Un post-test peut également être réalisé à l'identique de la phase ii.</p>	<p>Projecteur/écran vidéo Tablettes numériques</p>	<p>Données issues des différentes étapes de la situation : scores, xT, indices de coordination, verbatim</p>

A présent, revenons pas à pas sur ce protocole, en détaillant pleinement les étapes successives et la logique de construction du dispositif *SiCoOp*.

i) Sélection et analyse de la séquence

Concernant la sélection et l'analyse de la séquence, les extraits vidéos peuvent porter sur le dernier match joué, sur un match antérieur, sur une rencontre impliquant le prochain adversaire ou encore sur un match aléatoire. Ces différentes possibilités permettent de mobiliser des séquences de jeu ciblées sur un type d'action ou un adversaire précis, selon les besoins de l'entraîneur : par exemple, les comportements collectifs de l'équipe adverse à la suite d'une récupération en « zone médiane » latérale, à l'image de la séquence illustrative (Figure 34). Au sein de chaque séquence, un *instant initial* doit être choisi. Celui-ci ne correspond pas forcément au début de la séquence de jeu (le moment de transition). En effet, l'entraîneur peut vouloir insister sur un segment particulier de l'action. Le choix de l'instant initial est déterminant, puisqu'une partie sensible du dispositif en dépend. Tous les joueurs présents sur la séquence vidéo ne sont pas nécessairement pris en compte, cette option relevant d'un choix de l'entraîneur et de son staff²⁸⁰. Ils peuvent tout à fait choisir de se focaliser sur les joueurs proches de porteur de balle, sur les attaquants ou les défenseurs. A ce titre, l'analyse peut porter sur une seule, ou les deux équipes. S'il s'agit d'étudier sa propre équipe, l'utilisation de données spatiotemporelles²⁸¹ peut être judicieux, dans une perspective comparative.

Partant de cet « instant 0 », il est indispensable de caractériser les comportements des joueurs pris en compte pour l'analyse²⁸², dans les toutes premières secondes. Cette description de l'action joueur par joueur, permettra de construire le test perceptivo-cognitif. Pour chaque joueur étudié, les experts feront émerger deux comportements probables en plus de celui mis en œuvre de façon effective à la vidéo. Ils doivent également calculer l'*Expected Transition* et préciser les décisions collectives émergentes (attaque/défense). Cette étape conduit à compléter une sorte de « fiche d'identité de la situation », pouvant par la suite s'intégrer dans une banque de données élaborée.

ii) Pré-test des joueurs

La seconde étape porte sur le pré-test des joueurs. A l'image du test d'anticipation collective mis au point dans le chapitre III : les joueurs sont invités à anticiper l'action d'autrui à partir d'une séquence vidéo projetée sur un écran jusqu'à un « instant 0 ». L'image est alors figée.

²⁸⁰ Nous les appellerons « experts » pour le reste de notre présentation.

²⁸¹ Recueillies à l'aide de GPS ou d'un système de *tracking* vidéo.

²⁸² Nous les nommerons « protagonistes ».

Cependant, plusieurs modifications sont apportées au protocole utilisé dans notre étude. Cette fois-ci, les participants sont face à quatre options : deux à trois proposées par les experts (les plus probables) et une réponse « autre ». L'action réellement réalisée par les protagonistes de la séquence peut ainsi être « autre », dans le cas d'un comportement inattendu. Par ailleurs, la réponse au test ne se limite plus à anticiper sur la base d'un oui/non, mais en termes de probabilité. Il est donc demandé de répartir les probabilités que chaque option survienne entre 0 et 10 (le total doit être égal à 10). Une autre différence concerne la complexité de l'anticipation. Pour ce test, les participants doivent se prononcer sur plusieurs joueurs, d'une ou des deux équipes. Ce choix revient aux experts, qui déterminent quels protagonistes de la séquence sont les plus pertinents à prendre en compte. Si anticiper l'action de tous les joueurs est possible, nous recommandons tout de même de se limiter à 10 maximum par séquence, répartis uniformément ou non entre les deux équipes. Selon l'objectif de travail de la séquence (attaque ou défense) les participants doivent sélectionner l'option la plus judicieuse en plus d'anticiper. *Idem* pour l'échelon collectif : intention de jeu *directe* ou *indirecte*. En résumé pour chaque protagoniste analysé par les experts, les joueurs participant au test doivent : anticiper l'action qu'il va accomplir parmi un ensemble de propositions ; définir quelle serait la meilleure option. Au plan de l'équipe, ils doivent choisir l'intention collective la plus adaptée selon eux. Selon la complexité du test, une quantité plus ou moins importante de séquences peut être traitée durant la même séance d'entraînement. A l'issue de ce travail « cognitif », les joueurs se dirigent sur le terrain pour la partie pratique.

iii) Phase d'explication

Avant de débiter la pratique à proprement parler, l'entraîneur initie la phase d'explication en donnant les consignes de fonctionnement et d'organisation pour le bon déroulement du jeu. Il présente aux joueurs : la situation (règlement particulier, système de score), l'espace de jeu et l'objectif de travail²⁸³. De plus, il précise le positionnement de chaque joueur au départ de l'action, reproduisant l'arrêt sur image de « l'instant 0 » (voir Figures 34 et 35 pour une illustration). En cela, la *SiCoOp* s'inspire des situations de jeu réduit en position. Les mots de l'entraîneur sont enregistrés à l'aide d'un microphone, plus particulièrement la verbalisation de ses attentes concernant la situation.

²⁸³ Les joueurs sont « briefés » sur les points saillants de l'analyse effectuée au préalable (étape i).

iv) Phase d'exploration

A l'identique de « l'instant 0 », l'arrêt sur image est reproduit sur le terrain. Cette configuration sera remise en place à chaque nouveau lancement de jeu. Dans ce cadre, les dimensions, les distances et les positions des joueurs sont strictement respectées pour correspondre au moment crucial identifié par les experts. La situation démarre par une action (une passe par exemple) menant à ce « point de divergence ». A partir de « l'instant 0 », l'action est totalement libre et la situation se répète au moins dix fois, sans que l'entraîneur n'intervienne ni que les joueurs soient autorisés à communiquer verbalement entre les passages. Il s'agit bien d'une phase d'exploration, où chacun tente d'adapter son comportement pour amener un maximum de réussite collective. En parallèle, l'entraîneur doit « commenter » les actions, c'est-à-dire verbaliser son jugement sur les comportements des joueurs. Là encore, un microphone enregistre ses paroles.

v) Phase d'explicitation

A l'issue des répétitions²⁸⁴ de la phase d'exploration, tous les joueurs concernés se réunissent en cercle autour d'un microphone placé aux abords du terrain. Ils doivent tous prendre la parole²⁸⁵ pour expliciter : pourquoi ils ont fait tels choix d'action ; ce qu'ils pensent des comportements de leurs partenaires ; ce qu'ils considèrent être les meilleures solutions individuelles et/ou collectives. Toutefois, chaque joueur dispose de 10 secondes pour s'exprimer, le temps étant décompté pour que la parole soit équitablement répartie. Il faut donc aller à l'essentiel ou hiérarchiser ses arguments. A ce propos, l'égalité du temps de parole dans un groupe semble directement en lien avec son intelligence collective (Woolley et al., 2010).

Après ce temps relativement court (1 à 2 minutes), un moment de débat d'idées collectif est ouvert (Dietsch et al., 2015; Gréhaigne, 2007). Il doit lui aussi être relativement bref (30 secondes à 1 minute). Toutes les verbalisations sont enregistrées à l'aide d'un microphone et retranscrites en verbatim pour la suite de l'analyse. Elles pourront être comparées avec la lecture des situations par l'entraîneur lors de la phase d'exploration (iv). Par ailleurs, cette phase d'explicitation peut permettre de voir émerger les leaders tactiques au sein du groupe.

²⁸⁴ Ce nombre est défini par les experts, selon la difficulté et l'importance de la situation. Le nombre de séquences analysées et la durée de l'entraînement rentrent également en compte.

²⁸⁵ L'ordre de la prise de parole peut être défini par l'entraîneur ou déterminé aléatoirement. Une autre possibilité, peut-être la plus intéressante, consiste à utiliser un *tour de parole circulaire* : le premier joueur qui le souhaite prend la parole, puis celle-ci tourne dans le sens des aiguilles d'une montre jusqu'à achever le tour du « cercle ».

Précisons que l'entraîneur n'assiste pas à ces échanges, mais aura accès aux enregistrements pour le débriefing. L'objectif est qu'il ne soit pas influencé par cette phase pour l'étape suivante : la phase d'expérimentation.

vi) Phase d'expérimentation

Au cours de cette dernière phase sur le terrain, la situation est de nouveau répétée au moins dix fois (*idem* phase iv). Les joueurs doivent tenir compte de leurs échanges et des objectifs (individuels et collectifs) qu'ils se sont fixés. Contrairement à la phase d'exploration, l'entraîneur peut intervenir verbalement entre chaque répétition. Toutefois, il doit le faire en temps restreint (30 secondes au maximum) pour ne pas « casser le rythme ». Il verbalise ses attentes, feedbacks et conseils, en direction de l'équipe, d'une partie ou d'un joueur en particulier. Les paroles de l'entraîneur sont enregistrées à l'aide d'un microphone. Le fait d'avoir un temps contraint assez court pour s'exprimer incite les participants (entraîneur comme joueurs) à « peser leurs mots » et aller à l'essentiel.

vii) Débriefing

De retour en salle²⁸⁶, les experts reviennent sur les différents temps de la *SiCoOp* : a) les résultats du pré-test ; b) les données issues de la pratique lors des phases d'exploration puis d'expérimentation ; c) les verbalisations recueillies au cours de la phase d'explicitation pour les joueurs, d'exploration et d'expérimentation pour l'entraîneur. Ils reviennent également sur les attendus liés à la séquence en question. En premier lieu, les résultats du pré-test donnent des informations sur les compétences perceptivo-cognitives des joueurs (Mann et al., 2007; Ward & Williams, 2003). Il permet de mesurer la capacité d'anticiper, individuellement et collectivement. Notons avec intérêt qu'un tel dispositif pourrait combler une des lacunes de notre travail : mesurer l'anticipation lorsque l'action porte sur ses coéquipiers. A cet égard, le fait de répondre par un pourcentage offre la possibilité de comparer les données « en salle » et « sur le terrain ». Concrètement, si tel joueur pense que dans cette configuration de jeu son coéquipier réalisera « un appel en profondeur » (pour exemple) dans sept cas sur dix, cette probabilité pourra être vérifiée par la suite lors des phases d'exploration et d'expérimentation.

²⁸⁶ Idéalement dans la même journée, le temps de l'analyse des données.

En parallèle, la proportion de l'équipe à lire le jeu de façon efficiente et partagée, sera mesurée (scores émergent et pondéré, CCI, etc.). De plus, des évolutions entre ces deux phases – à la suite des verbalisations – pourront être observées. Il sera donc particulièrement intéressant de revenir : sur l'écart de représentation entre le réel et le possible (Menaut, 1998) ; et sur ce changement de comportement d'un temps à l'autre lors du débriefing. Un processus de réflexion similaire est possible concernant les décisions, puisque les joueurs sont invités à se positionner sur une *décision opportune* pour chaque protagoniste. De même, la *SiCoOp* permettra de comparer la *décision collective théorique* pour « l'instant 0 » (entre jeu direct et indirect), et la proportion de fois où elle émerge vraiment en situation.

Dans un second temps, les experts reviennent sur le niveau de réussite de la situation, lors des phases d'exploration et d'expérimentation. Ils peuvent mobiliser les *Expected Transitions*, mis en relation avec celui de la séquence vidéo, mais aussi les mesures de la coordination (données spatio-temporelles). A l'aide des enregistrements vidéo sur le terrain, les experts et les joueurs analysent les différentes itérations des situations. Ces moments d'échange sont l'occasion d'utiliser les verbalisations des joueurs et de l'entraîneur lors des différentes phases, en vue d'appréhender la compréhension mutuelle du collectif. Cependant, quelques précautions doivent être prises lors de cette étape. En effet, Tannenbaum et Salas (2020) soulignent que le débriefing doit mettre l'accent sur :

Des activités, des épisodes et des événements spécifiques plutôt que sur la performance ou les compétences générales. Réfléchir à des événements passés spécifiques offre un degré de concentration différent et permet un examen plus approfondi d'actions particulières, d'associations indice-stratégie, de cognitions sous-jacentes, etc. qu'une discussion générale sur la performance globale. Cela permet également d'établir des plans d'action et des objectifs spécifiques et stimulants (traduction libre, 2020, p. 232).

Par ailleurs, les auteurs ajoutent que le débriefing doit intégrer les contributions de plusieurs coéquipiers ou d'un participant central (l'entraîneur par exemple) accompagné d'une source externe : observateur (adjoint, *sport scientist*) ou données objectives (mesures des comportements collectifs). Ainsi, le dispositif *SiCoOp* respecte ces recommandations. En complément, un post-test peut être réalisé afin de comparer les résultats avant et après la *SiCoOp*, si les experts le jugent nécessaire.

A une échelle de temps supérieure, ce protocole permettrait également d'évaluer l'évolution des compétences perceptivo-cognitives et tactiques, de la capacité à se coordonner, de la compréhension du projet de jeu, voire de mesurer le référentiel commun²⁸⁷. Dans cette perspective, le dispositif par *situation complexe optimisée* pourrait s'inscrire dans le cadre d'un futur projet de recherche visant à développer et mesurer l'intelligence collective dans les équipes de football. Reposant pour part sur les méthodologies utilisées dans ce travail, ce projet viendrait à être enrichi par des outils complémentaires : en particulier le recueil des verbalisations lors des moments « de repos » et des entretiens d'explicitation, spécialement pour les entraîneurs.

²⁸⁷ Notamment grâce à la complémentarité des verbalisations et des observations en situation.

CONCLUSION

Nous arrivons au terme de ce travail de thèse, lequel nourrissait une ambition profonde : enrichir la connaissance de l'intelligence collective. A cette fin, nous avons mené nos recherches sur un terrain d'étude peu mobilisé dans ce champ : le domaine des jeux sportifs collectif, plus précisément au prisme de l'activité football. Si le sport est un remarquable phénomène social, sociétal et culturel, il est également un véritable « laboratoire à ciel ouvert » pour l'étude du comportement humain, individuel et collectif. Plusieurs chercheurs avancent justement que l'étude et la modélisation des phénomènes sportifs peuvent sensiblement contribuer à une meilleure compréhension des systèmes complexes, et réciproquement (Balague et al., 2013). Les auteurs soulignent que le sport ouvre la possibilité d'étudier les systèmes vivants complexes de manière effective, réelle et contrôlée, tout en obtenant un retour empirique rapide et reproductible. En tant que système complexe, l'équipe sportive est un concentré d'interactions, propice à l'étude de l'intelligence collective.

En ouverture de notre première partie, nous avons précisé que les chapitres I et II se reflétaient mutuellement, les sections de l'un faisant écho aux sections de l'autre. De façon systémique²⁸⁸, revenons sur les avancées successives ayant contribué à une *conceptualisation de l'intelligence collective dans les équipes de football*. En premier lieu, nous avons interrogé le concept de « jeu » au regard de ses innombrables variations (Section I. 1). L'analyse méthodique du football nous a conduits à redéfinir le cadre de cette activité afin de mettre à jour sa logique interne. Nous avons souligné que les caractéristiques du football placent les pratiquants face à de nombreuses incertitudes, dans des situations de forte pression spatio-temporelle, limitant les communications verbales. En parallèle, nous avons dépeint les équipes de football comme des systèmes complexes, cognitifs et auto-organisés dont les principales dispositions sont l'apprentissage et l'adaptation (Section II. 1). Au plan individuel, nous avons décrit les capacités du joueur expert à s'adapter constamment à la complexité du jeu (Section I. 2), en anticipant les faits de jeu, prenant des décisions intuitives et coordonnant ses actions en fonction de la situation.

²⁸⁸ Cette lecture alternative de la première partie met en avant l'aller-retour incessant entre les niveaux individuel et collectif de l'activité. Cette interaction micro-macroscopique pose les bases de l'intelligence collective : une *hologramme* reposant sur l'enchevêtrement de comportements à différentes échelles.

Par la suite, nous avons dessiné les contours du concept d'Intelligence (Section II. 2), décrivant non pas un « avoir » ou un « être », mais un « faire preuve » : c'est-à-dire un comportement adapté et finalisé. Nous avons insisté sur la dimension *protéenne* de l'intelligence, qui s'illustre dans tout le spectre du vivant et se traduit par de multiples manifestations chez l'être humain. A cet égard, le joueur de football en mobilise une multitude, dont l'intelligence tactique – s'exprimant dans l'instant contrairement à l'intelligence stratégique. Elle consiste à utiliser les expériences passées pour anticiper l'*à-venir*, à décider quoi faire en cours de jeu et à se coordonner au sein de l'équipe, donc à solliciter son expertise.

Enfin, nous avons défini les équipes sportives comme « un ensemble d'au moins trois individus interagissant de manière *dynamique* et *adaptative*, se répartissant des rôles spécifiques, liés par *l'interdépendance des objectifs et des tâches* au sein d'une *activité collective coopérative* réalisée dans un *espace-temps partagé* » (Section I. 3). S'appuyant sur un référentiel commun de connaissances partagées – permettant aux joueurs de se comprendre mutuellement et d'interagir en temps contraint – les équipes de football mobilisent une *intelligence collective originelle*. Cette dernière est caractéristique des groupes « restreints » évoluant dans un même espace-temps (holoptique), mués par un but commun, médiés par un « objet-lien » en circulation, faisant émerger un « tout » polymorphe, évolutif et adaptable. Auparavant, nous avons défini l'intelligence collective comme « l'ensemble des phénomènes qui émergent de l'interaction d'agents cognitifs, et dont résulte la production de comportements adaptés et finalisés reposant sur l'intégration par le système de significations partagées » (Section II. 3). Dans les équipes de football, ces comportements s'illustrent par l'anticipation, la décision et la coordination collectives. Ils sont orientés vers l'atteinte d'un *but commun* nécessitant de *coopérer* et se *co-adapter*. Augmentant la *fiabilité*, la *flexibilité* et la *force* du « système équipe », ces comportements doivent lui permettre de résoudre des problèmes complexes variés : de *cognition*, de *coopération* et de *coordination* (Surowiecki, 2008).

Au fil de la deuxième partie, nous avons progressivement construit une *démonstration empirique des comportements collectifs* dans les équipes de football, mettant en évidence une forme d'intelligence collective. Dans le chapitre III, nous avons montré que les équipes de football parviennent à anticiper les actions de jeu mieux que le feraient les individus, y compris un expert. Si la capacité d'une équipe à anticiper collectivement dépend en partie de son expérience, une diversité cognitive (mesurée) joue également un rôle prépondérant.

Cette capacité semble suivre un modèle en « U inversé » lorsqu'elle est mise en relation avec l'homogénéité cognitive de l'équipe. Par ailleurs, les scores collectifs n'étaient pas corrélés aux scores individuels maximum et minimum des équipes pour l'échantillon de footballeurs, ce qui tend à confirmer qu'une *équipe experte* est différente d'une *équipe d'experts*. Le chapitre IV a permis de mettre en évidence la capacité des équipes de football à coopérer pour faire émerger une décision collective intuitive. Cette dernière était adaptée à la situation dans la majeure partie des actions, même sous forte pression temporelle (moments de transition). Toutefois, les équipes faisaient preuve d'une moindre rationalité lors des transitions, confirmant l'impact de la pression temporelle sur les modes de décision. Nos résultats ont également mis en exergue des logiques spécifiques selon le type de situation et les zones du terrain à la récupération/perte du ballon. Ils peuvent ainsi permettre de caractériser des profils tactiques/stratégiques d'équipe. De plus, nous avons mis en avant l'influence du choix du premier porteur de balle pour les décisions collectives à la suite d'une transition. Pour compléter cette deuxième partie, le chapitre V illustre la faculté des équipes de football à coordonner leurs déplacements dans l'espace et le temps pour produire un mouvement d'ensemble cohérent, alors même que l'essentiel de la communication est pratique. Les résultats démontraient des niveaux élevés de coordination collective (vitesse et direction) sur l'ensemble des matches, *a fortiori* pour la défense. Au niveau dyadique, la coordination des joueurs était corrélée à leur distance interindividuelle, et les deux mesures de la coordination l'étaient entre elles. Les équipes parvenaient également à se coordonner dans les secondes suivant une transition, mais à des niveaux inférieurs. Enfin, nous avons montré que les équipes avaient tendance à être plus coordonnées en attaque lorsqu'elles suivaient l'intention du premier porteur de balle, soulignant l'importance des choix intuitifs.

A la lumière de ces observations, nous avons *discuté* nos résultats afin d'apporter des *pistes pour l'intervention en football*. Ainsi, la troisième partie de ce travail intégrait des réflexions et propositions dans une perspective pratique. Dans le chapitre VI, nous avons discuté le postulat du *référentiel commun*, en insistant sur les perspectives qu'il pouvait présenter. Les comportements mis en évidence dans notre étude ont ensuite été reliés aux facteurs *dialogiques* évoqués dans la première partie : homogénéité – diversité ; agrégation – décentralisation ; interdépendance – indépendance. Dans les équipes sportives, une part de diversité nécessaire vient compléter l'homogénéité. En parallèle, le collectif s'appuie sur un mode de fonctionnement décentralisé couplé à un mécanisme d'agrégation des co-opérations.

Si l'interdépendance des tâches et des actions est évidente pour les joueurs, ils doivent également faire preuve d'une certaine indépendance dans leurs comportements pour atteindre un but commun. Enfin, nous sommes revenus sur les types de problèmes mettant en évidence l'intelligence collective, en les associant à l'anticipation, à la décision et à la coordination collectives. La plupart du temps, les types de problèmes évoqués par Surowiecki (2008) ne se posent pas dans une même situation. Or, les équipes de football sont confrontées simultanément à des problèmes de cognition, de coopération et de coordination, mettant en lumière toute la complexité du jeu. La capacité des équipes de football à résoudre ces problèmes bigarrés a ainsi mis en évidence l'intelligence collective tactique dont elles peuvent faire preuve.

Par ailleurs, les comportements intelligents des équipes traduisent des capacités similaires aux marchés prédictifs, à la sagesse des foules ou encore aux grands ensembles d'agents coordonnés, suggérant une relative porosité entre les formes d'intelligence collective. *In fine*, nous avons dressé une liste de propositions pour l'intervention, à destination des entraîneurs et formateurs. Parmi elles, notons i) la mise en place de situations de jeux conservant la complexité de l'activité mais contextualisant des *configurations précises* ; ii) l'alternance entre temps de formation « sur le terrain » et « en salle » ; iii) l'emploi de moments d'échanges organisés tels que les briefings, débriefings et débats d'idées ; iv) l'usage des technologies et artefacts numériques pour enrichir l'analyse et objectiver les comportements collectifs. Combinées, ces propriétés constituent un dispositif de *situation complexe optimisée* pour développer l'intelligence collective dans les équipes.

Différencier l'intelligence collective de la performance collective

Au cours de ce travail, nous avons régulièrement mobilisé la notion de « performance collective ». Pour autant, la différence avec l'intelligence collective n'a pas été discutée jusqu'ici et nombre d'auteurs semblent utiliser les deux termes indifféremment. La notion de performance collective « recouvre non seulement l'idée d'une réponse ajustée, mais également et surtout celle d'une réponse adaptative qui nécessite des capacités cognitives au niveau collectif » (Bonabeau & Théraulaz, 1994, p. 14). Néanmoins, la performance sportive dépend fondamentalement de l'adversaire, donc de l'opposition qui est proposée. Elle se traduit communément par le score du match, ou bien par l'interprétation de différentes « statistiques » censées rendre compte de la performance : possession de balle, nombre de tirs, nombre de passes, *expected goals*, etc.

Or, s'agissant justement d'un affrontement entre deux entités aux buts antagonistes, une équipe peut mobiliser « toute » son intelligence collective, sans pour autant réaliser une performance collective dans le cas où son adversaire ferait preuve d'une intelligence collective supérieure. D'ailleurs, la situation inverse est également possible – voire courante – au football. Celui qui remporte l'affrontement n'est pas systématiquement celui ayant démontré le plus d'intelligence collective. Bien qu'elle « se provoque », la chance tient un rôle non négligeable dans une pratique aussi peu généreuse en termes de buts. De même, deux équipes s'affrontant peuvent se séparer sur un match nul (une égalité au score) en ayant fait preuve de peu ou de beaucoup d'intelligence collective. Dans ces deux cas, la performance est toutefois la même. Pour autant, un des matches a été insipide, l'autre exaltant. La performance ne dit pas tout de l'intelligence. Si l'on peut faire une « contre-performance », cela ne semble pas être le cas de l'intelligence. Cette dernière étant relativement stable bien qu'évolutive. Par conséquent, la capacité à réitérer les performances collectives, plus que leur ampleur, pourrait être un marqueur crédible de l'intelligence collective des équipes.

Limites et difficultés rencontrées lors de ce travail

Distinguer ce qui relève de « l'intelligence collective » ou de la « performance collective » demanderait un suivi longitudinal, constituant ainsi une des principales limites de cette thèse. De surcroît, la cohabitation méthodologique entre différents outils parfois éloignés peut aussi constituer une limite à ce travail. En effet, bien que nous ayons tenté de les « réconcilier », les perspectives méthodologiques sollicitées dans chacun des chapitres de la deuxième partie cohabitent rarement dans la littérature. A cela s'ajoute la force de notre échantillon. D'une part, l'étude de trois matches ne nous permet pas de généraliser nos résultats. D'autre part, le choix de cibler – essentiellement – des équipes professionnelles évoluant au plus haut niveau, borne nos conclusions à l'élite. En effet, la comparaison avec des équipes du monde amateur – jeunes comme adultes – semble indispensable à l'avenir. Aussi, soulignons que l'absence de continuité entre les sujets de notre première étude (Chapitre III) et des deux suivantes (Chapitres IV et V) est préjudiciable. Ce dernier point met en lumière une difficulté majeure rencontrée lors de notre travail, à savoir la recherche de participants. L'accès au « milieu fermé » du monde des clubs professionnels est un véritable frein dans la réalisation d'une étude telle que la nôtre,

d'autant que le monde du football reste relativement hermétique à la recherche scientifique²⁸⁹. Si les structures du parcours d'excellence sportive (CREPS par exemple) sont plus accessibles, leurs caractéristiques ne sont pas toujours adaptées aux recherches s'étendant sur plus d'une année : en lien notamment avec le *turn-over* important des athlètes, voire des techniciens. Par ailleurs, l'apparition de la pandémie de Covid-19 en plein cœur de notre recueil de données a constitué un obstacle certain. L'arrêt de toutes compétitions sportives durant de longs mois – hors ligues professionnelles – nous a empêchés de suivre les mêmes équipes durant la totalité de notre travail. S'il était prévu d'étudier les équipes de jeunes footballeurs en formation, ce changement « forcé » peut également être considéré comme une chance. En effet, la suspension des compétitions et pratiques d'entraînement au cours de l'année 2020 nous a incités à étendre notre « champ de vision ». Nous avons ainsi sollicité l'entreprise *Footovision*® dans le cadre d'une collaboration scientifique. Cette opportunité s'est avérée féconde, puisque nous avons eu accès à un riche éventail de données portant sur le très haut niveau. A l'instar de cette expérience, le développement de collaborations similaires, avec des clubs professionnels ou des fédérations, constitue une perspective prometteuse.

Perspectives de recherches

De multiples perspectives s'ouvrent pour la suite de notre parcours. En premier lieu, le prolongement de notre étude sur un échantillon plus vaste constitue une perspective indispensable. A ce titre, les outils technologiques et algorithmiques dont disposent les entreprises de *Big Data* du sport – telles que *Footovision*® – représentent l'avenir du sport. Dans cette optique, les collaborations scientifiques entre chercheurs, praticiens, structures d'élite et firmes spécialisées doivent être renforcées. Nos travaux pourraient intéresser des entités variées, gravitant dans le domaine de la performance sportive : les clubs professionnels, centres de formation, fédérations, sociétés d'analyse de matches et de paris sportifs, etc. Dans un second temps, une étape décisive consisterait à mesurer l'intelligence collective des équipes, donc à concevoir une batterie de tests valides et standardisés. Effectivement, à l'image de Woolley et ses collaborateurs (2010), nous pourrions espérer mettre en lumière un facteur commun aux différents comportements étudiés ici.

²⁸⁹ Du moins en France. Le Portugal, l'Espagne ou même l'Allemagne sont plus ouverts, et reposent sur une Direction Technique Nationale plus favorable aux travaux et profils universitaires. C'est également le cas des pays « émergents » du football (Chine, Etats-Unis), qui cherchent à rattraper leur retard en matière de formation.

Partant de là, nous comparerions les équipes entre elles²⁹⁰, mais étudierions aussi l'évolution de l'intelligence collective en lien avec des dispositifs de formation²⁹¹. A ce propos, la recherche en football est porteuse d'une dynamique certaine en France ces dernières années (Isserte, 2022; Kerivel, 2019; Lesellier, 2023). De futures collaborations sont envisagées, nous permettant d'étendre nos travaux à divers collectifs – notamment les formateurs et les staffs d'entraîneurs – voire de réaliser des études multi-niveaux dans le champ de la performance sportive. Analyser l'intelligence collective dans les groupes d'entraîneurs pourrait s'avérer fructueux, et nous permettrait de mobiliser d'autres outils méthodologiques : l'usage d'entretiens d'explicitation (Mouchet, 2016), serait ici plus pertinent. Nous pourrions ainsi étudier l'influence de l'intelligence collective des staffs sur celle des joueurs.

Au-delà du champ des Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives, nos recherches pourraient s'illustrer dans des contextes similaires, que ce soit le domaine militaire, les brigades de pompiers ou les équipes médicales d'urgence. Ces collectifs partagent des traits communs avec les équipes sportives : des environnements complexes, dynamiques, incertains. Toutefois :

L'adaptabilité des équipes ne se limite pas seulement aux milieux à hauts risques ou à la gestion de crise. En effet, les progrès technologiques, la multiplication des connaissances ou encore la globalisation du marché mondial requièrent des organisations qu'elles réagissent rapidement à un environnement de plus en plus incertain, complexe et compétitif (Blanchet & Michinov, 2016, p. 311).

Outre le domaine de la formation et de la coopération des enseignants (Escalié et al., 2018; Magendie et al., 2021), nos travaux pourraient s'insérer dans le « cosmos » entrepreneurial. En respectant les précautions épistémologiques et méthodologiques nécessaires, nous pourrions enrichir les recherches ayant exploré le fonctionnement des organisations et le management des équipes de travail (Devillard, 2017; Frimousse & Peretti, 2019; Gréselle-Zaïbet, 2019). En effet, l'intelligence collective est souvent décrite comme « naturelle et inhérente à tous les groupes vivants et pourtant, aujourd'hui, les organisations sont obligées de réapprendre ce qui devrait être une évidence. Comme un réflexe ancestral que l'on aurait perdu et qui nécessiterait rééducation et appareillage pour y parvenir » (Frimousse & Peretti, 2019, p. 112).

²⁹⁰ De niveau similaire ou différent, en fonction des catégories d'âge, etc. Des études comparatives à l'international sont également envisageables : existe-t-il des différences d'un championnat à l'autre ?

²⁹¹ Au sein des catégories « séniors » et « jeunes ».

Dépasser notre « cadre initial » constituerait ainsi une opportunité de valoriser notre travail dans une démarche de *Recherche et Développement*, qui englobe « les activités créatives et systématiques entreprises en vue d'accroître la somme des connaissances et de concevoir de nouvelles applications à partir des connaissances disponibles » (selon l'Institut national de la statistique et des études économiques). *In fine*, étudier l'intelligence collective nécessite de porter son regard par-delà les frontières disciplinaires et s'aventurer en dehors du cadre académique.

Les enjeux de cette recherche : du football à l'éducation, il n'y a qu'un pas

Avec le recul, plusieurs enjeux se sont dégagés au cours de cette thèse. Un enjeu *ontologique*, consistant à mettre en évidence le phénomène d'intelligence collective dans les équipes de football. Un enjeu *épistémologique*, portant sur la conceptualisation d'un cadre théorique propice à l'étude de notre objet. Un enjeu *méthodologique*, traduisant les choix opérés pour la démonstration empirique des comportements collectivement intelligents. Quant aux enjeux *pratiques, esthétiques voire éthiques* :

Ils sont liés à des projets d'enseignement, de formation et d'intervention ayant pour finalité de stimuler ou d'améliorer *les processus de coopération intellectuelle*, que ce soit dans les réseaux de recherche, les groupes se livrant à l'apprentissage collaboratif, les entreprises, les marchés en ligne, les administrations, les associations et les communautés virtuelles de tous ordres. Ceci implique non seulement une meilleure compréhension des processus en jeu (science) et un meilleur outillage logiciel (technique), mais aussi une ouverture des possibles esthétiques et anthropologiques (Lévy, 2003, p. 106).

Pour autant, l'enjeu majeur concerne probablement l'éducation car le XXI^{ème} siècle est celui des grands défis. Il nous oblige à faire preuve de plasticité dans l'action et dans la réflexion face à un monde en mouvement, dynamique, complexe, en apparence chaotique et cependant organisé (De Rosnay, 1975). Aussi, pour faire face aux grands enjeux de l'humanité (éducation, environnement, faim, paix, pauvreté, etc.), une des solutions réside dans notre capacité à mobiliser l'intelligence collective pour élaborer de nouvelles organisations capables de résoudre ces problèmes.

Pour faire face à ces *défis supercollectifs* (Servan-Schreiber, 2018), il faut donc commencer par former à l'intelligence collective : c'est-à-dire développer « la maîtrise du pilotage dans les météos capricieuses de la complexité » (Noubel, 2007, p. 5). En outre :

Les enjeux de l'humanité résident moins dans la nature des problèmes que dans sa capacité à générer de nouvelles organisations humaines capables de les résoudre, ou mieux : ne les produisant plus. Ce qui fait de l'Intelligence Collective un enjeu de survie et d'évolution pour l'espèce (Noubel, 2007, p. 5).

Cet objectif ne peut se concrétiser sans s'appuyer sur une pensée systémique (Morin & Le Moigne, 1999), reposant sur les « ponts entre les disciplines » (De Rosnay, 2018, p. 21). En effet selon Mayor (préfaçant Morin, 1999), au XXI^{ème} siècle « l'un des défis les plus difficiles à relever sera de modifier nos modes de pensée de façon à faire face à la complexité grandissante, à la rapidité des changements et à l'imprévisible, qui caractérisent notre monde ». Alors directeur général de l'UNESCO, il invite à « abattre les barrières traditionnelles entre les disciplines et concevoir comment relier ce qui a été jusqu'ici séparé ». Or, face aux défis d'aujourd'hui et de demain, nous ne pouvons que constater qu'il y a « inadéquation de plus en plus ample, profonde et grave entre, d'une part, nos savoirs disjoints, morcelés, compartimentés et, d'autre part, des réalités ou problèmes de plus en plus polydisciplinaires, transversaux, multidimensionnels, transnationaux, globaux, planétaires » (Morin, 1999, p. 15). D'ailleurs, la principale difficulté rencontrée lorsque l'on tente d'appréhender l'intelligence collective est qu'elle nécessite justement une intelligence collective – ou plutôt collaborative (De Rosnay, 2018) – car elle revêt une dimension fondamentalement interdisciplinaire (Salminen, 2012).

En tant que « modalité d'organisation pédagogique visant l'association de plusieurs disciplines avec la présence ou non de projet visant à améliorer les modalités d'acquisition de savoir pour les individus » (Cramarégeas, 2021, p. 161), *l'interdisciplinarité* ne peut plus être éludée. Si les collaborations de recherche scientifiques interdisciplinaires se multiplient, et que l'interdisciplinarité se développe peu à peu dans les murs de l'école, de tels efforts doivent être renforcés. Nous pensons que ce type d'interaction entre chercheurs, entre enseignants et entre élèves, incarne une des clés menant à une diffusion plus large de l'intelligence collective. En outre, lorsque l'intelligence collective se déploie dans un groupe, elle produit des apprentissages portant sur le collectif et son fonctionnement (Thiébaud, 2018). Elle fait ainsi référence aux *organisations apprenantes* (Arnaud, 2019; Senge, 2015) et à la *métacognition* de groupe (Michinov, 2016). D'ailleurs, la connaissance de la connaissance (Morin, 1999) est primordiale pour faire face à l'hypercomplexité du monde.

Pour autant, le concept d'intelligence collective tarde à pénétrer le système éducatif français, tant sur le terrain que dans les discours institutionnels (Bardeau, 2016). Pour repérer un début de rapprochement, il faut s'intéresser aux réflexions menées sur ces enjeux éducatifs

par certains chercheurs comme François Taddei, sollicité en 2017 par la ministre de l'Éducation Nationale²⁹², en vue de « conduire une consultation sur l'innovation dans l'apprentissage tout au long de la vie, de la petite enfance jusqu'à la formation continue »²⁹³. Il incite notamment à mobiliser l'intelligence collective au sein du système éducatif français qui « aujourd'hui est très individualiste. D'autres pays, avec une approche qui s'appuie plus sur les travaux collectifs, permettent de mieux développer les individualités de chacun ». Un tel changement doit prendre racine au cœur de l'école, le plus vite possible. Dans le cadre scolaire :

L'élève œuvre au développement de ses compétences, par la confrontation à des tâches plus complexes [...] Cette appropriation croissante de la complexité du monde (naturel et humain) passe par des activités disciplinaires et interdisciplinaires dans lesquelles il fait l'expérience de regards différents sur des objets communs (BO n°11 du 26 novembre 2015).

Plus que le développement des compétences, l'intelligence collective est une intelligence « coordonnée en temps réel, qui aboutit à une mobilisation effective des compétences » (Lévy, 1994, p. 29). Elle reflète la capacité d'un groupe à produire une performance supérieure à la somme des performances individuelles, ou à trouver des solutions à des problèmes que les individus ne pourraient résoudre seuls. Dès lors, si nous nous engageons sur le chemin de l'intelligence collective :

Nous inventerions progressivement les techniques, les systèmes de signes, les formes d'organisation sociale et de régulation qui nous permettraient de penser ensemble, de concentrer nos forces intellectuelles et spirituelles, de multiplier nos imaginations et nos expériences, de négocier en temps réel et à toutes les échelles les solutions pratiques aux problèmes complexes que nous devons affronter (Lévy, 1994, p. 14).

Par conséquent, l'intelligence collective se présente comme une alternative à l'expertise individuelle, mettant l'accent sur les compétences sociales, prônant une *société de l'adaptabilité et de la coopération*. En guise d'ouverture, Morin nous invite à garder espoir :

Dans les possibilités cérébrales de l'être humain qui sont encore en très grande partie inexploitées ; l'esprit humain pourrait développer des aptitudes encore inconnues dans l'intelligence, la compréhension, la créativité. Comme les possibilités sociales sont en relation avec les possibilités cérébrales, nul ne peut assurer que nos sociétés aient épuisé leurs possibilités d'amélioration et de transformation et que nous soyons arrivés à la fin de l'histoire (1999, p. 40).

²⁹² <https://www.cahiers-pedagogiques.com/mobiliser-l-intelligence-collective/>

²⁹³ <https://www.innovation-pedagogique.fr/article1550.html>

BIBLIOGRAPHIE

- Abernethy, B., & Russell, D. G. (1987). The relationship between expertise and visual search strategy in a racquet sport. *Human Movement Science*, 6(4), 283-319. [https://doi.org/10.1016/0167-9457\(87\)90001-7](https://doi.org/10.1016/0167-9457(87)90001-7)
- Abernethy, B., Wood, J. M., & Parks, S. (1999). Can the Anticipatory Skills of Experts Be Learned by Novices? *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 70(3), 313-318.
- Aggarwal, I., Woolley, A. W., Chabris, C. F., & Malone, T. W. (2019). The Impact of Cognitive Style Diversity on Implicit Learning in Teams. *Frontiers in Psychology*, 10. <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fpsyg.2019.00112>
- Akinci, C., & Sadler-Smith, E. (2019). Collective Intuition: Implications for Improved Decision Making and Organizational Learning. *British Journal of Management*, 30(3), 558-577. <https://doi.org/10.1111/1467-8551.12269>
- Akkerman, S., Van den Bossche, P., Admiraal, W., Gijsselaers, W., Segers, M., Simons, R.-J., & Kirschner, P. (2007). Reconsidering group cognition: From conceptual confusion to a boundary area between cognitive and socio-cultural perspectives? *Educational Research Review*, 2(1), 39-63. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2007.02.001>
- Alain, C., & Proteau, L. (1977). Perception of objective probabilities in motor performance. *Human Performance and Behaviour, Banff, Alberta*.
- Alain, C., & Proteau, L. (1978). Etude des variables relatives au traitement de l'information en sports de raquette. *Canadian Journal of Applied Sport Sciences*, 3, 27-35.
- Alain, C., & Proteau, L. (1980). La différence de pente du temps de réaction au choix en fonction du mode de présentation des stimuli: Rôle des effets de séquence. *Journal Canadien de Psychologie*, 36(4), 576-585. <https://doi.org/10.1037/h0080662>
- Amoruso, L., Ibáñez, A., Fonseca, B., Gadea, S., Sedeño, L., Sigman, M., García, A. M., Fraiman, R., & Fraiman, D. (2017). Variability in functional brain networks predicts expertise during action observation. *NeuroImage*, 146, 690-700. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2016.09.041>
- Angelier, E. (2008). *Les sciences de la complexité et le vivant*. Technique Et Documentation

Lavoisier.

Araújo, D., & Bourbousson, J. (2016). *Theoretical perspectives on interpersonal coordination for team behaviour*.

Araújo, D., & Davids, K. (2016). Team Synergies in Sport : Theory and Measures. *Frontiers in Psychology*, 7. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01449>

Araújo, D., Davids, K., & Hristovski, R. (2006). The ecological dynamics of decision making in sport. *Psychology of Sport and Exercise*, 7(6), 653-676. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2006.07.002>

Araújo, D., Hristovski, R., Seifert, L., Carvalho, J., & Davids, K. (2019). Ecological cognition : Expert decision-making behaviour in sport. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 1-25. <https://doi.org/10.1080/1750984X.2017.1349826>

Araújo, D., & Kirlik, A. (2008). Towards an ecological approach to visual anticipation for expert performance in sport. *International journal of sport psychology*, 39, 157-165.

Araújo, D., Passos, P., Esteves, P., Duarte, R., Lopes, J., Hristovski, R., & Davids, K. (2015). The micro-macro link in understanding sport tactical behaviours : Integrating information and action at different levels of system analysis in sport. *Movement & Sport Sciences - Science & Motricité*, 89, 53-63. <https://doi.org/10.1051/sm/2015028>

Ardoino, J. (2011). Les termes de la complexité. *Hermès, La Revue*, n° 60(2), 135-137.

Arnaud, B. (2019). Les organisations apprenantes. In S. Frimousse & J.-M. Peretti, *L'apprenance au service de la performance* (p. 77-84). EMS Editions. <https://www.cairn.info/l-apprenance-au-service-de-la-performance--9782376872139-page-77.htm>

Atlan, H. (1979). *Entre le cristal et la fumée : Essai sur l'organisation du vivant*. Éditions du Seuil.

Atlan, H. (2010). *Le vivant post-génomique ou Qu'est-ce que l'auto-organisation ?* O. Jacob.

Augustinova, M., & Oberlé, D. (2013). Définir le groupe : Statut et différentes approches du groupe en psychologie sociale. In *Psychologie sociale du groupe au travail* (p. 25-41). De Boeck Supérieur. <https://www.cairn.info/psychologie-sociale-du-groupe-au-travail--9782804171711-p-25.htm>

- Austin, J. R. (2003). Transactive Memory in Organizational Groups : The Effects of Content, Consensus, Specialization, and Accuracy on Group Performance. *Journal of Applied Psychology*, 88(5), 866. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.88.5.866>
- Baker, J., Cote, J., & Abernethy, B. (2003). Sport-Specific Practice and the Development of Expert Decision-Making in Team Ball Sports. *Journal of Applied Sport Psychology*, 15(1), 12-25. <https://doi.org/10.1080/10413200305400>
- Balague, N., Torrents, C., Hristovski, R., Davids, K., & Araújo, D. (2013). Overview of complex systems in sport. *Journal of Systems Science and Complexity*, 26(1), 4-13. <https://doi.org/10.1007/s11424-013-2285-0>
- Bandura, A. (2001). Social cognitive theory: An Agentic Perspective. *Annual Review of Psychology*, 52(1), 1-26. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.52.1.1>
- Banks, A. P., & Millward, L. J. (2000). Running shared mental models as a distributed cognitive process. *British Journal of Psychology*, 91(4), 513-531. <https://doi.org/10.1348/000712600161961>
- Bardeau, F. (2016). Intelligence collective dans la classe. *e-novEPS*, 10, 6.
- Bartlett, R., Button, C., Robins, M., Dutt-Mazumder, A., & Kennedy, G. (2012). Analysing Team Coordination Patterns from Player Movement Trajectories in Soccer : Methodological Considerations. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 12(2), 398-424. <https://doi.org/10.1080/24748668.2012.11868607>
- Basevitch, I., Tenenbaum, G., Filho, E., Razon, S., Boiangin, N., & Ward, P. (2020). Anticipation and Situation-Assessment Skills in Soccer Under Varying Degrees of Informational Constraint. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 42(1), 59-69.
- Bates, T. C., & Gupta, S. (2017). Smart groups of smart people : Evidence for IQ as the origin of collective intelligence in the performance of human groups. *Intelligence*, 60, 46-56. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2016.11.004>
- Beaud, M. (2006). *L'art de la thèse. Comment préparer et rédiger un mémoire de master, une thèse de doctorat ou tout autre travail universitaire à l'ère du net*. La Découverte; Cairn.info. <https://www.cairn.info/l-art-de-la-these--9782707147943.htm>
- Belling, P. K., Suss, J., & Ward, P. (2015). Advancing theory and application of cognitive

research in sport : Using representative tasks to explain and predict skilled anticipation, decision-making, and option-generation behavior. *Psychology of Sport and Exercise*, 16, 45-59. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2014.08.001>

Bennis, W. M., & Pachur, T. (2006). Fast and frugal heuristics in sports. *Psychology of Sport and Exercise*, 7(6), 611-629. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2006.06.002>

Benoist, J. (2016). *Logique du phénomène*. Hermann.

Berdahl, A. M., Kao, A. B., Flack, A., Westley, P. A. H., Codling, E. A., Couzin, I., Dell, A. I., & Biro, D. (2018). Collective animal navigation and migratory culture : From theoretical models to empirical evidence. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 373(1746), 20170009. <https://doi.org/10.1098/rstb.2017.0009>

Bernstein, E., Shore, J., & Lazer, D. (2018). How intermittent breaks in interaction improve collective intelligence. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 115(35), 8734-8739. <https://doi.org/10.1073/pnas.1802407115>

Berthoz, A. (2003). *La décision*. Odile Jacob.

Berthoz, A. (2009). *La simplicité*. Odile Jacob.

Bettencourt, L. M. A. (2009). The Rules of Information Aggregation and Emergence of Collective Intelligent Behavior. *Topics in Cognitive Science*, 1(4), 598-620. <https://doi.org/10.1111/j.1756-8765.2009.01047.x>

Bishop, D. T., Wright, M. J., Jackson, R. C., & Abernethy, B. (2013). Neural Bases for Anticipation Skill in Soccer : An fMRI Study. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 35(1), 98-109.

Blanchet, C., & Michinov, E. (2016). Les équipes de travail dynamiques. L'instabilité dans les équipes de travail : Quels effets sur les performances ? *Le travail humain*, 79(4), 309-338. <https://doi.org/10.3917/th.794.0309>

Blinder, A. S., & Morgan, J. (2000). *Are Two Heads Better Than One? : An Experimental Analysis of Group vs. Individual Decision making*. 7909, 49. <https://doi.org/10.3386/w7909>

Bockaert, J. (2017). *La communication du vivant : De la bactérie à Internet*. Odile Jacob.

Bohler, S. (2016). Les clés de l'intelligence collective. *Cerveau & Psycho*, 78.

<https://www.cerveauetpsycho.fr/sd/psychologie-sociale/les-cles-de-lintelligence-collective-9073.php>

Bonabeau, E., & Théraulaz, G. (1994). *Intelligence collective*. Hermès.

Bonenfant, M. (2010). Le jeu comme producteur culturel : Distinction entre la notion et la fonction de jeu. *Ethnologies*, 32(1), 51-69. <https://doi.org/10.7202/045212ar>

Bossard, C. (2008). *L'activité décisionnelle en situation dynamique et collaborative : Application à la contre-attaque au football* [Thèse de doctorat]. Université de Bretagne occidentale.

Bossard, C., Kerivel, T., Dugény, S., Bagot, P., Fontaine, T., & Kermarrec, G. (2022). Naturalistic Decision-Making in Sport : How Current Advances Into Recognition Primed Decision Model Offer Insights for Future Research in Sport Settings? *Frontiers in Psychology*, 13, 936140. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.936140>

Bossard, C., & Kermarrec, G. (2011). La prise de décision des joueurs de sports collectifs : Une revue de question en psychologie du sport. *Science & Motricité*, 73, 3-22. <https://doi.org/10.1051/sm/2010002>

Bossard, C., Keukelaere, C. D., Cormier, J., Pasco, D., & Kermarrec, G. (2010). L'activité décisionnelle en phase de contre-attaque en Hockey sur glace. *Activités*, 07(7-1). <https://doi.org/10.4000/activites.2341>

Bourbousson, J. (2015). *La coordination interpersonnelle en sport : Contribution à une approche éactive des couplages sociaux* [Note de Synthèse présentée en vue de l'obtention de l'Habilitation à Diriger des Recherches]. Université de Nantes.

Bourbousson, J., Bossard, C., & Adé, D. (2015). L'intelligence collective. In *L'activité collective* (p. 31-51). EP&S.

Bourbousson, J., & Fortes, M. (2012). Anthropologie cognitive et théorie des systèmes dynamiques : Quelles articulations possibles dans l'analyse de l'activité collective ? In *Les sciences du sport en mouvement : Innovations et traditions théoriques en STAPS* (L'Harmattan, p. 171-185). Quidu Matthieu.

Bourbousson, J., Poizat, G., Saury, J., & Sève, C. (2008). Caractérisation des modes de coordination interpersonnelle au sein d'une équipe de basket-ball. *Activités*, 05(5-1).

<https://doi.org/10.4000/activites.1913>

Bourbousson, J., Poizat, G., Saury, J., & Sève, C. (2011). Cognition collective : Partage de préoccupations entre les joueurs d'une équipe de basket-ball au cours d'un match. *Le travail humain*, 74(1), 59-90. Cairn.info. <https://doi.org/10.3917/th.741.0059>

Bourbousson, J., & Sève, C. (2010a). Analyse de la performance collective, nouveau terrain d'expression de la théorie des systèmes dynamiques. *Staps*, 90(4), 59-74. Cairn.info. <https://doi.org/10.3917/sta.090.0059>

Bourbousson, J., & Sève, C. (2010b). Construction/déconstruction du référentiel commun d'une équipe de basketball au cours d'un match. *ejRIEPS*, 20, 5-25.

Bourbousson, J., Sève, C., & McGarry, T. (2010a). Space-time coordination dynamics in basketball : Part 1. Intra- and inter-couplings among player dyads. *Journal of Sports Sciences*, 28(3), 339-347.

Bourbousson, J., Sève, C., & McGarry, T. (2010b). Space-time coordination dynamics in basketball : Part 2. The interaction between the two teams. *Journal of Sports Sciences*, 28(3), 349-358.

Bouthier, D. (2016). Initiation et perfectionnement en sports collectifs : Développer la pertinence des prises de décision en jeu, en lien avec les autres composantes de l'action. *eJRIEPS. Ejournal de la recherche sur l'intervention en éducation physique et sport*, 38. <https://doi.org/10.4000/ejrieps.882>

Bréhon, J., Juskowiak, H., & Sallé, L. (2016). Entraîneur de football professionnel : Itinéraire d'un joueur gâté ? *Formation emploi. Revue française de sciences sociales*, 136, Art. 136. <https://doi.org/10.4000/formationemploi.4907>

Broadbent, D. P., Causer, J., Williams, M., & Ford, P. R. (2015). Perceptual-cognitive skill training and its transfer to expert performance in the field : Future research directions. *European Journal of Sport Science*, 15(4), 322-331.

Brown, A., & Reade, J. J. (2019). The wisdom of amateur crowds : Evidence from an online community of sports tipsters. *European Journal of Operational Research*, 272(3), 1073-1081. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2018.07.015>

Caillois, R. (1967). *Les jeux et les hommes : Le masque et le vertige* (1ère édition 1958).

Gallimard.

Caillois, R. (1985). *Les Jeux et les hommes*. Gallimard.

Cañal-Bruland, R., & Mann, D. L. (2015). Time to broaden the scope of research on anticipatory behavior: A case for the role of probabilistic information. *Frontiers in Psychology*, 6. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01518>

Cannon-Bowers, J. A., & Salas, E. (2001). Reflections on shared cognition. *Journal of Organizational Behavior*, 22(2), 195-202. <https://doi.org/10.1002/job.82>

Cannon-Bowers, J. A., Salas, E., & Converse, S. (1993). Shared mental models in expert team decision making. In *Individual and group decision making: Current issues* (p. 221-246). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Cédile, G. (2013). Les tests psychométriques. In G. Cédile, G. Lopez, & D. Labadie, *L'Aide-mémoire de l'expertise civile psychiatrique et psychologique* (p. 71-78). Dunod. <https://www.cairn.info/l-aide-memoire-de-l-expertise-civile-psychiatrique--9782100584949-page-71.htm>

Chase, W. G., & Simon, H. A. (1973). The mind's eye in chess. In W. G. Chase (Éd.), *Visual Information Processing* (p. 215-281). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-170150-5.50011-1>

Clanché, P. (1998). Football, instabilité et passion. *Communications*, 67(1), 9-23. <https://doi.org/10.3406/comm.1998.2012>

Cleophas, T. J., & Zwinderman, A. H. (2013). Hierarchical Cluster Analysis for Unsupervised Data. In T. J. Cleophas & A. H. Zwinderman (Éds.), *Machine Learning in Medicine* (p. 183-195). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-5824-7_15

Collard, L., & Dugas, É. (2008). Comment des sportifs jouent une adaptation du dilemme des prisonniers ? *Staps*, n° 79(1), 39-48.

Colman, A. M., Pulford, B. D., & Rose, J. (2008). Collective rationality in interactive decisions : Evidence for team reasoning. *Acta Psychologica*, 128(2), 387-397. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2007.08.003>

Conquet, P. (2002). Discussion de l'article « Contribution à la caractérisation des sports

collectifs : Les exemples du Volley-ball et du Rugby » de Serge Eloi et Gilles Uhrich ou Misère de la pédagogie. *Staps*, 59(3), 120-136.

Conradt, L., & List, C. (2009). Group decisions in humans and animals: A survey. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1518), 719-742. <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0276>

Conradt, L., & Roper, T. J. (2003). Group decision-making in animals. *Nature*, 421(6919), Art. 6919. <https://doi.org/10.1038/nature01294>

Cooke, N. J., & Gorman, J. C. (2006). Assessment of team cognition. *International encyclopedia of ergonomics and human factors*, 2, 270-275.

Cooke, N. J., & Gorman, J. C. (2009). Interaction-Based Measures of Cognitive Systems. *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*, 3(1), 27-46. <https://doi.org/10.1518/155534309X433302>

Cooke, N. J., Gorman, J. C., Myers, C. W., & Duran, J. L. (2013). Interactive Team Cognition. *Cognitive Science*, 37(2), 255-285. <https://doi.org/10.1111/cogs.12009>

Cooke, N. J., Gorman, J. C., & Winner, J. L. (2007). Team Cognition. In F. T. Durso, R. S. Nickerson, S. T. Dumais, S. Lewandowski, & T. J. Perfect (Éds.), *Handbook of Applied Cognition* (p. 239-268). John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9780470713181.ch10>

Cooke, N. J., Salas, E., Cannon-Bowers, J. A., & Stout, R. J. (2000). Measuring Team Knowledge. *Human Factors*, 42(1), 151-173. <https://doi.org/10.1518/001872000779656561>

Cornejo, C., Cuadros, Z., Morales, R., & Paredes, J. (2017). Interpersonal Coordination : Methods, Achievements, and Challenges. *Frontiers in Psychology*, 8. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01685>

Cotard, C., & Michinov, E. (2020). Relations entre réflexivité d'équipe, mémoire transactive et efficacité interventionnelle perçue chez les policiers-opérateurs du RAID. *Psychologie du Travail et des Organisations*, 26(2), 184-195. <https://doi.org/10.1016/j.pto.2020.01.007>

Cotta, A. (1993). *La société du jeu* (Nouv. éd. revue et corrigée). Fayard.

Couzin, I. (2007). Collective minds. *Nature*, 445(7129), Art. 7129. <https://doi.org/10.1038/445715a>

Couzin, I., Ioannou, C. C., Demirel, G., Gross, T., Torney, C. J., Hartnett, A., Conradt, L., Levin, S. A., & Leonard, N. E. (2011). Uninformed Individuals Promote Democratic Consensus in Animal Groups. *Science*, 334(6062), 1578-1580. <https://doi.org/10.1126/science.1210280>

Couzin, I., Krause, J., Franks, N. R., & Levin, S. A. (2005). Effective leadership and decision-making in animal groups on the move. *Nature*, 433(7025), Art. 7025. <https://doi.org/10.1038/nature03236>

Cramarégeas, F. (2021). *L'interdisciplinarité dans l'enseignement secondaire en France (1970-2018) : Une légitimation contrariée dans les discours, les configurations institutionnelles et les pratiques enseignantes* [Thèse de doctorat]. Université de Bordeaux.

Damasio, A. R. (2010). *L'autre moi-même : Les nouvelles cartes du cerveau, de la conscience et des émotions*. Odile Jacob.

Damasio, A. R. (2017). *L'ordre étrange des choses : La vie, les sentiments et la fabrique de la culture*. Odile Jacob.

Darnis, F. (2004). *Place et rôle du développement cognitif et de l'interaction sociale dans l'acte tactique en jeux et sports collectifs : Facteurs cognitifs et sociocognitifs du développement de compétences tactiques au handball*. Bordeaux 2.

Darnis, F. (2010). *Interaction et apprentissage*. Éditions EP&S.

Darnis, F., & Lafont, L. (2013). Cooperative learning and dyadic interactions : Two modes of knowledge construction in socio-constructivist settings for team-sport teaching. *Physical Education and Sport Pedagogy*, 20(5), 459-473.

Darnis, F., Lafont, L., & Menaut, A. (2005). Interactions dyadiques et niveau opératoire pour la construction de stratégies en handball chez des participants de 11–12 ans. *Revue Européenne de Psychologie Appliquée/European Review of Applied Psychology*, 55(4), 255-265.

Darnis-Paraboschi, F., Lafont, L., & Menaut, A. (2005). A social-constructivist approach in physical education : Influence of dyadic interactions on tactical choices in an instructional team sport setting. *European Journal of Psychology of Education - EJPE (Istituto Superior de Psicologia Aplicada)*, 20(2), 171-184. <https://doi.org/10.1007/BF03173506>

De Rosnay, J. (1975). *Le microscope, vers une vision globale*. Editions du seuil.

- De Rosnay, J. (2018). *Je cherche à comprendre : Les codes cachés de la nature*. Babel.
- de Coubertin, P. (1897). *Notes sur le football*. Presses Électroniques de France.
- Dehaene, S., Le Cun, Y., & Girardon, J. (2018). *La plus belle histoire de l'intelligence : Des origines aux neurones artificiels vers une nouvelle étape de l'évolution*. Robert Laffont.
- Deleplace, R. (1979). *Rugby de mouvement, rugby total*. Éditions Education Physique et Sports.
- Delignières, D. (2004). L'approche dynamique du comportement moteur. In J. La Rue & H. Ripoll, *Manuel de Psychologie du Sport, Tome 1* (Editions Revue EPS, p. 65-80).
- Delignières, D. (2009). *Complexité et compétences*. Revue EPS.
- Delignières, D. (2017). *Psychologie du sport* (3ème édition). Presses Universitaires de France. <https://www-cairn-info.ezproxy.uca.fr/psychologie-du-sport--9782130792826.htm>
- Delignières, D. (2019, novembre 10). L'EPS, une éducation à la complexité. *Le site de Didier Delignières*. <https://didierdelignieresblog.wordpress.com/2019/11/10/leps-une-education-a-la-complexite/>
- Delignières, D. (2020). Connaissances, apprentissage et performance. In D. Delignières, *Psychologie du sport* (4ème édition, p. 96-105). Presses Universitaires de France. <https://www.cairn.info/psychologie-du-sport--9782715404465-page-96.htm>
- Demont, É. (2009a). Chapitre VII. L'intelligence. In *La psychologie* (p. 157-193). Éditions Sciences Humaines; Cairn.info. <https://www.cairn.info/la-psychologie--9782912601766-p-157.htm>
- Demont, É. (2009b). *La psychologie*. Éditions Sciences Humaines; Cairn.info. <https://www.cairn.info/la-psychologie--9782912601766.htm>
- Devillard, O. (2017). *La dynamique des équipes et l'intelligence collective* (4^e éd.). Eyrolles. <https://u-bordeaux-scholarvox-com.docelec.u-bordeaux.fr/book/88840842>
- Devine, D. J., & Philips, J. L. (2001). Do Smarter Teams Do Better : A Meta-Analysis of Cognitive Ability and Team Performance. *Small Group Research*, 32(5), 507-532. <https://doi.org/10.1177/104649640103200501>
- Dicks, M., Araújo, D., & Kamp, J. van der. (2019). Perception-action for the study of

anticipation and decision making. In M. Williams & R. C. Jackson (Éds.), *Anticipation and Decision Making in Sport* (1^{re} éd., p. 181-199). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315146270-10>

Dietsch, G., Brière-Guenoun, F., & Wane, C. T. (2015). Forme de pratique scolaire du football en EPS, débats d'idées et apprentissages en milieu difficile. *Recherches en éducation*, 23, Art. 23. <https://doi.org/10.4000/ree.6844>

Dietschy, P. (2014). *Histoire du football*. Tempus Perrin.

Dordel, J., Tölke, G., & Roeloffs, J. (Réalisateur). (2018). *L'intelligence des arbres : Comment les arbres communiquent et prennent soin les uns des autres*. Jupiter films.

Doré, F.-Y. (2019). *Dans la tête des animaux : Ce que l'on sait vraiment sur leur intelligence*. Guy Trédaniel.

Dortier, J.-F. (2006). Le mythe de l'intelligence collective. *Sciences Humaines*, 3(169). <https://www.cairn.info/magazine-sciences-humaines-2006-3-page-20.htm>

Dortier, J.-F. (2014). *Le cerveau et la pensée. Le nouvel âge des sciences cognitives: Vol. 2e éd.* Editions Sciences Humaines; Cairn.info. <https://www.cairn.info/le-cerveau-et-la-pensee--9782361060466.htm>

Duarte, R., Araújo, D., Correia, V., & Davids, K. (2012). Sports Teams as Superorganisms. *Sports Medicine*, 42(8), 633-642. <https://doi.org/10.1007/BF03262285>

Duarte, R., Araújo, D., Correia, V., Davids, K., Marques, P., & Richardson, M. J. (2013). Competing together : Assessing the dynamics of team–team and player–team synchrony in professional association football. *Human Movement Science*, 32(4), 555-566. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2013.01.011>

Duarte, R., Araújo, D., Folgado, H., Esteves, P., Marques, P., & Davids, K. (2013). Capturing complex, non-linear team behaviours during competitive football performance. *Journal of Systems Science and Complexity*, 26(1), 62-72. <https://doi.org/10.1007/s11424-013-2290-3>

Duch, J., Waitzman, J., & Amaral, L. (2010). Quantifying the Performance of Individual Players in a Team Activity. *PloS one*, 5, e10937. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0010937>

Duflo, C. (1997a). *Jouer et philosopher*. Presses universitaires de France, 1997.

- Duflo, C. (1997b). *Le jeu : De Pascal à Schiller*. Presses Universitaires de France; Cairn.info. <https://www.cairn.info/le-jeu-de-pascal-a-schiller--9782130486886.htm>
- Dugas, É. (2010). Tactiques corporelles et stratégies motrices au cours de duels sportifs. *Staps*, n° 90(4), 25-35.
- Dugas, É. (2011). *L'homme systémique : Pour comprendre les pratiquants de jeux sportifs*. Presses Universitaires de Nancy.
- Dugas, É., & Bordes, P. (2008). Le volley-ball serait-il le Pluton de notre système scolaire ? *Revue EP&S*, 330, 62-66.
- Dugas, É., & Collard, L. (2009). “Les sportifs et les interactions stratégiques sous l’angle de la théorie des jeux expérimentale”. *Les Cahiers Internationaux de Psychologie Sociale, Numéro 81(1)*, 7-24.
- Dugas, É., Collard, L., Nakas, R., & Hébert, T. (2020). Le coronavirus à l’épreuve des stratégies interactionnelles. Entre dilemmes et enjeux sociétaux. *Recherches & éducations, HS*, Art. HS. <http://journals.openedition.org/rechercheseducations/10387>
- Dugrand, M. (1989). *Football : De la transparence à la complexité*. Presses universitaires de France.
- Dukic, D. (2021). *Most World Cup Talent Are Born in France*. Athletic Shoe Reviews. <https://runrepeat.com/most-football-talent-france>
- Dupuy, J.-P. (2004). Vers l’unité des sciences sociales autour de l’individualisme méthodologique complexe. *Revue du MAUSS*, 2(24), 310-328. <https://doi.org/10.3917/rdm.024.0310>
- Dyer, J. R. G., Ioannou, C. C., Morrell, L. J., Croft, D. P., Couzin, I., Waters, D. A., & Krause, J. (2008). Consensus decision making in human crowds. *Animal Behaviour*, 75(2), 461-470. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2007.05.010>
- Eber, N. (2018). *Théorie des jeux* (4e édition). Dunod.
- Eccles, D. W. (2016). Team coordination. In R. J. Schinke, K. R. McGannon, & B. Smith, *International Handbook of Sport Psychology*. Routledge.
- 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. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 26(4), 542-561.

Eccles, D. W., & Tenenbaum, G. (2007). A Social-Cognitive Perspective on Team Functioning in Sport. In *Handbook of Sport Psychology* (p. 264-283). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781118270011.ch12>

Eccles, D. W., & Tran, K. (2012). Getting Them on the Same Page : Strategies for Enhancing Coordination and Communication in Sports Teams. *Journal of Sport Psychology in Action*, 3(1), 30-40.

Eldridge, S. M., Ukoumunne, O. C., & Carlin, J. B. (2009). The Intra-Cluster Correlation Coefficient in Cluster Randomized Trials : A Review of Definitions. *International Statistical Review*, 77(3), 378-394. <https://doi.org/10.1111/j.1751-5823.2009.00092.x>

Elias, N. (1991). *La société des individus* (J. Etoré-Lortholary, Trad.). Fayard.

Elias, N., & Dunning, E. (1994). *Sport et civilisation : La violence maîtrisée* (J. Chicheportiche & F. Duvigneau, Trad.). Fayard.

Endsley, M. R. (1995). Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems. *Human Factors*, 37(1), 32-64. <https://doi.org/10.1518/001872095779049543>

Engel, D., Woolley, A. W., Jing, L. X., Chabris, C. F., & Malone, T. W. (2014). Reading the Mind in the Eyes or Reading between the Lines? Theory of Mind Predicts Collective Intelligence Equally Well Online and Face-To-Face. *PLoS ONE*, 9(12). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0115212>

Entin, E. E., & Serfaty, D. (1999). Adaptive Team Coordination. *Human Factors*, 41(2), 312-325. <https://doi.org/10.1518/001872099779591196>

Epstein, D. (2014). *Le gène du sport : La science explore les performances extraordinaires des athlètes* (O. Bougard, Trad.). Talent sport, impr. 2014.

Ericsson, K. A. (2014). Expertise. *Current Biology*, 24(11), 508-510. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2014.04.013>

Escalié, G., Legrain, P., & Lafont, L. (2018). L'apprentissage coopératif en « groupe d'experts » et la professionnalisation des futurs enseignants : Un exemple en éducation

physique et sportive. *Carrefours de l'éducation*, 46(2), 161-176.
<https://doi.org/10.3917/cdle.046.0161>

Everitt, B. S., Landau, S., Leese, M., & Stahl, D. (2011). *Cluster Analysis* (5ème). Wiley.
<https://u-bordeaux-scholarvox-com.docelec.u-bordeaux.fr/reader/docid/88803189/page/23>

Farrow, D., & Reid, M. (2012). The contribution of situational probability information to anticipatory skill. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 15(4), 368-373.
<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2011.12.007>

Feigean, M., R'Kiouak, M., Seiler, R., & Bourbousson, J. (2018). *Achieving teamwork in naturalistic sport settings: An exploratory qualitative study of informational resources supporting football players' activity when coordinating with others*. 38, 154-166.
<https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2018.06.008>

Filho, E. (2019). Team Dynamics Theory : Nomological network among cohesion, team mental models, coordination, and collective efficacy. *Sport Sciences for Health*, 15(1), 1-20.
<https://doi.org/10.1007/s11332-018-0519-1>

Fiore, S. M., Rosen, M. A., Smith-Jentsch, K. A., Salas, E., Letsky, M., & Warner, N. (2010). Toward an Understanding of Macrocognition in Teams : Predicting Processes in Complex Collaborative Contexts. *Human Factors*, 52(2), 203-224.
<https://doi.org/10.1177/0018720810369807>

Fiore, S. M., Salas, E., Cuevas, H. M., & Bowers, C. A. (2003). Distributed coordination space : Toward a theory of distributed team process and performance. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 4(3-4), 340-364. <https://doi.org/10.1080/1463922021000049971>

Fischer, G.-N. (2015). *Les concepts fondamentaux de la psychologie sociale*. Dunod.

Floc'hmoan, J. L. (1962). *La genèse des sports*. FeniXX.

Fonseca, S., Milho, J., Travassos, B., & Araújo, D. (2012). Spatial dynamics of team sports exposed by Voronoi diagrams. *Human Movement Science*, 31(6), 1652-1659.
<https://doi.org/10.1016/j.humov.2012.04.006>

French, K. E., & Thomas, J. R. (1987). The Relation of Knowledge Development to Children's Basketball Performance. *Journal of Sport Psychology*, 9(1), 15-32.

- Frimousse, S., & Peretti, J.-M. (2019). Comment développer les pratiques collaboratives et l'intelligence collective. *Question(s) de management*, 3(25), 99-129. <https://doi.org/10.3917/qdm.193.0099>
- Fujii, K., Isaka, T., Kouzaki, M., & Yamamoto, Y. (2015). Mutual and asynchronous anticipation and action in sports as globally competitive and locally coordinative dynamics. *Scientific Reports*, 5. <https://doi.org/10.1038/srep16140>
- Gabelica, C., Van den Bossche, P., Fiore, S. M., Segers, M., & Gijsselaers, W. H. (2016). Establishing team knowledge coordination from a learning perspective. *Human Performance*, 29(1), 33-53.
- Galton, F. (1907). Vox Populi. *Nature*, 75(7), Art. 1949. <https://doi.org/10.1038/075450a0>
- Garbarino, J.-M., Esposito, M., & Billi, E. (2001). L'orientation de l'action chez les joueurs de football experts : Une approche par les verbalisations. *Staps*, 55(2), 49-60.
- Gardner, A., & Grafen, A. (2009). Capturing the superorganism : A formal theory of group adaptation. *Journal of Evolutionary Biology*, 22(4), 659-671. <https://doi.org/10.1111/j.1420-9101.2008.01681.x>
- Gardner, H. (1996). *Les intelligences multiples : Pour changer l'école la prise en compte des différentes formes d'intelligence* (Trad. Ed 1983). Retz.
- Gastaut, Y., & Mourlane, S. (Éds.). (2006). *Le football dans nos sociétés : Une culture populaire 1914-1998*. Autrement. <https://doi.org/10.3917/autre.mourl.2006.01.0005>
- George, C. (1985). Comment conceptualiser l'apprentissage. *Revue française de pédagogie*, 72(1), 61-70. <https://doi.org/10.3406/rfp.1985.1535>
- Gervet, J., & Pratte, M. (1999). *Éléments d'éthologie cognitive : Du déterminisme biologique au fonctionnement cognitif*. Hermes science.
- Gerville-Réache, L. (2022). *Statistique et traitement des données : Du recueil à l'interprétation*. Ellipses.
- Gesbert, V., & Durny, A. (2013). Analyse de l'activité collective en football. Une étude de cas avec les deux défenseurs centraux. *Movement & Sport Sciences - Science & Motricité*, 79, 63-73. <https://doi.org/10.1051/sm/2012030>

- Gesbert, V., Durny, A., & Hauw, D. (2017). How Do Soccer Players Adjust Their Activity in Team Coordination? An Enactive Phenomenological Analysis. *Frontiers in Psychology*, 8. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00854>
- Gesbert, V., & Hauw, D. (2019). Commentary : Interpersonal Coordination in Soccer: Interpreting Literature to Enhance the Representativeness of Task Design, From Dyads to Teams. *Frontiers in Psychology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01093>
- Giboin, A. (2004). Chapitre 6. La construction de référentiels communs dans le travail coopératif. In J.-M. Hoc, *Psychologie ergonomique : Tendances actuelles* (p. 119-139). Presses Universitaires de France; Cairn.info. <https://doi.org/10.3917/puf.hocj.2004.01.0119>
- Gibson, J. J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Houghton, Mifflin and Company.
- Gigerenzer, G., & Brighton, H. (2009). Homo Heuristicus : Why Biased Minds Make Better Inferences. *Topics in Cognitive Science*, 1(1), 107-143. <https://doi.org/10.1111/j.1756-8765.2008.01006.x>
- Gigerenzer, G., Hertwig, R., & Pachur, T. (2011). Heuristics : The Foundations of Adaptive Behavior. In *Heuristics*. Oxford University Press. <https://oxford.universitypressscholarship.com/view/10.1093/acprof:oso/9780199744282.001.0001/acprof-9780199744282>
- Gilovich, T., Griffin, D., & Kahneman, D. (Éds.). (2002). *Heuristics and biases : The psychology of intuitive judgement*.
- Gobet, F. (2016). *Understanding expertise : A multidisciplinary approach*. Palgrave.
- Gobet, F. (2018). *The Future of Expertise : The Need for a Multidisciplinary Approach*. 1(2), 7.
- Goldberg, L. R. (1990). An Alternative « Description of Personality » : The Big-Five Factor Structure. 14.
- Goldstone, R. L., & Gureckis, T. M. (2009). Collective Behavior. *Topics in Cognitive Science*, 1(3), 412-438. <https://doi.org/10.1111/j.1756-8765.2009.01038.x>
- Gorman, J. C. (2014). Team Coordination and Dynamics : Two Central Issues. *Current*

Directions in Psychological Science, 23(5), 355-360.
<https://doi.org/10.1177/0963721414545215>

Gorman, J. C., Amazeen, P. G., & Cooke, N. J. (2010). Team coordination dynamics. *Nonlinear dynamics, psychology, and life sciences*, 14(3), 265-289.

Gorman, J. C., Cooke, N. J., & Winner, J. L. (2006). Measuring team situation awareness in decentralized command and control environments. *Ergonomics*, 49(12-13), 1312-1325.
<https://doi.org/10.1080/00140130600612788>

Gorman, J. C., Cooke, N., Pederson, H., Connor, O., & DeJoode, J. (2005). Coordinated Awareness of Situation by Teams (CAST): Measuring Team Situation Awareness of a Communication Glitch. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 49. <https://doi.org/10.1177/154193120504900313>

Gottfredson, L. S. (1997). Mainstream science on intelligence : An editorial with 52 signatories, history, and bibliography. *Intelligence*, 24(1), 13-23.

Grant, A., Williams, M., Reilly, T., & Borrie, A. (1999). An analysis of the successful and unsuccessful teams in the 1998 World Cup. *Journal of sports sciences*, 17(10), 827.

Gréhaigne, J.-F. (1989). *Football de mouvement : Vers une approche systémique du jeu* [Thèse de doctorat]. Université de Bourgogne.

Gréhaigne, J.-F. (1992). *L'organisation du jeu en football*. Actio.

Gréhaigne, J.-F. (Éd.). (2007). *Configurations du jeu : Débat d'idées & apprentissage du football et des sports collectifs*. Presses Univ. Franche-Comté.

Gréhaigne, J.-F. (Éd.). (2011). *Des signes au sens : Le jeu, les indices, les postures et les apprentissages dans les sports collectifs à l'école*. Presses universitaires de Franche-Comté.

Gréhaigne, J.-F. (Éd.). (2014). *L'intelligence tactique : Des perceptions aux décisions tactiques en sports collectifs*. Presses universitaires de Franche-Comté.

Gréhaigne, J.-F. (2015). L'opposition et ses concepts associés en sports collectifs. *Ejournal de la recherche sur l'intervention en éducation physique et sport, Hors-série N° 1*, 92-108.
<https://doi.org/10.4000/ejrieps.1308>

Gréhaigne, J.-F. (2018a). Observer et évaluer en sport collectif : Des éléments quantitatifs et

qualitatifs. *Ejournal de la recherche sur l'intervention en éducation physique et sport - eJRIEPS, Hors-série N° 2*. <https://doi.org/10.4000/ejrieps.516>

Gréhaigne, J.-F. (2018b). Tactique, stratégie, combinaison, schéma et intelligence tactique. *eJRIEPS. Ejournal de la recherche sur l'intervention en éducation physique et sport, Hors-série N° 2*, Art. Hors-série N° 2. <https://doi.org/10.4000/ejrieps.512>

Gréhaigne, J.-F., Godbout, P., & Bouthier, D. (2001). The Teaching and Learning of Decision Making in Team Sports. *Quest*, 53(1), 59-76.

Gréhaigne, J.-F., Godbout, P., & Zerai, Z. (2011). How the “rapport de forces” evolves in a soccer match : The dynamics of collective decisions in a complex system. *Revista de Psicologia Del Deporte.*, 20(2), 747-765.

Gréhaigne, J.-F., & Nadeau, L. (2015). L'enseignement et l'apprentissage de la tactique en sports collectifs : Des précurseurs oubliés aux perspectives actuelles. *Ejournal de la recherche sur l'intervention en éducation physique et sport -eJRIEPS*, 35. <https://doi.org/10.4000/ejrieps.1660>

Gréhaigne, J.-F., Wallian, N., & Brière-Guenoun, F. (2015). Débat d'idées, langage, interactions discursives et apprentissage des sports collectifs. *Ejournal de la recherche sur l'intervention en éducation physique et sport -eJRIEPS, Hors-série N° 1*. <https://doi.org/10.4000/ejrieps.1293>

Gréselle-Zaïbet, O. (2007). Vers l'intelligence collective des équipes de travail : Une étude de cas. *Management Avenir*, n° 14(4), 41-59.

Gréselle-Zaïbet, O. (2019). Mobiliser l'intelligence collective des équipes au travail : Un levier d'innovation agile pour transformer durablement les organisations. *Innovations*, N° 58(1), 219-241.

Grün, L. (2011). *Entraîneur de football : Histoire d'une profession de 1890 à nos jours* [Thèse de doctorat]. Université Claude Bernard Lyon 1.

Gudmundsson, J., & Horton, M. (2016). Spatio-Temporal Analysis of Team Sports : A Survey. *ACM Computing Surveys*, 50(2), 1-34. <https://doi.org/10.1145/3054132>

Guillemard, G., Marchal, J.-C., Parent, M., Parlebas, P., & Schmitt, A. (1984). *Aux 4 coins des jeux*. Éditions du Scarabée.

- Hallé, F. (Réalisateur). (2018, juin 28). *Peut-on parler d'intelligence des plantes?* [Conférence]. <https://www.youtube.com/watch?v=DJWI0Pon18A>
- Haskins, M. J. (1965). Development of a Response-Recognition Training Film in Tennis. *Perceptual and Motor Skills*, 21(1), 207-211. <https://doi.org/10.2466/pms.1965.21.1.207>
- Hauw, D. (2018). Énaction et intervention en psychologie du sport chez les sportifs élites et en formation. *Canadian Journal of Behavioural Science / Revue canadienne des sciences du comportement*, 50, 54-64. <https://doi.org/10.1037/cbs0000094>
- Henrich, J. (2019). *L'intelligence collective : Comment expliquer la réussite de l'espèce humaine* (P. Hersant, Trad.). Les Arènes / Markus Haller.
- Henriot, J. (1969). *Le jeu*. Presses universitaires de France.
- Henriot, J. (1989). *Sous couleur de jouer : La métaphore ludique*. José Corti.
- Hepler, T. J., & Feltz, D. L. (2012). Take the first heuristic, self-efficacy, and decision-making in sport. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 18(2), 154-161. <https://doi.org/10.1037/a0027807>
- Heylighen, F. (2016). Stigmergy as a universal coordination mechanism I: Definition and components. *Cognitive Systems Research*, 38, 4-13. <https://doi.org/10.1016/j.cogsys.2015.12.002>
- Hinsz, V., Tindale, S., & Vollrath, D. (1997). The Emerging Conceptualization of Groups as Information Processes. *Psychological bulletin*, 121, 43-64. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.121.1.43>
- Hoc, J.-M. (2001). Towards a cognitive approach to human-machine cooperation in dynamic situations. *International Journal of Human-Computer Studies*, 54(4), 509-540. <https://doi.org/10.1006/ijhc.2000.0454>
- Hoc, J.-M. (2003). Coopération humaine et systèmes coopératifs. In G. Boy, *Ingénierie cognitive. IHM et cognition* (p. 139-187). Paris : Hermès. <http://jeanmichelhoc.free.fr/pdf/Hoc%202003.pdf>
- Hoffman, R. R. (1998). How Can Expertise be Defined? Implications of Research from Cognitive Psychology. In W. Faulkner & J. Fleck (Éds.), *Exploring Expertise : Issues and*

Perspectives (p. 81-100). Palgrave Macmillan UK. https://doi.org/10.1007/978-1-349-13693-3_4

Horn, R., Williams, M., & Grant, A. (2000). Analysis of France in World Cup 1998 and Euro 2000. *Insight*, 4(1), 40-43.

Houdé, O. (2019). *L'intelligence humaine n'est pas un algorithme*. Odile Jacob.

Hughes, M. (2003). Notational analysis. In *Science and Soccer* (2nd Edition). Routledge.

Hughes, M., & Bartlett, R. M. (2002). The use of performance indicators in performance analysis. *Journal of Sports Sciences*, 20(10), 739-754.

Hughes, M., & James, N. (2008). Notational analysis of soccer. *Kinesiology research trends and applicatons*, 644-660.

Huizinga, J. (1988). *Homo ludens : Essai sur la fonction sociale du jeu* (C. Seresia, Trad.; [1e éd. 1951]). Gallimard.

Hutchins, E. (1995). *Cognition in the wild*. M.I.T. Press.

Ingold, T. (2015). *The life of lines*. Routledge.

Intelligence(s). (2019). *U magazine*, 9, 9-35.

Isserte, S. (2022). *Etude d'un dispositif de formation d'entraîneurs à des usages de technologies numériques au service de l'apprentissage d'actions collectives par les joueurs* [Thèse de doctorat, Toulouse 2]. <https://www.theses.fr/s220887>

James, N. (2006). Notational analysis in soccer : Past, present and future. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 6(2), 67-81.

Johnson, J. G., & Raab, M. (2003). Take The First : Option-generation and resulting choices. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 91(2), 215-229. [https://doi.org/10.1016/S0749-5978\(03\)00027-X](https://doi.org/10.1016/S0749-5978(03)00027-X)

Johnson, T. E., Lee, Y., Lee, M., O'Connor, D. L., Khalil, M. K., & Huang, X. (2007). Measuring Sharedness of Team-Related Knowledge : Design and Validation of a Shared Mental Model Instrument. *Human Resource Development International*, 10(4), 437-454. <https://doi.org/10.1080/13678860701723802>

Jones, C. M., & Miles, T. R. (1978). Use of advance cues in predicting the flight of a lawn tennis ball. *Journal of human movement studies*, 4(4), 231-235.

Jorge, P. E., & Marques, P. A. M. (2012). Decision-making in pigeon flocks : A democratic view of leadership. *Journal of Experimental Biology*, 215(14), 2414-2417. <https://doi.org/10.1242/jeb.070375>

Kerivel, T. (2019). *Une analyse longitudinale et multiniveau de la construction de la coordination interpersonnelle : Le cas d'un centre de formation de football professionnel* [These de doctorat, Université de Bretagne occidentale]. <https://www.theses.fr/2019BRES0035>

Kerivel, T., Bagot, P., Dugény, S., Bossard, C., & Kermarrec, G. (2022, juin 20). Un modèle intégratif de l'utilisation de la vidéo pour le développement de l'intuition collective. *12ème Biennale de l'Association pour la Recherche sur l'Intervention en Sport*. Coopérer en éducation physique et en sport : quels enjeux pour l'intervention ?, Bordeaux (France).

Kerivel, T., Bossard, C., Feigean, M., & Kermarrec, G. (2021). L'évolution du partage au sein d'une équipe de football en formation : Une étude longitudinale. *Le travail humain*, 84(1), 63-87. <https://doi.org/10.3917/th.841.0063>

Kermarrec, G. (2015). Enhancing Tactical Skills in Soccer : Advances from the Naturalistic Decision Making Approach. *Procedia Manufacturing*, 3, 1148-1156. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.192>

Kermarrec, G., & Bossard, C. (2014). Defensive Soccer Players' Decision Making : A Naturalistic Study. *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*, 8, 187-199. <https://doi.org/10.1177/1555343414527968>

Kermarrec, G., & Bossard, C. (2017). La prise de décision intuitive et coordonnée : Contribution à la formation tactique des joueurs de football. In F. Dosseville & C. Garnarczyk, *Jugement et prise de décision en football* (p. 13-32). Presses Universitaires de Caen.

Kermarrec, G., & Plassart, L. (2015). Enhancing Intuitive and Coordinated Decision-Making in Soccer—From Research to the Field within the 4P Strategy. *Proceedings of the 3rd International Congress on Sport Sciences Research and Technology Support*. 3rd International Congress on Sport Sciences Research and Technology Support. https://www.academia.edu/28690083/Enhancing_Intuitive_and_Coordinated_Decision-Making_in_Soccer_-_From_Research_to_the_Field_within_the_4P_Strategy

- Kets, W., Pennock, D. M., Sethi, R., & Shah, N. (2014, juin 21). Betting Strategies, Market Selection, and the Wisdom of Crowds. *Twenty-Eighth AAAI Conference on Artificial Intelligence*. Twenty-Eighth AAAI Conference on Artificial Intelligence. <https://www.aaai.org/ocs/index.php/AAAI/AAAI14/paper/view/8387>
- Kirk, D., & MacPhail, A. (2002). Teaching Games for Understanding and Situated Learning : Rethinking the Bunker-Thorpe Model. *Journal Of Teaching In Physical Education*, 21(2), 177-192.
- Klein, D. E., Klein, H. A., & Klein, G. (2000). *Macro cognition : Linking cognitive psychology and cognitive ergonomics*. 173-177. <http://www.macro cognition.com/documents/K3.pdf>
- Klein, G. (1993). A recognition-primed decision (RPD) model of rapid decision making. In *Decision making in action : Models and methods* (p. 138-147). Ablex Publishing.
- Klein, G. (2008). Naturalistic Decision Making. *Human Factors*, 50(3), 456-460. <https://doi.org/10.1518/001872008X288385>
- Klein, G. (2015). A naturalistic decision making perspective on studying intuitive decision making. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 4(3), 164-168. <https://doi.org/10.1016/j.jarmac.2015.07.001>
- Klein, G., Ross, K. G., Moon, B. M., Klein, D. E., Hoffman, R. R., & Hollnagel, E. (2003). Macro cognition. *IEEE Intelligent Systems*, 18(3), 81-85. <https://doi.org/10.1109/MIS.2003.1200735>
- Klein, G., & Wright, C. (2016). Macro cognition : From Theory to Toolbox. *Frontiers in Psychology*, 7. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2016.00054>
- Klimoski, R., & Mohammed, S. (1994). Team mental model : Construct or metaphor? *Journal of Management*, 20(2), 403-437. [https://doi.org/10.1016/0149-2063\(94\)90021-3](https://doi.org/10.1016/0149-2063(94)90021-3)
- Koo, T. K., & Li, M. Y. (2016). A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. *Journal of Chiropractic Medicine*, 15(2), 155-163. <https://doi.org/10.1016/j.jcm.2016.02.012>
- Kurvers, R. H. J. M., Wolf, M., Naguib, M., & Krause, J. (2015). Self-organized flexible leadership promotes collective intelligence in human groups. *Royal Society Open Science*, 2(12), 150222. <https://doi.org/10.1098/rsos.150222>

- Lainé, M., & Mouchet, A. (2015). Optimiser l'activité collective d'une équipe : Les discours d'avant-match. In O. Vors (Éd.), *L'activité collective* (p. 71-86). EP&S.
- Lames, M., Ertmer, J., & Walter, F. (2010). Oscillations in football—Order and disorder in spatial interactions between the two teams. *International Journal of Sport Psychology*, 41(4), 85.
- Laniau, J. (2009). Vers une nouvelle forme d'intelligence collective ? *Empan*, 4(76), 83-91. Cairn.info. <https://doi.org/10.3917/empa.076.0083>
- Laurent, E., & Bianchi, R. (2016). Macrocognition through the Multiscale Enaction Model (MEM) Lens : Identification of a Blind Spot of Macrocognition Research. *Frontiers in Psychology*, 7. <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fpsyg.2016.01123>
- Lautrey, J., & Richard, J.-F. (2005). *L'intelligence*. Hermès science publications : Lavoisier.
- Le Briquer, Y. (2017). *L'apprentissage par situation complexe en EPS au collège, rôles de la coopération et de la compétition en natation de vitesse chez des élèves de 5ème* [Thèse de doctorat, Bordeaux]. <https://oskar-bordeaux.fr/handle/20.500.12278/5182>
- Legg, S., & Hutter, M. (2007). Universal Intelligence : A Definition of Machine Intelligence. *Minds and Machines*, 17(4), 391-444. <https://doi.org/10.1007/s11023-007-9079-x>
- Lesellier, J. (2023). *Le développement de l'efficacité en coaching des entraîneurs de football : Contribution d'une approche anthropo-psychologique à l'évaluation et l'optimisation des dispositifs de formation* [Thèse de doctorat, Université de Bordeaux]. <https://www.theses.fr/s346099>
- Lestienne, R. (2012). *Dialogues sur l'émergence*. Éditions Le Pommier.
- Levi, H. R., & Jackson, R. C. (2018). Contextual factors influencing decision making : Perceptions of professional soccer players. *Psychology of Sport and Exercise*, 37, 19-25. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2018.04.001>
- Lévi-Strauss, C. (1950). Introduction à l'œuvre de Marcel Mauss. In M. Mauss, *Sociologie et anthropologie* (p. 9-52). Presses Universitaires de France. <http://www.cairn.info/sociologie-et-anthropologie--9782130608806-page-IX.htm>
- Lévy, P. (1994). *L'intelligence collective : Pour une anthropologie du cyberspace*. Éditions la

Découverte.

Lévy, P. (2003). Le jeu de l'intelligence collective. *Sociétés*, 79(1), 105-122.

Lewis, K. (2003). Measuring transactive memory systems in the field : Scale development and validation. *Journal of Applied Psychology*, 88(4), 587-604. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.88.4.587>

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(4), 403-418. <https://doi.org/10.1002/job.387>

List, C., Elsholtz, C., & Seeley, T. D. (2009). Independence and interdependence in collective decision making : An agent-based model of nest-site choice by honeybee swarms. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1518), 755-762. <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0277>

Liu, M., & Xiong, C.-H. (2014). Synergistic Characteristic of Human Hand during Grasping Tasks in Daily Life. In *Intelligent Robotics and Applications* (p. 67-76). International Conference on Intelligent Robotics and Applications. https://doi.org/10.1007/978-3-319-13966-1_7

Loffing, F., & Cañal-Bruland, R. (2017). Anticipation in sport. *Current Opinion in Psychology*, 16, 6-11. <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2017.03.008>

Machado, G., González-Víllora, S., Sarmiento, H., & Teoldo, I. (2020). Development of Tactical Decision-making Skills in Youth Soccer Players : Macro- and Microstructure of Soccer Developmental Activities as a Discriminant of Different Skill Levels. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 20(6), 1072-1091.

Mackenzie, R., & Cushion, C. (2013). Performance analysis in football : A critical review and implications for future research. *Journal of Sports Sciences*, 31(6), 639-676.

Magendie, É., Boizmault, M., & Darnis, F. (2021). La coanalyse entre pairs en formation initiale des enseignants : Une opportunité d'apprentissages professionnels. *Questions Vives. Recherches en éducation*, N° 35, Art. N° 35. <https://doi.org/10.4000/questionsvives.6515>

Mahlo, F. (1974). *L'acte tactique en jeu : Son éducation dans l'enseignement sportif du 1er degré* (J.-M. Argelès, Trad.). Vigot Frères.

- Malaby, T. M. (2007). Au-delà du jeu : Une nouvelle approche des jeux. *Games and Culture*, 2(2), 95-113. <https://doi.org/10.1177/1555412007299434>
- Malone, M. K., & Lorimer, R. (2020). The Importance of Shared Understanding within Football Teams. *Journal of Sport Psychology in Action*, 11(3), 196-210.
- Mancuso, S., & Viola, A. (2019). *L'intelligence des plantes* (R. Temperini, Trad.). Editions de La Loupe.
- Mann, D. T. Y., Williams, M., Ward, P., & Janelle, C. M. (2007). Perceptual-cognitive expertise in sport : A meta-analysis. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 29(4), 457-478.
- McCraty, R., & Zayas, M. (2014). Intuitive Intelligence, Self-regulation, and Lifting Consciousness. *Global Advances in Health and Medicine*, 3(2), 56-65. <https://doi.org/10.7453/gahmj.2014.013>
- McGarry, T., Anderson, D. I., Wallace, S. A., Hughes, M., & Franks, I. M. (2002). Sport competition as a dynamical self-organizing system. *Journal of Sports Sciences*, 20(10), 771-781.
- McNeese, N., Cooke, N. J., Fedele, M., & Gray, R. (2016). Perspectives on Team Cognition and Team Sports. In M. Raab, P. Wylleman, R. Seiler, A.-M. Elbe, & A. Hatzigeorgiadis (Éds.), *Sport and Exercise Psychology Research* (p. 123-141). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803634-1.00006-6>
- McRobert, A. P., Ward, P., Eccles, D. W., & Williams, M. (2011). The effect of manipulating context-specific information on perceptual–cognitive processes during a simulated anticipation task. *British Journal of Psychology*, 102(3), 519-534. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.2010.02013.x>
- Menaut, A. (1982). *Contribution à une approche théorique des jeux sportifs collectifs : Théorisation et recherche d'un modèle opérationnel*. Bordeaux 2.
- Menaut, A. (1991). *Méthodologie et pédagogie des sports collectifs : Actes de la journée d'études 15 avril 1991*. Université de Bordeaux II.
- Menaut, A. (1998). *Le réel et le possible dans la pensée tactique : Contribution à une théorie du jeu sportif*. Presses universitaires de Bordeaux.

Menaut, A. (2017). *Football & humanisme : Réflexions d'un technicien sur le jeu et son environnement*. Edition de la Roque.

Michaelsen, L. K., Watson, W. E., & Black, R. H. (1989). A realistic test of individual versus group consensus decision making. *Journal of Applied Psychology*, 74(5), 834-839. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.74.5.834>

Michinov, E. (2007). Validation de l'échelle de mémoire transactive en langue française et adaptation au contexte académique. *European Review of Applied Psychology*, 57(1), 59-68. <https://doi.org/10.1016/j.erap.2006.03.001>

Michinov, E. (2016). Quand l'intelligence vient au groupe. *Cerveau & Psycho*, 6(78), 36-43.

Michinov, E., & Blanchet, C. (2015). When self-construal priming influences the relationship between transactive memory and group performance. *International Review of Social Psychology*, 28(3), 97-119.

Mohammed, S., Ferzandi, L., & Hamilton, K. (2010). Metaphor No More : A 15-Year Review of the Team Mental Model Construct. *Journal of Management*, 36(4), 876-910. <https://doi.org/10.1177/0149206309356804>

Mohammed, S., Hamilton, K., Tesler, R., Mancuso, V., & McNeese, M. (2015). Time for temporal team mental models : Expanding beyond “what” and “how” to incorporate “when”. *European Journal of Work and Organizational Psychology*, 24(5), 693-709. <https://doi.org/10.1080/1359432X.2015.1024664>

Molga, P. (2020, février 24). L'intuition, une intelligence supérieure? *Les Echos*, 23144(23144), 13.

Moran, A., Campbell, M., & Toner, J. (2019). Exploring the cognitive mechanisms of expertise in sport: Progress and prospects. *Psychology of Sport and Exercise*, 42, 8-15. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2018.12.019>

Morin, E. (1972). Le retour de l'événement. *Communications*, 18(1), 6-20. <https://doi.org/10.3406/comm.1972.1254>

Morin, E. (1990). *Introduction à la pensée complexe*. ESF éditeur.

Morin, E. (1999). *Les sept savoirs nécessaires à l'éducation du futur*. Seuil.

- Morin, E. (2008a). *La méthode. Tome II. La vie de la vie* (1ère édition 1980). Éditions du Seuil.
- Morin, E. (2008b). *La méthode. Tome III. La connaissance de la connaissance* (1ère édition 1986). Éditions du Seuil.
- Morin, E. (2020). *Le sport porte en lui le tout de la société*. Le cherche midi.
- Morin, E., & Le Moigne, J.-L. (1999). *L'intelligence de la complexité*. L'Harmattan.
- Mouchet, A. (2005). Modélisation de la complexité des décisions tactiques en rugby. *eJRIEPS*, 7, 3-19.
- Mouchet, A. (2010). Co-construire un projet de jeu en rugby. In F. Darnis, *Interaction et apprentissage* (Revue EPS, p. 67-82).
- Mouchet, A. (2012). Articulation des modèles scientifiques pour éclairer la complexité des décisions en sport. In M. Quidu, *Les sciences du sport en mouvement : Innovations et traditions théoriques en STAPS* (p. 243-268). L'Harmattan.
- Mouchet, A. (2014). *Intelligence tactique en sports collectifs* (p. 55-72).
- Mouchet, A. (2015). L'explicitation au cœur d'un dispositif de formation en spirale qui articule vécu singulier et expérience collective. *Recherche et formation*, 80, Art. 80. <https://doi.org/10.4000/rechercheformation.2508>
- Mouchet, A. (2016). Comprendre l'activité en situation : Articuler l'action et la verbalisation de l'action. *Savoirs*, N° 40(1), 9-70.
- Mouchet, A., & Bouthier, D. (2006). Prendre en compte la subjectivité des joueurs de rugby pour optimiser l'intervention. *Staps*, no 72(2), 93-106.
- Mouchet, A., Uhrich, G., & Bouthier, D. (2008). Dynamique de production du jeu de mouvement en rugby : Tendances communes et particularités au niveau international. *Movement Sport Sciences*, n° 64(2), 93-102.
- Mougenot, L. (2015). Évaluer pour faire apprendre : L'évaluation formative différée en EPS. *Carrefours de l'éducation*, 39(1), 225-241. <https://doi.org/10.3917/cdle.039.0225>
- Mougenot, L. (2016a). *Pour une éthique de l'évaluation : Conceptions et pratiques en éducation physique et sportive*. Presses universitaires de Rennes.

- Mougenot, L. (2016b). Régulation différée et apprentissage en sport collectif. *Staps*, 111(1), 29-41. <https://doi.org/10.3917/sta.111.0029>
- Moussaid, M., Garnier, S., Theraulaz, G., & Helbing, D. (2009). Collective Information Processing and Pattern Formation in Swarms, Flocks, and Crowds. *Topics in Cognitive Science*, 1(3), 469-497. <https://doi.org/10.1111/j.1756-8765.2009.01028.x>
- Neisser, U., Boodoo, G., Bouchard, T. J. Jr., Boykin, A. W., Brody, N., Ceci, S. J., Halpern, D. F., Loehlin, J. C., Perloff, R., Sternberg, R. J., & Urbina, S. (1996). Intelligence : Knowns and unknowns. *American Psychologist*, 51(2), 77-101. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.51.2.77>
- Nemeth, C., & Klein, G. (2011). The Naturalistic Decision Making Perspective. In *Wiley Encyclopedia of Operations Research and Management Science*. American Cancer Society. <https://doi.org/10.1002/9780470400531.eorms0410>
- Noubel, J.-F. (2007). Intelligence collective, la révolution invisible. *The Transitioner*.
- Novak, S., & Urfalino, P. (2017). Nouvelles approches de la décision collective : Une introduction. *Négociations*, 27(1), 67-71.
- O'Bryan, L., Beier, M., & Salas, E. (2020). How Approaches to Animal Swarm Intelligence Can Improve the Study of Collective Intelligence in Human Teams. *Journal of Intelligence*, 8(1), Art. 1. <https://doi.org/10.3390/jintelligence8010009>
- Oléron, P. (1989). *L'intelligence de l'homme*. Armand Colin.
- Oléron, P. (1994). *L'intelligence* (6ème édition mise à jour). Presses universitaires de France.
- Oullier, O., de Guzman, G. C., Jantzen, K. J., Lagarde, J., & Kelso, J. A. S. (2008). Social coordination dynamics : Measuring human bonding. *Social neuroscience*, 3(2), 178-192. <https://doi.org/10.1080/17470910701563392>
- Owiti, S., Hauw, D., & Collins, D. (2020). Applying a Multilayer Construct of Social Adaptability Skills Within Talent Development. *Frontiers in Psychology*, 10, 3006. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.03006>
- Page, S. E. (2008). *The Difference : How the Power of Diversity Creates Better Groups, Firms, Schools, and Societies*. Princeton University Press.
- Parlebas, P. (1986). *Éléments de sociologie du sport*. PUF.

- Parlebas, P. (1999). *Jeux, sports et sociétés : Lexique de praxéologie motrice*. INSEP-Éditions. <https://doi.org/10.4000/books.insep.1067>
- Parlebas, P. (2002). Réseaux dans les jeux et les sports. *L'Année sociologique*, 52(2), 314-349.
- Parlebas, P. (2003). Le destin des jeux : Héritage et filiation. *Socio-anthropologie*, 13, Art. 13. <https://doi.org/10.4000/socio-anthropologie.173>
- Parlebas, P. (2020). The Universals of Games and Sports. *Frontiers in Psychology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.593877>
- Passos, P., Araújo, D., & Davids, K. (2013). Self-Organization Processes in Field-Invasion Team Sports. *Sports Medicine*, 43(1), 1-7. <https://doi.org/10.1007/s40279-012-0001-1>
- Passos, P., Araújo, D., Davids, K., Gouveia, L., Milho, J., & Serpa, S. (2008). Information-governing dynamics of attacker-defender interactions in youth rugby union. *Journal of Sports Sciences*, 26(13), 1421-1429.
- Passos, P., Milho, J., Fonseca, S., Borges, J., Araújo, D., & Davids, K. (2011). Interpersonal Distance Regulates Functional Grouping Tendencies of Agents in Team Sports. *Journal of Motor Behavior*, 43(2), 155-163. <https://doi.org/10.1080/00222895.2011.552078>
- Pennock, D. (2007). The wisdom of the ProbabilitySports crowd. *Oddhead Blog*. <http://blog.oddhead.com/2007/01/04/the-wisdom-of-the-probabilitysports-crowd/>
- Petit, O., & Bon, R. (2010). Decision-making processes : The case of collective movements. *Behavioural Processes*, 84(3), 635-647. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2010.04.009>
- Piaget, J. (1976). *Le comportement, moteur de l'évolution*. Gallimard.
- Piaget, J. (1981). *Le Possible et le Nécessaire (1). L'évolution des possibles chez l'enfant*. Presses Universitaires de France; Cairn.info. <https://www.cairn.info/le-possible-et-le-necessaire--9782130367178.htm>
- Piazza, O. (2018). *Découvrir l'Intelligence collective*. InterEditions.
- Proteau, L., Lévesque, L., Laurencelle, L., & Girouard, Y. (1989). Decision Making in Sport : The Effect of Stimulus-response Probability on the Performance of a Coincidence-Anticipation Task. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 60(1), 66-76. <https://doi.org/10.1080/02701367.1989.10607415>

- Raab, M. (2012). Simple heuristics in sports. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 5, 1-17. <https://doi.org/10.1080/1750984X.2012.654810>
- Raab, M., Bar-Eli, M., Plessner, H., & Araújo, D. (2019). The past, present and future of research on judgment and decision making in sport. *Psychology of Sport and Exercise*, 42, 25-32. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2018.10.004>
- Raab, M., & Gigerenzer, G. (2015). The power of simplicity : A fast-and-frugal heuristics approach to performance science. *Frontiers in Psychology*, 6. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01672>
- Raab, M., & Johnson, J. G. (2007). Expertise-based differences in search and option-generation strategies. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 13(3), 158-170. <https://doi.org/10.1037/1076-898X.13.3.158>
- Rasera, F. (2014). Au-delà de « l'échec » en centre de formation. La recomposition des aspirations professionnelles d'un ancien apprenti footballeur. *Sciences sociales et sport*, 7(1), 105-138. <https://doi.org/10.3917/rsss.007.0105>
- Reeve, H. K., & Hölldobler, B. (2007). The emergence of a superorganism through intergroup competition. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(23), 9736-9740. <https://doi.org/10.1073/pnas.0703466104>
- Reia, S. M., Amado, A. C., & Fontanari, J. F. (2019). Agent-based models of collective intelligence. *Physics of Life Reviews*, 31, 320-331. <https://doi.org/10.1016/j.plrev.2018.10.004>
- Reid, C. R., & Latty, T. (2016). Collective behaviour and swarm intelligence in slime moulds. *FEMS Microbiology Reviews*, 40(6), 798-806. <https://doi.org/10.1093/femsre/fuw033>
- Reilly, T., Williams, M., Nevill, A., & Franks, A. (2000). A multidisciplinary approach to talent identification in soccer. *Journal of Sports Sciences*, 18(9), 695-702. <https://doi.org/10.1080/02640410050120078>
- Rey, J.-P. (2009). Les jeux sportifs collectifs : Leur enseignement dans une perspective située. *Bulletin de psychologie*, 4(502), 373-379. <https://doi.org/10.3917/bupsy.502.0373>
- Rey, J.-P., & Weiss, K. (2005). Marqueurs langagiers et relations intergroupes : Analyse de discours d'entraîneurs dans le jeu sportif collectif. *Bulletin de psychologie*, Numéro 477(3), 321-328. <https://doi.org/10.3917/bupsy.477.0321>

Rheingold, H. (2005). *Foules intelligentes : La nouvelle révolution sociale* (P.-E. Brugeron, Trad.). M2 éditions.

Ribot, J.-C. (Réalisateur). (2006). *Football, l'intelligence collective*.

Ricci, A., Omicini, A., Viroli, M., Gardelli, L., & Oliva, E. (2007). Cognitive Stigmergy : Towards a Framework Based on Agents and Artifacts. In D. Weyns, H. V. D. Parunak, & F. Michel (Éds.), *Environments for Multi-Agent Systems III* (p. 124-140). Springer Berlin Heidelberg.

Riedl, C., Kim, Y. J., Gupta, P., Malone, T. W., & Woolley, A. W. (2021). Quantifying collective intelligence in human groups. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(21), e2005737118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2005737118>

Rietveld, E. (2013). Affordances and Unreflective Freedom. In R. T. Jensen & D. Moran (Éds.), *The Phenomenology of Embodied Subjectivity* (Vol. 71, p. 21-42). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-01616-0_2

Rietveld, E., Denys, D., & van Westen, M. (2018). “Ecological-enactive cognition as engaging with a field of relevant affordances : The skilled intentionality framework (SIF)”. In A. Newen, L. D. Bruin, & S. Gallagher, *Oxford handbook for embodied cognitive science* (p. 41-70). Oxford, England: Oxford University Press.

Roca, A., Ford, P. R., McRobert, A. P., & Williams, M. (2011). Identifying the processes underpinning anticipation and decision-making in a dynamic time-constrained task. *Cognitive Processing*, 12(3), 301-310. <https://doi.org/10.1007/s10339-011-0392-1>

Roca, A., Ford, P. R., McRobert, A. P., & Williams, M. (2013). Perceptual-Cognitive Skills and Their Interaction as a Function of Task Constraints in Soccer. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 35(2), 144-155. <https://doi.org/10.1123/jsep.35.2.144>

Roca, A., Williams, M., & Ford, P. R. (2012). Developmental activities and the acquisition of superior anticipation and decision making in soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 30(15), 1643-1652. <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.701761>

Rogalski, J. (1994). Formation aux activités collectives. *Le Travail Humain*, 57(4), 367-386.

Rosen, M. A., Fiore, S. M., Salas, E., Letsky, M., & Warner, N. (2008). Tightly Coupling Cognition : Understanding How Communication and Awareness Drive Coordination in Teams.

The International C2 Journal, 2(1), 33.

Ross-Gillespie, A., & Kümmerli, R. (2014). Collective decision-making in microbes. *Frontiers in Microbiology*, 5. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2014.00054>

Rouse, W. B., Cannon-Bowers, J. A., & Salas, E. (1992). The role of mental models in team performance in complex systems. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 22(6), 1296-1308. <https://doi.org/10.1109/21.199457>

Rubbers, B. (2008). L'homme hyper-moderne : Une mutation inquiétante du psychisme humain ? *Actualites en analyse transactionnelle*, 128(4), 1-11.

Salas, E., Cooke, N. J., & Rosen, M. A. (2008). On Teams, Teamwork, and Team Performance : Discoveries and Developments. *Human Factors*, 50(3), 540-547. <https://doi.org/10.1518/001872008X288457>

Salas, E., Prince, C., Baker, D. P., & Shrestha, L. (1995). Situation Awareness in Team Performance : Implications for Measurement and Training. *Human Factors*, 37(1), 123-136. <https://doi.org/10.1518/001872095779049525>

Salembier, P., & Zouinar, M. (2004). Intelligibilité mutuelle et contexte partagé. *Activités*, 01(2), Art. 2. <https://doi.org/10.4000/activites.1243>

Salminen, J. (2012). Collective Intelligence in Humans : A Literature Review. *arXiv:1204.3401 [cs]*. <http://arxiv.org/abs/1204.3401>

Samman, E., & Santos, M. E. (2009). *Agency and Empowerment : A review of concepts, indicators and empirical evidence*. 49.

Saury, J. (2015). Qu'est-ce que l'activité collective ? In *L'activité collective* (p. 11-29). EP&S.

Schmidt, C. (2008). Du jeu aux joueurs : Sur quelques extensions de la théorie des jeux. *Psychotropes*, Vol. 13(3), 55-75. <https://doi.org/10.3917/psyt.133.0055>

Schmoll, P. (2011). Sciences du jeu : État des lieux et perspectives. *Revue des Sciences sociales*, 45. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01301138>

Schütz-Bosbach, S., & Prinz, W. (2007). Perceptual resonance : Action-induced modulation of perception. *Trends in Cognitive Sciences*, 11(8), 349-355. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2007.06.005>

- Seeley, T. D., & Visscher, P. K. (2004). Quorum sensing during nest-site selection by honeybee swarms. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 56(6), 594-601. <https://doi.org/10.1007/s00265-004-0814-5>
- Seifert, L., Lardy, J., Bourbousson, J., Adé, D., Nordez, A., Thouvarecq, R., & Saury, J. (2017). Interpersonal Coordination and Individual Organization Combined with Shared Phenomenological Experience in Rowing Performance: Two Case Studies. *Frontiers in Psychology*, 8(75). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00075>
- Senge, P. (2015). *La cinquième discipline : Levier des organisations apprenantes* (Nouvelle édition augmentée.). Eyrolles.
- Servan-Schreiber, E. (2012). Prediction Markets : Trading Uncertainty for Collective Wisdom. In *Collective wisdom : Principles and mechanisms* (p. 21-37). Cambridge University Press.
- Servan-Schreiber, E. (2018). *Supercollectif. La nouvelle puissance de nos intelligences*. Fayard.
- Sève, C., Bourbousson, J., Poizat, G., & Saury, J. (2009). Cognition et performance collectives en sport. *Intellectica*, 52(2), 71-96. <https://doi.org/10.3406/intel.2009.1199>
- Silva, P., Chung, D., Carvalho, T., Cardoso, T., Davids, K., Araújo, D., & Garganta, J. (2016). Practice effects on intra-team synergies in football teams. *Human Movement Science*, 46, 39-51. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2015.11.017>
- Silva, P., Garganta, J., Araújo, D., Davids, K., & Aguiar, P. (2013). Shared Knowledge or Shared Affordances? Insights from an Ecological Dynamics Approach to Team Coordination in Sports. *Sports Medicine*, 43(9), 765-772. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0070-9>
- Silva, P., Travassos, B., Vilar, L., Aguiar, P., Davids, K., Araújo, D., & Garganta, J. (2014). Numerical Relations and Skill Level Constrain Co-Adaptive Behaviors of Agents in Sports Teams. *PLOS ONE*, 9(9), e107112. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0107112>
- Simon, H. (1976). *Administrative behavior : A study of decision-making processes in administrative organization* (3rd. edition with new introduction.). Free press, Collier Macmillan.
- Simon, H. A. (1956). Rational choice and the structure of the environment. *Psychological Review*, 63(2), 129-138. <https://doi.org/10.1037/h0042769>

- Simons, A. M. (2004). Many wrongs : The advantage of group navigation. *Trends in Ecology & Evolution*, *19*(9), 453-455. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2004.07.001>
- Smeeton, N. J., Ward, P., & Williams, M. (2004). Do pattern recognition skills transfer across sports? A preliminary analysis. *Journal of Sports Sciences*, *22*(2), 205-213.
- Steiner, I. D. (1972). *Group process and productivity*. Academic Press.
- Steiner, S., Macquet, A.-C., & Seiler, R. (2017). An Integrative Perspective on Interpersonal Coordination in Interactive Team Sports. *Frontiers in Psychology*, *8*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01440>
- Stepp, N., & Turvey, M. T. (2010). On strong anticipation. *Cognitive Systems Research*, *11*(2), 148-164. <https://doi.org/10.1016/j.cogsys.2009.03.003>
- Stupacher, J., Wood, G., & Witte, M. (2017). Synchrony and sympathy : Social entrainment with music compared to a metronome. *Psychomusicology: Music, Mind, and Brain*, *27*, 158-166. <https://doi.org/10.1037/pmu0000181>
- Suchman, L. (1987). *Plans and situated actions : The problem of communication*. Cambridge University Press.
- Sumpter, D. J. T., Krause, J., James, R., Couzin, I., & Ward, A. J. W. (2008). Consensus Decision Making by Fish. *Current Biology*, *18*(22), 1773-1777. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2008.09.064>
- Sumpter, D. J. T., & Pratt, S. C. (2009). Quorum responses and consensus decision making. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *364*(1518), 743-753. <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0204>
- Surowiecki, J. (2008). *La sagesse des foules* (E. Riot, Trad.; 1ere ed. 2004). JC Lattès.
- Susi, T., & Ziemke, T. (2001). Social cognition, artefacts, and stigmergy : A comparative analysis of theoretical frameworks for the understanding of artefact-mediated collaborative activity. *Cognitive Systems Research*, *2*(4), 273-290. [https://doi.org/10.1016/S1389-0417\(01\)00053-5](https://doi.org/10.1016/S1389-0417(01)00053-5)
- Taine, H. (1870). *De l'intelligence*. Hachette.
- Tannenbaum, S. I., & Cerasoli, C. P. (2013). Do Team and Individual Debriefs Enhance

Performance? A Meta-Analysis. *Human Factors*, 55(1), 231-245.
<https://doi.org/10.1177/0018720812448394>

Taylor, S., Ensum, J., & Williams, M. (2002). A quantitative analysis of goals scored. *Insight*, 5(4), 28-31.

Temprado, J.-J., & Montagne, G. (2001). *Les coordinations perceptivo-motrices : Introduction aux approches écologique et dynamique du couplage perception-action*. A. Colin, impr. 2001.

Téodorescu, L. (1977). *Théorie et méthodologie des jeux sportifs* (3ème édition). les Éditeurs français réunis.

Tero, A., Takagi, S., Saigusa, T., Ito, K., Bebber, D., Fricker, M., Yumiki, K., Kobayashi, R., & Nakagaki, T. (2010). Rules for Biologically Inspired Adaptive Network Design. *Science*, 327, 439-442. <https://doi.org/10.1126/science.1177894>

Terret, T. (2019). *Histoire du sport* (6ème édition). Presses Universitaires de France.
<https://www-cairn-info.ezproxy.uca.fr/histoire-du-sport--9782130817215.htm>

Theraulaz, G., & Bonabeau, E. (1999). A Brief History of Stigmergy. *Artificial Life*, 5(2), 97-116. <https://doi.org/10.1162/106454699568700>

Theureau, J. (2004). *Le cours d'action : Méthode élémentaire* ([2e édition remaniée]). Octarès.

Theureau, J. (2006). *Le cours d'action : Méthode développée*. Octarès.

Theureau, J. (2009). *Le cours d'action : Méthode réfléchie*. Octarès.

Theureau, J. (2010). Les entretiens d'autoconfrontation et de remise en situation par les traces matérielles et le programme de recherche « cours d'action ». *Revue d'anthropologie des connaissances*, Vol 4, n° 2(2), 287-322.

Theureau, J. (2020). Cognition distribuée et Cours d'action. *Activités*, 17(2), Art. 2.
<https://doi.org/10.4000/activites.5308>

Thiébaud, M. (2018). Intelligence collective et analyse de pratiques en groupe : Six dynamiques mobilisées. *Revue de l'analyse de pratiques professionnelles*, 13, 18-38.

Thomas, C., Fellingham, G., & Vehrs, P. (2009). Development of a Notational Analysis System for Selected Soccer Skills of a Women's College Team. *Measurement in Physical Education &*

Exercise Science, 13(2), 108-121.

Thuderoz, C. (2017). *Décider à plusieurs*. Presses Universitaires de France. <https://doi.org/10.3917/puf.thude.2017.03>

Tia, P.-C. (2017). Rebondir après « l'échec » en centre de formation : Analyse séquentielle des trajectoires socioprofessionnelles d'ex-apprentis footballeurs. *Temporalités. Revue de sciences sociales et humaines*, 25, Art. 25. <https://doi.org/10.4000/temporalites.3702>

Travassos, B., Araújo, D., Davids, K., O'Hara, K., Leitão, J., & Cortinhas, A. (2013). Expertise effects on decision-making in sport are constrained by requisite response behaviours – A meta-analysis. *Psychology of Sport and Exercise*, 14(2), 211-219. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2012.11.002>

Turvey, M. T. (2007). Action and perception at the level of synergies. *Human Movement Science*, 26(4), 657-697. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2007.04.002>

Uitdewilligen, S., Waller, M. J., & Zijlstra, F. R. H. (2010). Team Cognition and Adaptability in Dynamic Settings : A Review of Pertinent Work. In *International Review of Industrial and Organizational Psychology 2010* (p. 293-353). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9780470661628.ch8>

Vaeyens, R., Lenoir, M., Williams, M., Mazyn, L., & Philippaerts, R. M. (2007). The effects of task constraints on visual search behavior and decision-making skill in youth soccer players. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 29(2), 147-169.

van Maarseveen, M., Oudejans, R. R. D., Mann, D. L., & Savelsbergh, G. J. P. (2018). Perceptual-cognitive skill and the in situ performance of soccer players. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 71(2), 455-470. <https://doi.org/10.1080/17470218.2016.1255236>

van Maarseveen, M., Oudejans, R. R., & Savelsbergh, G. J. (2017). System for notational analysis in small-sided soccer games. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 12(2), 194-206. <https://doi.org/10.1177/1747954117694922>

Varela, F. J. (1989). *Autonomie et connaissance : Essai sur le vivant*. Éditions du Seuil.

Varela, F. J. (1996). *Invitation aux sciences cognitives* (Nouvelle édition [remise à jour par l'auteur et augmentée d'une préface]). Éditions du Seuil.

- Varela, F. J. (2017). *Le cercle créateur : Écrits (1976-2001)*. Éditions du Seuil.
- Varela, F. J., Thompson, E., & Rosch, E. (1993). *L'inscription corporelle de l'esprit : Sciences cognitives et expérience humaine*. Éditions du Seuil.
- Vermersch, P. (2000). Conscience directe, conscience réfléchie. *Intellectica*, 31(2), 269-311. <https://doi.org/10.3406/intel.2000.1609>
- Vermersch, P. (2012). *Explicitation et phénoménologie : Vers une psychophénoménologie*. Presses universitaires de France.
- Vilar, L., Araújo, D., Davids, K., & Button, C. (2012). The Role of Ecological Dynamics in Analysing Performance in Team Sports. *Sports Medicine*, 42(1), 1-10. <https://doi.org/10.2165/11596520-000000000-00000>
- Villemus, P. (2006). *Le dieu football : Ses origines, ses rites, ses symboles*. Eyrolles.
- Vivicorsi, B., & Baumard, J. (2017). De la psychométrie à la psychologie, la norme existe-t-elle ? *Le Journal des psychologues*, 349(7), 23-27.
- Voss, M. W., Kramer, A. F., Basak, C., Prakash, R. S., & Roberts, B. (2010). Are expert athletes 'expert' in the cognitive laboratory? A meta-analytic review of cognition and sport expertise. *Applied Cognitive Psychology*, 24(6), 812-826. <https://doi.org/10.1002/acp.1588>
- Wallian, N., & Chang, C.-W. (2007). Language, thinking and action : Towards a semio-constructivist approach in physical education. *Physical Education & Sport Pedagogy*, 12(3), 289-311.
- Ward, P., & Eccles, D. W. (2006). A commentary on "team cognition and expert teams : Emerging insights into performance for exceptional teams". *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 4(4), 463-483. <https://doi.org/10.1080/1612197X.2006.9671808>
- Ward, P., Ericsson, K. A., & Williams, M. (2013). Complex Perceptual-Cognitive Expertise in a Simulated Task Environment. *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*, 7(3), 231-254. <https://doi.org/10.1177/1555343412461254>
- Ward, P., Gore, J., Hutton, R., Conway, G. E., & Hoffman, R. R. (2018). Adaptive Skill as the *Conditio Sine Qua Non* of Expertise. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 7(1), 35-50. <https://doi.org/10.1016/j.jarmac.2018.01.009>

Ward, P., Hoffman, R. R., Conway, G. E., Schraagen, J. M., Peebles, D., Hutton, R. J. B., & Petushek, E. J. (2017). Editorial: Macro-cognition: The Science and Engineering of Sociotechnical Work Systems. *Frontiers in Psychology*, 8. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00515>

Ward, P., & Williams, M. (2003). Perceptual and Cognitive Skill Development in Soccer: The Multidimensional Nature of Expert Performance. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 25(1), 93-111.

Werbos, P. J. (2009). Intelligence in the brain: A theory of how it works and how to build it. *Neural Networks*, 22(3), 200-212. <https://doi.org/10.1016/j.neunet.2009.03.012>

Weschler, D. (1971). Concept of collective intelligence. *American Psychologist*, 26(10), 904-907. <https://doi.org/10.1037/h0032223>

Williams, M. (2009). Perceiving the intentions of others: How do skilled performers make anticipation judgments? In M. Raab, J. G. Johnson, & H. R. Heekeren (Éds.), *Mind and Motion: The Bidirectional Link between Thought and Action* (Vol. 174, p. 73-83). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0079-6123\(09\)01307-7](https://doi.org/10.1016/S0079-6123(09)01307-7)

Williams, M., & Davids, K. (1995). Declarative Knowledge in Sport: A By-Product of Experience or a Characteristic of Expertise? *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 17(3), 259-275. <https://doi.org/10.1123/jsep.17.3.259>

Williams, M., Ford, P. R., Eccles, D. W., & Ward, P. (2011). Perceptual-cognitive expertise in sport and its acquisition: Implications for applied cognitive psychology. *Applied Cognitive Psychology*, 25(3), 432-442. <https://doi.org/10.1002/acp.1710>

Williams, M., & Jackson, R. C. (2019a). *Anticipation and Decision Making in Sport*. Routledge.

Williams, M., & Jackson, R. C. (2019b). Anticipation in sport: Fifty years on, what have we learned and what research still needs to be undertaken? *Psychology of Sport and Exercise*, 42, 16-24. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2018.11.014>

Williams, M., Ward, P., Smeeton, N., & Ward, J. (2008). Task specificity, role, and anticipation skill in soccer. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 79(3), 428-433.

Williamson, K., & Cox, R. (2014). Distributed Cognition in Sports Teams: Explaining successful and expert performance. *Educational Philosophy and Theory*, 46(6), 640-654.

<https://doi.org/10.1080/00131857.2013.779215>

Wilson, D. S., & Sober, E. (1989). Reviving the superorganism. *Journal of Theoretical Biology*, *136*(3), 337-356. [https://doi.org/10.1016/S0022-5193\(89\)80169-9](https://doi.org/10.1016/S0022-5193(89)80169-9)

Wilson, J. (2018). *La Pyramide inversée : L'histoire mondiale des tactiques de football* (P. Auclair, J. Henin, B. Constantin, & A. Confuron, Trad.). Hachette sport.

Winnicott, D. W. (1975). *Jeu et réalité : L'espace potentiel* (C. Monod & J.-B. Pontalis, Trad.). Gallimard.

Withagen, R., de Poel, H. J., Araújo, D., & Pepping, G.-J. (2012). Affordances can invite behavior: Reconsidering the relationship between affordances and agency. *New Ideas in Psychology*, *30*(2), 250-258. <https://doi.org/10.1016/j.newideapsych.2011.12.003>

Woolley, A. W., Chabris, C. F., Pentland, A., Hashmi, N., & Malone, T. W. (2010). Evidence for a collective intelligence factor in the performance of human groups. *Science (New York, N.Y.)*, *330*(6004), 686-688. <https://doi.org/10.1126/science.1193147>

ANNEXES

A LA THÈSE PRÉSENTÉE POUR OBTENIR LE GRADE DE

DOCTEUR

DE L'UNIVERSITÉ DE BORDEAUX

ÉCOLE DOCTORALE N° 545 : SOCIÉTÉS, POLITIQUE, SANTÉ PUBLIQUE

SPECIALITÉ :

SCIENCES ET TECHNIQUES DES ACTIVITÉS PHYSIQUES ET SPORTIVES

Par Yoann DROLEZ

Le phénomène d'intelligence collective

dans les équipes de football, entre émergence et évidence :

Contribution à une approche systémique de la complexité du jeu

Sous la direction d'Éric DUGAS (PU) et la co-direction de Florence DARNIS (MCF HDR)

Thèse soutenue le 03/04/2023.

Dévoilées en fin de manuscrit, ces annexes constituent un espace de références d'un intérêt particulier pour la compréhension de ce travail. Complémentaires au « corps » de la thèse, elles permettent d'accompagner le lecteur en fournissant – au besoin – des précisions, illustrations et informations supplémentaires.

Dans cette optique, elles prennent différentes formes (notes de synthèse, tableaux, figures, documents iconographiques) et sont présentées selon un ordre logique, en vue de suivre la lecture du document principal sans pour autant perdre le fil de la réflexion. Insistons sur la valeur ajoutée de ces annexes riches en contenus, tout en soulignant le caractère facultatif de certaines d'entre elles pour les lecteurs familiers de notre objet de recherche. Compte tenu de la complexité du sujet et de la variété des concepts convoqués, certaines annexes rédigées sont volontairement « volumineuses ». Les plus courtes sont encadrées.

Afin de faciliter l'interaction entre les renvois aux annexes et leur contenu, nous avons organisé ces dernières par chapitre. Le modèle suivant est utilisé :

Annexe (Chapitre X). (Élément de l'annexe).

A titre d'exemple, la première annexe du chapitre III correspond à : Annexe III. A.

Au sein de chaque annexe, les tableaux et figures sont aussi numérotés par chapitre.

Par ailleurs, nous avons fait le choix de poursuivre la numérotation à l'issue du volume central. Certaines références étant mobilisées en complément des auteurs cités en amont, nous présentons une courte bibliographie, telle une « Annexe finale » apportant quelques sources additionnelles.

LISTE DES ANNEXES

Annexes au Chapitre I : De la connaissance.....	355
Annexe I. A. Les réseaux d'interaction motrice	355
Annexe I. B. Du jeu au sport : taxonomie.....	357
I.B.1 Les jeux de compétition : Agôn	358
I.B.2 Les jeux de chance : Alea.....	359
I.B.3 Les jeux de simulacre : Mimicry	360
I.B.4 Les jeux de vertige : Ilinx	360
I.B.5 Les jeux sportifs.....	361
Annexe I. C. L'historicité du Football et son institutionnalisation.....	365
Annexe I. D. Les facteurs de la performance sportive en football.....	367
Annexe I. E. Référentiel commun et <i>Team Cognition</i>	370
I.E.1 Communication pratique et interprétation sémiotrice	372
I.E.2 Conscience collective de la situation (CCS)	376
Annexe I. F. Macrocognition et types de performance	379
Annexes au Chapitre II : De l'intelligence	381
Annexe II. A. La simplicité des systèmes cognitifs	381
Annexe II. B. Émergence et auto-organisation	382
Annexe II. C. Types de systèmes et modes d'organisation	384
II.C.1 Les systèmes homéostatiques : vers la stabilité	386
II.C.2 Les systèmes cognitifs : vers l'adaptation	388
II.C.3 Les systèmes chaotiques	390
II.C.4 Le jeu de la complexité.....	392
Annexe II. D. Le bruit : un ordre étrange	394
Annexe II. E. A la recherche du désordre optimal	397
Annexe II. F. Un concept historiquement bigarré	400
II.F.1 L'intelligence selon Piaget.....	404
II.F.2 Du comportement à l'intelligence du vivant.....	405

Annexe II. G.	L'évolution de la mesure de l'intelligence	408
II.G.1	Les pionniers : Binet, Simon et Spearman.....	409
II.G.2	La controverse : de Thurstone à Sternberg.....	410
II.G.3	La médiation : de Vernon, Horn, Cattel à Carroll	413
Annexe II. H.	Les intelligences multiples	416
II.H.1	L'intelligence sociale	417
II.H.2	L'intelligence émotionnelle.....	419
II.H.3	L'intelligence intuitive : heuristique versus conscience	421
II.H.4	L'intelligence situationnelle de l'expert	423
II.H.5	L'intelligence culturelle	425
II.H.6	Les intelligences motrices	429
II.H.7	L'intelligence de la coopération, la coopération des intelligences	433
Annexe II. I.	Panorama des conceptions disciplinaires de l'intelligence collective	435
Annexe II. J.	La sagesse des foules	440
Annexe II. K.	Les facteurs d'émergence de l'intelligence collective	441
II.K.1	Diversité versus homogénéité.....	441
II.K.2	Décentralisation versus agrégation.....	443
II.K.3	Indépendance versus interdépendance.....	446
Annexe II. L.	Les formes d'intelligence collective.....	449
II.L.1	L'intelligence collective en essaim	451
II.L.2	L'intelligence collective pyramidale	456
II.L.3	Vers une intelligence collective globale ?	458
Annexes au Chapitre III : De l'anticipation collective		460
Annexe III. A.	Matériel utilisé pour le test	460
Annexe III. B.	Consignes aux participants du test.....	461
Annexe III. C.	Fiche de renseignement.....	463
Annexe III. D.	Données générales concernant les équipes.....	464
Annexe III. E.	Structure du test.....	469
Annexes au Chapitre IV : De la décision collective		470
Annexe IV. A.	Des phases aux intentions de jeu	470
Annexe IV. B.	Codage des séquences d'action.....	475

Annexe IV. C.	Un détour par la théorie des jeux	480
Annexe IV. D.	Matrices de transition pour les matches étudiés.....	483
Annexe IV. E.	Matrices longitudinales du PSG	486
<i>Annexes au Chapitre V : De la coordination collective.....</i>		487
Annexe V. A.	Échantillon de données.....	487
Annexe V. B.	Le coefficient angulaire.....	488
Annexe V. C.	CCI dyadiques	489
Annexe V. D.	CCI selon le poste et la possession du ballon.....	491
Annexe V. E.	Illustration des systèmes de jeu des matches étudiés	492
Annexe V. F.	Données d'accélération	495
<i>Bibliographie des Annexes.....</i>		496

Annexes au Chapitre I : De la connaissance

Annexe I. A. Les réseaux d'interaction motrice

Tableau I.1 Rapports d'interaction motrice selon le nombre de pratiquants

	1 c 1	2 c 2	3 c 3	5 c 5	7 c 7	11 c 11
Interactions positives (Ip) / Joueur	0	1	2	3	6	10
Interactions négatives (In) / Joueur	1	2	3	4	7	11
Ip / In Par joueur	0%	33%	40%	44%	46%	48%

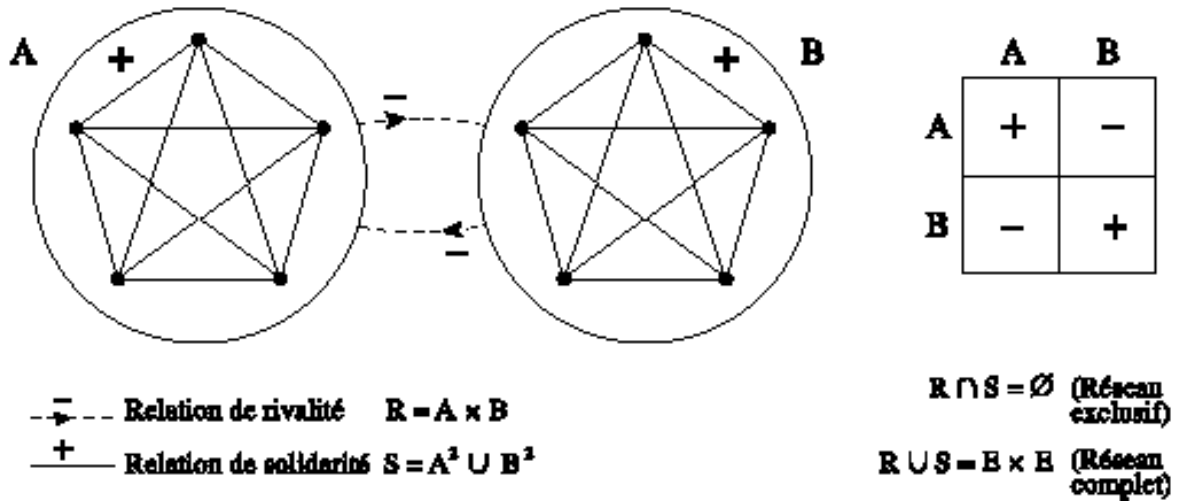


Figure I.1 Réseau des interactions motrices du basketball et matrice associée (Parlebas, 2002, p. 322)

Pour ce type de graphe, les communications verbales ne sont pas retranscrites. Schématiquement, seules les interactions corporelles, c'est-à-dire médiées par le ballon, sont représentées.

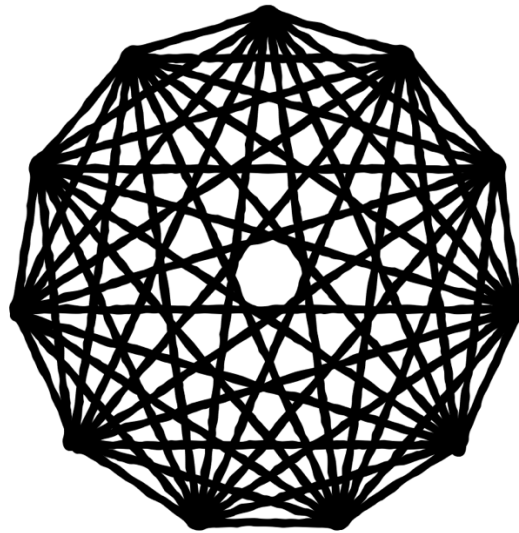


Figure I.2 Complexité de la structure du réseau d'interaction motrice de coopération au football (au sein d'une équipe)

En réalité, pour représenter plus fidèlement le jeu à l'échelle macroscopique, il faudrait superposer deux structures comme celle-ci¹, sans oublier de tracer les interactions d'opposition entre les joueurs des deux équipes. De plus, aucune interaction n'est équivalente dans la pratique. Les « circuits préférentiels » et les « interactions fortes » sur le plan local pondèrent la puissance des relations entre les joueurs. Quand bien même nous réussirions à ajuster l'épaisseur de chaque trait en fonction de la force de l'interaction, une telle représentation resterait illisible.

¹ Puisque le football est un jeu sportif collectif interpénétré, à l'inverse du Volley-ball. A noter que le handball et le rugby par exemple, caractérisés par une « ligne d'opposition », devraient être représentés par une superposition partielle. Cf. la notion d'espace de jeu effectif (Gréhaigne, 1992).

Il semble que nous sommes si accoutumés au jeu et au badinage que nous jouons jusque dans les occupations les plus sérieuses, et quand nous y pensons le moins.

Leibnitz, cité par Duflo, 1997b, p. 5.

L'intérêt pour le concept de jeu n'attendit pas l'avènement de la « science moderne » pour se développer. Remontant au début du XVIII^{ème} siècle, Duflo (1997) reprend les écrits de ses illustres prédécesseurs portant sur le jeu. Il cite notamment Leibnitz (1716), qui distingue alors les jeux qui dépendent des nombres (comme les dés), de la situation (pour exemple les échecs) et du mouvement (citant le billard). Plus proche de nous, Caillois (1958) propose une classification des jeux plus précise. Il en distingue quatre catégories : *Agôn*, *Alea*, *Mimicry* et *Ilinx*. Or ces quatre « rubriques » ne s'excluent pas les unes les autres, elles peuvent coexister dans la plupart des jeux. Elles en sont des combinaisons pondérées, centrées sur une dominante majeure, sans renier la présence de composantes mineures. Et au sein même de chaque catégorie², elles mêlent « les jeux du corps et ceux de l'intelligence, ceux qui reposent sur la force avec ceux qui font appel à l'adresse ou au calcul » (Caillois, 1967, p. 49).

En outre, Caillois distingue deux caractères opposés des jeux, quel qu'en soit le type : *Paidia* et *Ludus*. Ces deux pôles réunis sous l'unique terme « jeu » en français, sont distingués en anglais : *play* et *game*. D'un côté la *Paidia* (le *play*) caractérise le jeu improvisé, libre de contraintes, sans but clairement fixé à l'avance, ni même aucun critère objectif de succès. De l'autre le *Ludus* (le *game*) correspond au jeu prédéfini, normé, encadré par des règles explicites, complètes et strictes, inviolables sous peine de pénalité, voire de mise « hors-jeu ». Au sein de chaque composante de cette typologie, les jeux s'échelonnent selon une gradation progressive : à une extrémité, se tient la pure *Paidia*, à l'image de l'amusement spontané d'un enfant ou d'un jeu de ballon improvisé sur la plage ; à l'autre extrémité, on trouve le pur *Ludus*, à l'instar d'une épreuve sportive olympique ou du jeu d'échecs. La *Paidia* est une façon de jouer librement, personnelle, alors que du côté du *Ludus* tous jouent de la même façon, partageant des règles immuables. Cependant, un même jeu peut tendre vers un pôle ou l'autre selon la forme de pratique³.

² L'auteur ne distingue pas non plus à l'intérieur de chaque catégorie, les jeux d'enfants des jeux d'adultes.

³ C'est ce qui différencie le match officiel de football, de l'affrontement de la cour de récréation ou bien de l'enfant jouant dans la rue avec son ballon.

REPARTITION DES JEUX

	AGON — (compétition)	ALEA — (chance)	MIMICRY — (simulacre)	ILINX — (vertige)
PAIDIA ↑ vacarme agitation fou-rire	courses } luttres } non réglées etc. }	pile ou face comptines	imitations enfantines jeux d'illusion poupée, panoplies masque travesti	manège « tournis » enfantin balançoire valse
cerf-volant solitaire réussites mots croisés	boxe escrime football	billard dames échecs	pari roulette	volador attractions foraines ski alpinisme voltige
LUDUS ↓	compétitions spor- tives en général	loteries simples composées ou à report	théâtre arts du spectacle en général	

N. B. — Dans chaque colonne verticale, les jeux sont classés très approximativement dans un ordre tel que l'élément *paidia* décroisse constamment, tandis que l'élément *ludus* croît constamment.

Figure I.3 Classification des jeux selon Caillois (1967, p. 91)

I.B.1 Les jeux de compétition : Agôn

Pour Huizinga, à l'origine de toute compétition, « il y a le jeu, c'est-à-dire un accord tendant à réaliser, dans un temps et un espace déterminés, suivant certaines règles et dans une forme donnée, quelque chose qui mette fin à une tension et qui soit étranger au cours ordinaire de la vie » (1988, p. 152). Quant à Caillois, il considère le jeu de compétition⁴ comme « un combat où l'égalité des chances est artificiellement créée pour que les antagonistes s'affrontent dans des conditions idéales, susceptibles de donner une valeur précise et incontestable au triomphe du vainqueur » (1967, p. 50). C'est la règle des épreuves sportives⁵. Parfois, cette recherche de l'égalité des chances, de l'équité dirons-nous, va jusqu'à imposer un « handicap⁶ » quand un des participants est d'une « classe différente ». Aussi, peut-être est-ce la « forme pure du mérite personnel » (Caillois, 1967, p. 52) qui se manifeste dans l'*agôn* ? C'est pourquoi « aucun événement ne mobilise aussi régulièrement l'attention et la ferveur universelles que les compétitions sportives, ces formes modernes du jeu » (Caillé, 2015, p. 231).

⁴ Il précise également que, si les animaux ne pratiquent évidemment pas de « sport », certains possèdent le goût de s'opposer dans des rencontres aux règles implicitement convenues et spontanément respectées. *In fine* « les hommes n'ajoutent que les raffinements et la précision de la règle » (Caillois, 1967, p. 54).

⁵ Mais également des oppositions « cognitives » que sont les jeux de dames ou les échecs par exemple.

⁶ C'est le cas au basketball lorsque deux équipes de niveaux sensiblement différents s'affrontent en coupe.

Dans les jeux de chance, où le hasard est prépondérant, le résultat ne dépend pas fondamentalement du joueur⁷. Il s'agit pour Caillois (1967) de gagner sur le destin plutôt que sur un adversaire. Il s'oppose en cela – du moins en partie – au jeu de compétition. Dans ce type de jeu le joueur « est entièrement passif, il n'y déploie pas ses qualités ou ses dispositions, les ressources de son adresse, de ses muscles, de son intelligence » (p. 56). Le sort réservé à ce type de jeu dans la société reste ambigu, tantôt interdit, tantôt strictement limité à un espace contrôlé⁸, conduisant pourtant parfois à l'addiction, mais rarement considéré comme un spectacle :

Dans le pur jeu de hasard, la tension ne se communique que dans une faible mesure au spectateur. [...] Il en va autrement, dès que le jeu de compétition requiert de la dextérité, du savoir-faire, de l'adresse, du courage ou de la force. A mesure que le jeu devient "plus difficile", la tension s'accroît chez les spectateurs (Huizinga, 1988, p. 76).

Cependant, *agôn* et *alea* obéissent tous deux à un même principe : « la création artificielle entre les joueurs des conditions d'égalité pure que la réalité refuse aux hommes » (Caillois, 1967, p. 60).

⁷ Caillois (1967, p. 56) illustre ces jeux par l'exemple des dés, de la roulette, du pile ou face ou encore de la loterie.

⁸ Nous avons affaire à la seule catégorie de jeux pouvant faire l'objet d'une prohibition via le fichier des interdits de jeux.

I.B.3 Les jeux de simulacre : *Mimicry*

Pour Caillois « tout jeu suppose l'acceptation temporaire, sinon d'une illusion (encore que ce dernier mot ne signifie pas autre chose qu'entrée en jeu : *in-lusio*), du moins un univers clos, conventionnel et, à certains égards, fictif » (1967, p. 60). Selon lui, les jeux de simulacre consistent à devenir un personnage illusoire, à jouer un rôle : « Le sujet joue à croire, à se faire croire ou à faire croire aux autres qu'il est un autre que lui-même. Il oublie, déguise, dépouille passagèrement sa personnalité pour en feindre une autre » (p. 61). La représentation théâtrale et l'interprétation, qu'elle soit tragique, dramatique ou comique, en sont les expressions les plus poussées⁹.

Il dresse également le parallèle entre les manifestations sportives et la *mimicry* : « Activité, imagination, interprétation, la *mimicry* ne saurait guère avoir de rapport avec l'*alea*, qui impose au joueur l'immobilité et le frisson de l'attente, mais il n'est pas exclu qu'elle se compose avec l'*agôn* » (Caillois, 1967, p. 65). Ainsi :

La course cycliste, le match de boxe ou de lutte, la partie de football, de tennis ou de polo constituent en soi des spectacles avec costumes, ouverture solennelle, liturgie appropriée, déroulement réglé. En un mot, ce sont des drames dont les différentes péripéties tiennent le public en haleine et aboutissent à un dénouement qui exalte les uns et déçoit les autres. La nature de ces spectacles demeure celle d'un *agôn*, mais ils apparaissent avec les caractères extérieurs d'une représentation (p. 65).

I.B.4 Les jeux de vertige : *Ilinx*

Enfin une « dernière espèce de jeux rassemble ceux qui reposent sur la poursuite du vertige et consistent en une tentative de détruire pour un instant la stabilité de la perception et d'infliger à la conscience lucide une sorte de panique voluptueuse » (Caillois, 1967, p. 67). Ces sensations de vertige¹⁰ sont provoquées par de multiples causes, en premier lieu physiques :

La voltige, la chute ou la projection dans l'espace, la rotation rapide, la glissade, la vitesse [...]. Parallèlement, il existe un vertige d'ordre moral, un emportement qui saisit soudain l'individu. Ce vertige s'apparie volontiers avec le goût normalement réprimé du désordre (1967, p. 69-70).

Caillois précise que l'*ilinx* se retrouve également dans d'autres sortes de jeux, notamment l'*agôn*. « L'essentiel ici réside dans la poursuite de ce désarroi spécifique, de cette panique momentanée que définit le terme de vertige et des indubitables caractères de jeu qui s'y trouvent associés » (1967, p. 74).

⁹ Caillois dépeint également les comportements de mimétisme des insectes ou de parade des oiseaux comme des manifestations de *mimicry* (1967, p. 62-63).

¹⁰ Là encore, Caillois égrène de multiples exemples issus du monde animal (1967, p. 71-72).

I.B.5 Les jeux sportifs

« Le sport et les jeux méritent-ils une étude qui leur soit propre ? » (Parlebas, 2002, p. 314). La question que pose Pierre Parlebas mérite d'être débattue. *A fortiori* puisque le champ du sport apparaît le plus souvent comme « un simple champ d'application de conceptions extérieures » (p. 315). Pourtant certaines thèses défendent l'idée selon laquelle « le sport reflète un trait de la nature humaine, celui d'une capacité à coopérer d'une manière nouvelle » (Louis, 2019, p. 61) et d'ainsi faire l'exercice de vertus, permettant de nous réaliser en tant qu'être humain¹¹.

Suivant une mouvance vertueuse similaire, Sarremejane définit le sport comme « une joute pacifique fortement ritualisée mue par un idéal moral et qui a pour vocation le divertissement social » (2016, p. 10). Il précise que cette « rivalité contrôlée » se déploie au sein d'une « pratique réglementée, organisée (championnats), rétribuée, mobilisant des techniques du corps en vue de la victoire sur autrui dans le cadre général d'un spectacle public » (p. 10). Pour Terret, au sens restreint¹² « le sport désigne l'ensemble des pratiques physiques, codifiées, institutionnalisées, réalisées en vue d'une performance ou d'une compétition et organisées pour garantir l'égalité des conditions de réalisation » (2019, p. 9). Les contours de ce phénomène commencent à se dessiner. De plus, Sarremejane souligne que le sport moderne occupe une place considérable dans nos sociétés.

En effet, l'Homme est un « animal sportif » (Douçot, 2008, p. 258) et il a fait des jeux sportifs un pan à part de la Culture moderne. Justement, la notion de modernité intervient lorsque l'on s'intéresse à ces pratiques « sportives ». Elles ne sont pour la plupart pas créées *ex nihilo* par la société post-industrielle, mais sont bien le fruit d'une évolution de civilisation (Elias & Dunning, 1994), s'inspirant de pratiques ancestrales. Ainsi, les premiers sports modernes ont-ils été promus au XIX^{ème} siècle pour rétablir l'ordre dans les collèges et universités britanniques (Ehrenberg, 1991). L'enjeu *princeps* repose sur l'éducation de l'élite à l'autonomie, la discipline, la maîtrise de soi et le respect des autres.

¹¹ Pour Aimé Jacquet, sélectionneur de l'équipe de France de football championne du monde en 1998, « le sport est école de vie ».

¹² Reprenant pour partie les sept critères du « sport moderne » définis par Allen Guttmann (1978) : sécularisation, égalité (opportunité de s'opposer dans les conditions de la compétition), spécialisation des rôles, rationalisation (par exemple celle des formes d'entraînement, des équipements et des techniques), bureaucratie (au niveau des structures locales, des fédérations nationales et des grandes organisations sportives internationales), quantification et quête du record (cités par Terret, 2019, p. 8-9).

Depuis, le sport a bien évolué, il s'est démocratisé, universalisé et individualisé. Il est aujourd'hui, d'abord un vecteur d'expression corporelle, mais également une recherche d'esthétique, et enfin une parenthèse intellectuelle voire émotionnelle¹³. Bernard Jeu voit dans la structure du sport « tout un héritage d'expérience accumulée, ramassée, codifiée, stylisée des schémas de conduite, des comportements quasi instinctifs aux significations obscures, l'action persistante, insistante, et surtout motivante d'une affectivité ressentie dans la participation à une sorte d'inconscient collectif » (1977, p. 10).

Aussi, cette dimension anthropologique conduit à une évolution constante des représentations du sport. En effet il « émerge à partir d'autres activités humaines comme la chasse, la guerre, le jeu, la locomotion, l'utilisation d'outils... Or nous ne verrons apparaître la nature du sport qu'en nous débarrassant de ce qui le travestit » (Louis, 2019, p. 62). Dès lors, l'évocation du terme « sport », revêt une signification large, et fait appel à des représentations multiples qui peuvent se confondre avec de très nombreuses formes de pratiques. Il nous faut admettre que :

Le concept « sport » pose un problème difficile, d'autant plus difficile que le terme est couramment employé et que sa signification paraît limpide. En réalité, voilà un cas exemplaire d'une pseudo-limpidité cachant une incroyable confusion, elle-même révélatrice de l'imbroglio sémantique qui envahit en permanence le champ des pratiques motrices. Le terme « sport » est en effet utilisé pour qualifier des situations extraordinairement hétéroclites : une partie d'échecs, un débat animé, un trottinement dans un sous-bois, un peu de bêchage dans son jardin, quelques brasses au bord d'une plage, un match de football, une finale olympique. C'est peu de dire que le terme sport est polysémique : il devient pansémique. Mais, s'appliquant à tout, il perd toute valeur distinctive et ne signifie plus rien. Son sens s'est délité dans l'abus de la métaphore (Parlebas, 1999, p. 333-334).

Afin d'éclaircir ce « brouillard sémantique », Parlebas énonce une définition pragmatique, à la fois concise et complète du sport comme : « ensemble des situations motrices codifiées sous forme de compétition et institutionnalisées » (1999, p. 333). Trois caractéristiques permettent alors de différencier le sport des autres pratiques. Ainsi, les « rites », les « jeux sportifs traditionnels » et les « jeux de sociétés », n'entrent pas dans le périmètre du sport, car ces pratiques ne regroupent que deux critères sur trois.

¹³ Louis (2019) caractérise l'action sportive au filtre de deux dimensions essentielles : interpersonnelle (la relation conjointe entre au moins deux adversaires) et intrapersonnelle (la relation émotionnelle qui nous lie à l'action, véhiculée par notre engagement, par la victoire ou la défaite). Ces dernières sont également présentes dans la conception du sport de Bernard Jeu voyant dans ce phénomène une « création collective, instinctive, continue, dynamique grandiose de l'imaginaire, le sport traverse avec assurance l'histoire des peuples et n'a pas été inventé, au cours des âges, sur décision des princes ou recommandation des philosophes. Il est vivant, populaire, spontané. Il est émotion » (1977, p. 9).

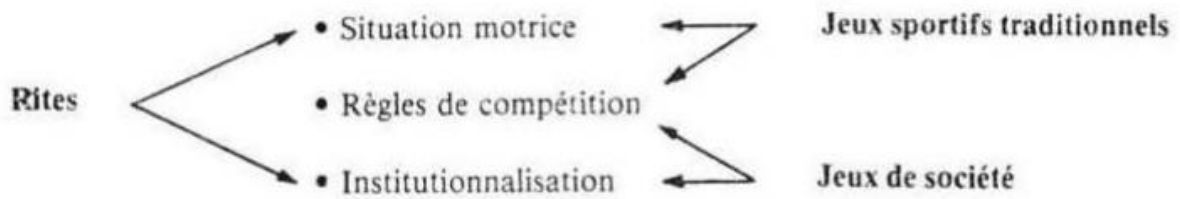


Figure I.4 Combinaisons deux à deux des traits définitoires du sport (Parlebas, 1999, p. 340)

Il est clair que « jeux » et « sports » partageant un espace d'intersection, constitué par les activités que l'on nomme « jeux sportifs ». Et, à l'intérieur même de ces jeux sportifs, existe la catégorie des « jeux sportifs collectifs » (JSC) dans laquelle s'inscrit le football. Sans pour autant être exhaustif, le schéma ci-dessous nous permet de visualiser l'espace d'intersection entre « jeux » et « sports », dont découle des pratiques bigarrées.

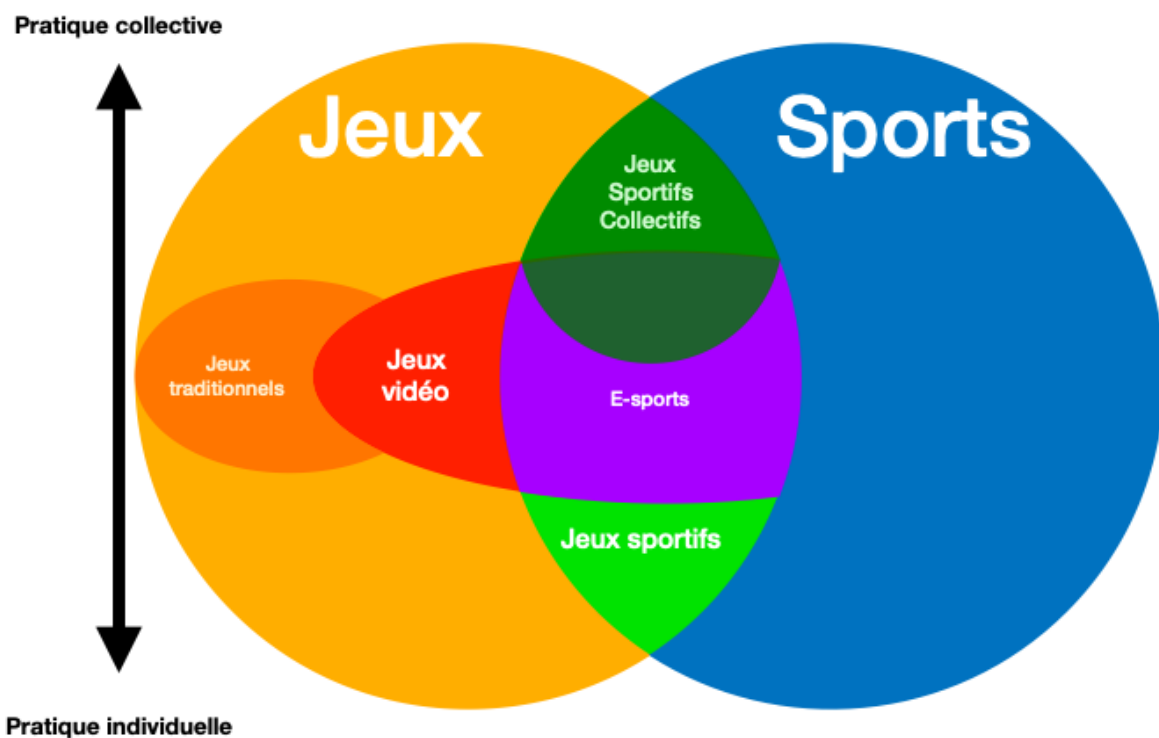


Figure I.5 Un espace d'intersection entre Jeux et Sports

Mais le jeu précède-t-il le sport ? Pour Huizinga l'émergence de l'entité *Sport* se produit dans le sens d'une conception de plus en plus sérieuse du jeu. En outre, la frontière entre « Jeux » et « Sports » est à la fois poreuse et labile, du fait même d'une étymologie ambiguë :

L'origine du mot se trouve dans le vieux français « desport » qui signifie amusement, divertissement. Il est associé au plaisir physique ou au plaisir de l'esprit. Il peut alors aisément recouvrir la catégorie sémantique du mot « jeu » (Sarremejane, 2016, p. 9).

Or, avec l'essor du phénomène sportif, les jeux ont atteint une nouvelle dimension, une place à part dans notre Culture. Aujourd'hui « on ne construit plus les Pyramides. On installe à Montréal, Moscou, Séoul et Barcelone, les plus puissants émetteurs d'images que l'espèce humaine ait jamais connus et souhaités [les stades] » (Cotta, 1993, p. 113). Aussi, « quelle représentation eut jamais pareille audience¹⁴ ? Et quelle autre pensée peut prétendre désormais à une telle universalité ? » (p. 114).

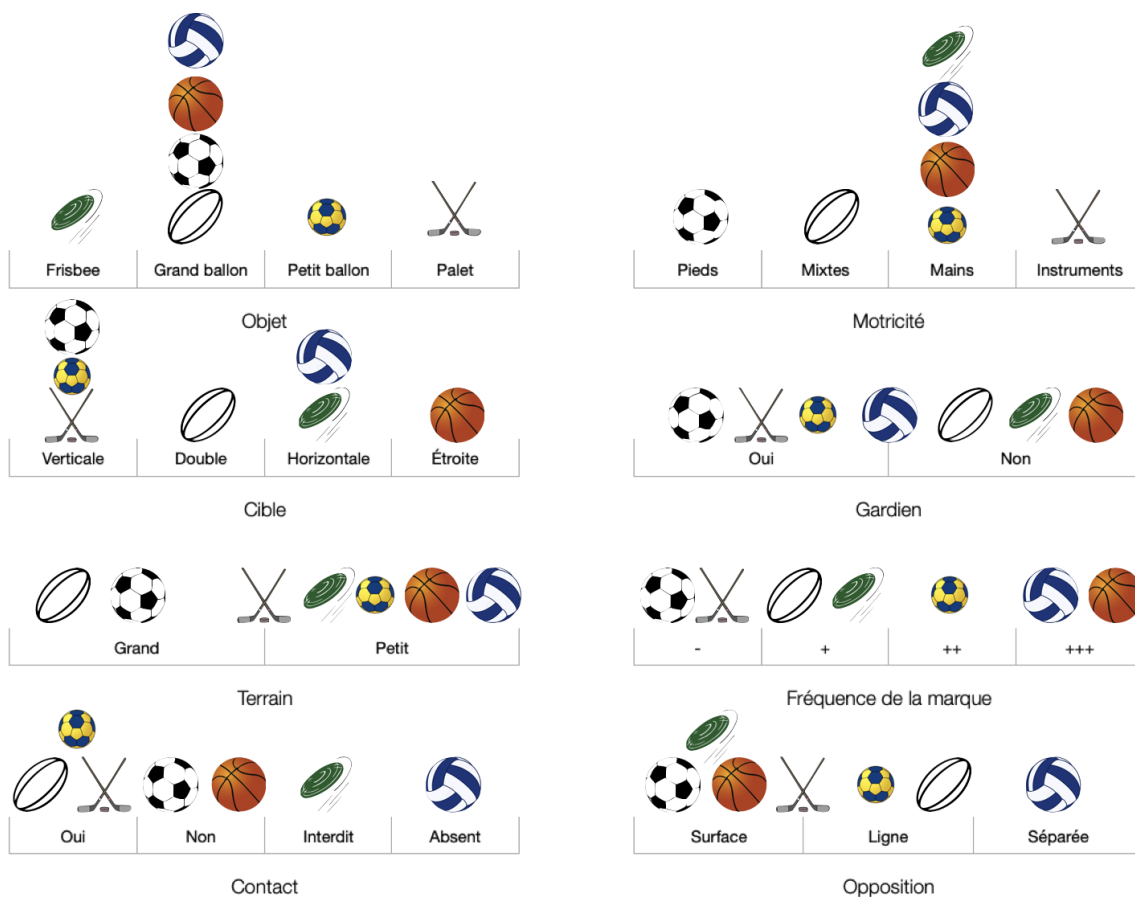


Figure I.6 Différenciation des principaux jeux sportifs collectifs

¹⁴ Quelques 3,572 milliards de personnes ont suivi la [Coupe du Monde de la FIFA 2018™](#) se tenant en Russie, dont 1,12 milliard de téléspectateurs à travers le monde pour la finale. En ce qui concerne les [Jeux Olympiques de Tokyo 2020](#), un total de 3,05 milliards de téléspectateurs était recensé par le Comité International Olympique.

Avant de prendre la forme actuelle que nous lui connaissons, le football a eu de nombreux ancêtres. Parmi eux, nous trouvons les traces de pratiques apparentées en Grèce antique : *l'episkyros*, et d'un jeu similaire appelé *phaininda*, plus tard adopté par les Romains qui le renommèrent et le transformèrent en *harpastum*. En parallèle, nous retrouvons une des plus anciennes formes répertoriées du jeu de football 300 ans avant J-C en Chine. Le jeu, alors nommé « Tsu Chu », consistait à envoyer une balle remplie de plumes et de poils dans un petit filet monté sur des tiges de bambou. Les participants étaient autorisés à utiliser le pied, la poitrine, les épaules et le dos. L'utilisation des mains était interdite. Plus proche de notre époque, le moyen-âge a vu la popularité d'un parent du football et du rugby : la soule. Ce jeu traditionnel est mentionné pour la première fois vers 1174 en France. Il oppose généralement des villages voisins dans des affrontements violents. En Italie, la renaissance connaît elle aussi une pratique semblable : le calcio florentin. Toutefois, l'émergence officielle du football proche de celui pratiqué aujourd'hui se produit au milieu du XIX^{ème} siècle en Angleterre.

Tableau I.2 L'histoire du football en quelques dates

1848, Octobre	Un groupe d'étudiants de l'Université de Cambridge rédige un ensemble de 11 règles. Clouées aux arbres entourant Parker's Piece, c'est la première fois que la pratique du football est formalisée par des lois, connues sous le nom de « <i>Cambridge Rules</i> ». Elles permirent de résoudre le problème des rencontres inter-établissements.
1857, 24 octobre	Création du premier club civil, le <i>Sheffield football-club</i> .
1863, 26 octobre	Fondation de la « <i>Football Association</i> » par sept clubs civils à la <i>Freemason's Tavern</i> de Londres. Les « <i>laws of the game</i> » devinrent obligatoires pour tout club voulant y adhérer. La rupture définitive avec le rugby intervint le 8 décembre 1863 lorsque le club de <i>Blackheath</i> – partisan du jeu à la main – quitte la <i>Football Association</i> .
1871	Création de la coupe d'Angleterre, la FA Cup, le football s'organise sur le territoire national.

1872, 30 novembre	La première rencontre internationale de football a lieu en 1872 entre l'Angleterre et l'Ecosse.
1882	Fondation de l' <i>International Board</i> de football, gardienne des lois du jeu, toujours en activité.
1885	Le football devient un sport professionnel en Angleterre.
1904, 21 mai	Fondation de la FIFA par sept nations Européennes à Paris.
1930, 30 juillet	Finale de la première édition de la Coupe du Monde de Football en Uruguay, opposant l'équipe à domicile et victorieuse (Uruguay) à l'Argentine.
1937, 16 septembre	Première retransmission d'un match de football à la télévision : la BBC diffuse un match d'entraînement de l'équipe d'Arsenal (face à son équipe de remplaçants).
1944	Création de la Ligue de Football Professionnel (LFP) en France.
1956, 13 juin	Finale de la première édition de la Coupe des Clubs Champions Européens (l'ancêtre de la Ligues des Champions) au Parc des Princes (Paris), opposant le Réal Madrid (vainqueur) au Stade de Reims.
1956	Création du trophée du Ballon d'Or par le magazine France Football. Considéré comme la récompense individuelle la plus prestigieuse du monde du football, il récompense dans un premier temps le meilleur joueur européen évoluant en Europe, avant de s'ouvrir à toutes les nationalités en 1995.
1960, 10 juillet	Finale de la première édition de la Coupe d'Europe des nations (renommée Championnat d'Europe des nations en 1968) organisée par l'UEFA, remportée par l'URSS qui bat la Yougoslavie 2-1 après prolongation à Paris.

Le football est une activité sportive, donc compétitive, qui induit la production d'une performance. « Définie en termes de productions ponctuelles, répétées et quantifiables, la performance est le résultat actuel, concret, objectif et évaluable du processus de réussite géré par l'individu dans un environnement particulier » (Missoum, 1998, p. 243). Comme le précise Famose (1993) la notion de performance ne peut être appréhendée si elle n'est pas située à l'intérieur de la séquence d'événements¹⁵ : *tâche - activité - résultat*. Cette « conception psychologique de la performance s'inscrit fondamentalement dans une perspective systémique, interactionniste et situationnelle qui privilégie l'interaction entre les différents éléments du système ainsi que l'influence de l'environnement sportif et des situations qu'il génère » (Missoum, 1998, p. 243). Au sein de l'activité football, le joueur est appelé à produire des performances cognitives, motrices et sportives¹⁶ dans des situations de fortes pressions spatiotemporelles où règnent les incertitudes. Par ailleurs, dans une approche globale de la performance sportive, Weineck (1983) identifie quatre pôles regroupant les différents facteurs de la performance :

- Les capacités physiques : notamment l'endurance, la force, la vitesse, la souplesse, etc.
- La personnalité : aptitudes intellectuelles, qualités morales et psychiques.
- Les facteurs constitutionnels : la morphologie, la santé et l'environnement.
- Les capacités et habiletés technico-tactiques : propres à chaque sport.

Gréhaigne conforte cette catégorisation en affirmant que le joueur de football est le produit d'une « relation dialectique entre le poste qu'il occupe, ses qualités physiques, ses ressources motivationnelles, ses connaissances, etc. » (2015, p. 103). Lesdites connaissances portent à la fois sur le jeu et sa logique interne, de façon globale, sur ses partenaires, sur ses adversaires, et sur lui-même – c'est-à-dire des métaconnaissances (Flavell, 1979; Romainville et al., 1995). Sur le plan théorique, les « connaissances renvoient aux savoirs engrangés par l'expérience, qui s'accumulent au cours du développement » et ces « savoirs acquis sur l'action peuvent être catégorisés en savoirs procéduraux, déclaratifs et affectifs » (Delignières, 2017, p. 97).

¹⁵ « La *tâche* peut être définie comme tout ce que l'individu cherche à faire, *l'activité* comme tout ce que le sujet met en œuvre pour accomplir la tâche et *le résultat* comme le produit de l'activité » (Famose, 1993, p. 22).

¹⁶ La performance sportive « est considérée comme une sous-catégorie de la performance motrice. *Elle est une performance motrice réalisée dans une situation objective de compétition* » (Famose, 1993, p. 27).

Il faudrait rajouter les savoirs métacognitifs, portant sur nos propres connaissances et qui entrent dans la catégorie déclarative : « Les connaissances déclaratives concernent notre environnement physique et social, nous-mêmes compris ; les connaissances procédurales concernent les actions ou opérations qu'un individu peut mettre en œuvre pour atteindre ses finalités » (George, 1985, p. 62). Concernant les savoirs procéduraux, ils :

Correspondent aux savoir-faire, c'est-à-dire à ce que nous avons jusqu'à présent dénommé sous le terme d'« habileté ». La base de connaissances procédurales est censée renvoyer à l'ensemble des habiletés automatisées possédées par le sujet pour satisfaire aux exigences des tâches représentatives d'un domaine donné (Delignières, 2017, p. 97).

S'agissant des savoirs déclaratifs, ils « renvoient aux connaissances exprimables sous forme de discours ou tout autre langage symbolique. Il s'agit d'informations factuelles stockées en mémoire, qui peuvent influencer le développement et l'exécution de l'habileté » (2017, p. 98).

Enfin, les savoirs affectifs correspondent aux :

Sentiments que les sujets stockent à propos d'eux-mêmes dans diverses situations. Les expériences positives, dans les situations d'accomplissement, génèrent des sentiments de compétence et de confiance en soi qui vont entretenir la motivation d'accomplissement, et structurer à plus long terme les concepts de soi » (Delignières, 2017, p. 98).

Ces savoirs se déploient à tous les niveaux de complexité auxquels le joueur est confronté. En outre, Gréhaigne (1989) identifie dans toutes les situations de jeu, trois niveaux d'affrontement, révélateurs de l'imbrication de différents systèmes. Pour évoluer au sein du jeu et s'adapter aux différentes situations, le joueur doit ainsi opérer un travail d'analyse du jeu à plusieurs échelles¹⁷, et ce simultanément :

- Sur le plan microscopique : niveau d'organisation « 1 contre 1 »
- Sur le plan mésoscopique : niveau d'organisation « partiel » opposant des sous-groupes à l'échelle locale
- Sur le plan macroscopique : niveau d'organisation « match » concernant de la totalité des deux équipes.

Par ailleurs, faisant écho aux différents facteurs de la performance évoqués en amont, la Direction Technique Nationale (DTN) dans son *livret interactif du football d'excellence* (Fédération Française de Football, 2017), dénombre quatre ensembles de compétences à développer chez les joueurs : tactiques, techniques, athlétiques et mentales.

¹⁷ L'emboîtement des différentes « strates » du jeu engendre la complexité à laquelle tous les joueurs sont confrontés.

La technique¹⁸ représente « l'art de maîtriser et d'utiliser le ballon » (Fédération Française de Football, 2017, p. 7) au service du jeu. Cependant, la distinction habituellement réalisée entre la technique et la tactique ne nous paraît pas opérationnelle. Nous pouvons considérer toute technique (footballistique) comme la réalisation efficace d'une tactique individuelle. A ce propos, Gréhaigne définit la tactique individuelle comme « *l'ensemble des actions individuelles utilisées consciemment par un joueur dans ses interactions avec ses partenaires et ses adversaires tant en attaque qu'en défense* » (1992, p. 133). D'ailleurs :

Un bon joueur de football est avant tout un joueur capable d'être à la bonne place, au bon moment et de sélectionner la technique adéquate par rapport à la réponse induite par la configuration du jeu. Ainsi, les habiletés sont toujours en relation avec des appréciations et des choix (Gréhaigne, 1992, p. 133).

Ces configurations du jeu peuvent être plutôt favorables à l'attaque, à la défense, ou équilibrées. L'analyse de ces configurations, et de la « balance » du rapport de force, influe non seulement sur les actions individuelles mais également sur le type d'organisation collective de l'attaque et de la défense.

Les rapports d'opposition sont	Organisation de l'attaque	Organisation de la défense
Favorables à l'attaque	Contre-attaque, attaque rapide - aller vite, jeu direct - conserver son avance sur le remplacement défensif	Défense à la poursuite - retarder l'action offensive - protéger l'accès au but -reconstruire un barrage
Equilibrés et en devenir	Attaque placée - créer le surnombre - jouer en mouvement - créer de l'incertitude	Défense en barrage - rester devant le porteur - créer une zone temporaire côté ballon
Favorables à la défense	Attaque placée - conserver le ballon et progresser - contourner, prendre à revers	Défense en barrage - récupération organisée du ballon - conserver la stabilité

Figure I.7 Les différents états des rapports d'opposition (Gréhaigne, 2018b, p. 107)

¹⁸ Pour Menaut le terme « *Techne* » doit retrouver son sens original « *Tekton* » qui signifie le « Charpentier » c'est-à-dire « celui qui construit, qui fabrique non pas en série mais à la pièce, qui engendre toujours un original » (1991, p. 62).

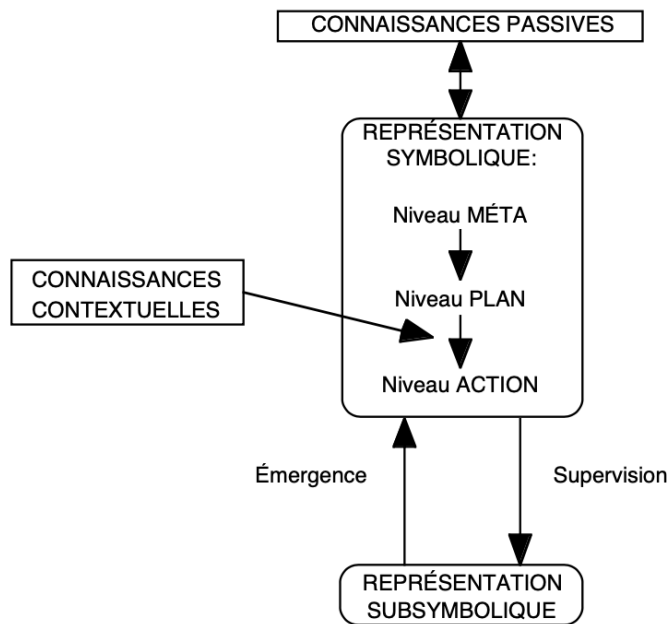


Figure I.8 Les constituants du référentiel commun (Hoc, 2003, p. 164)

Une structure de connaissances et de représentations pour la coopération

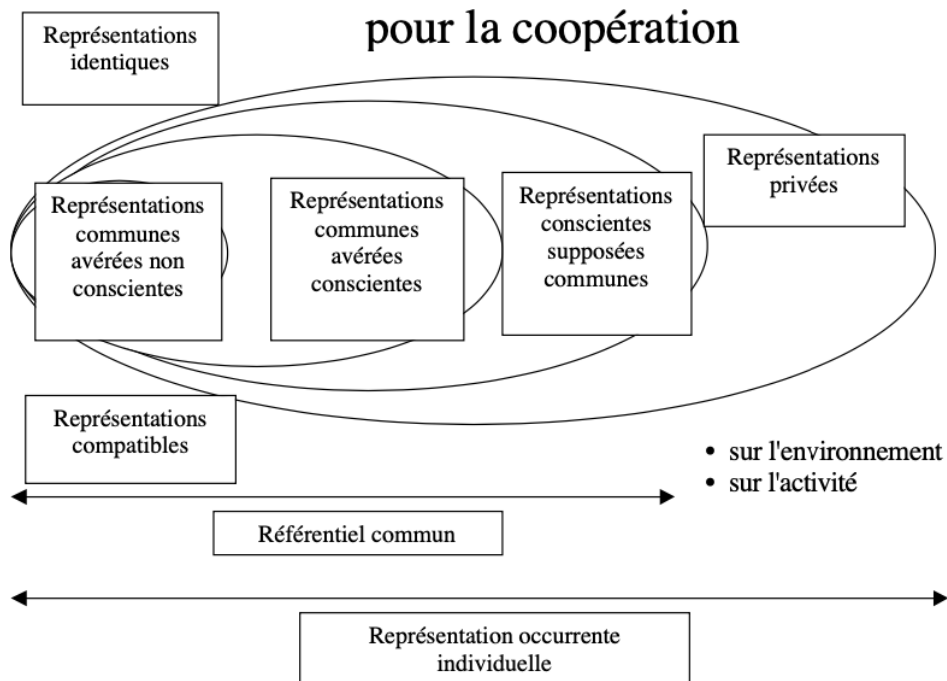


Figure I.9 Référentiel commun intégré aux représentations d'un agent particulier (Hoc, 2003, p. 158)

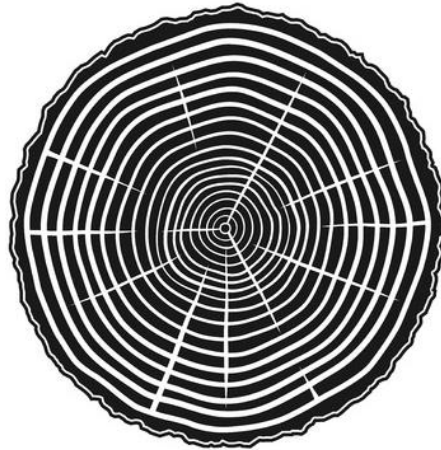


Figure I.10 Anneaux de croissances d'un arbre (section transversale)

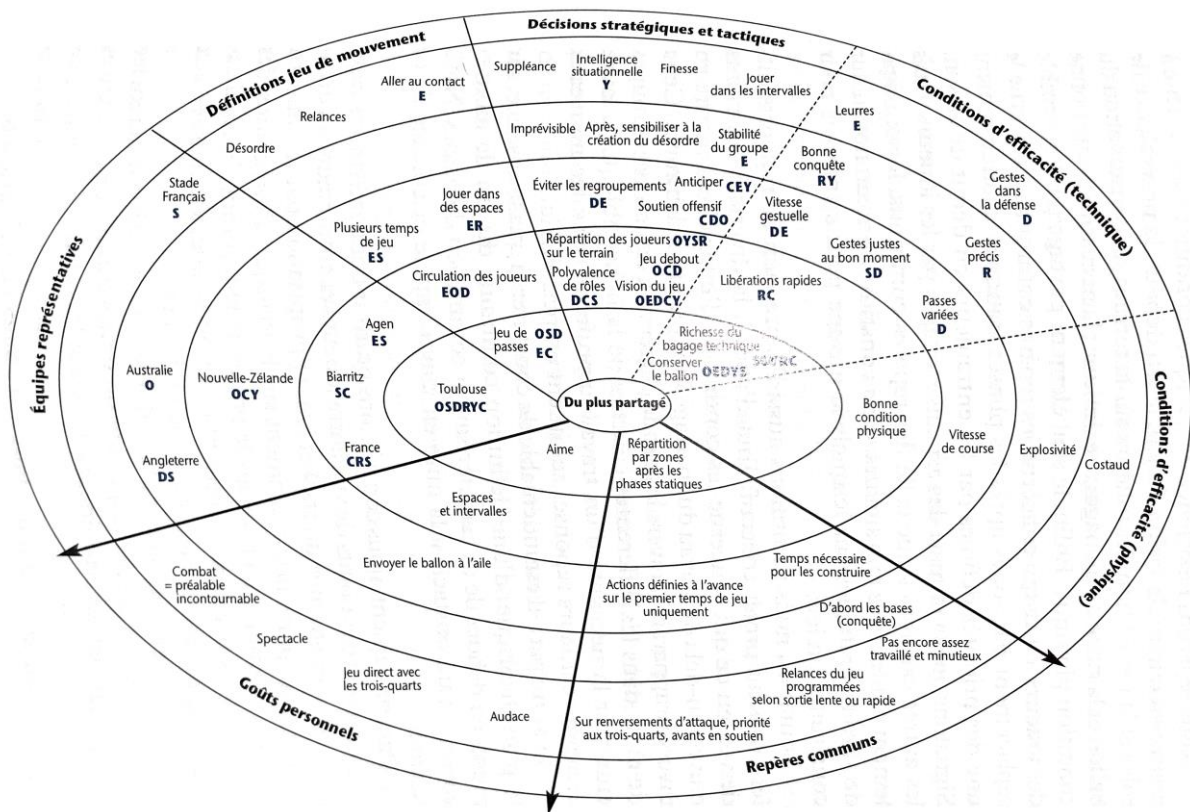


Figure I.11 Synthèse des conceptions des joueurs sur le jeu en mouvement (Mouchet, 2010, p. 75)

Dans le contexte de la performance de l'équipe, la coordination consiste à gérer les interactions entre les agents et leurs activités. En d'autres termes, il s'agit d'ordonner les interdépendances. Dans les environnements dynamiques, les équipes doivent coordonner leurs processus de manière adaptative (Burke et al., 2006). Elles doivent adapter la façon dont elles organisent les interactions à mesure que les exigences de la situation évoluent.

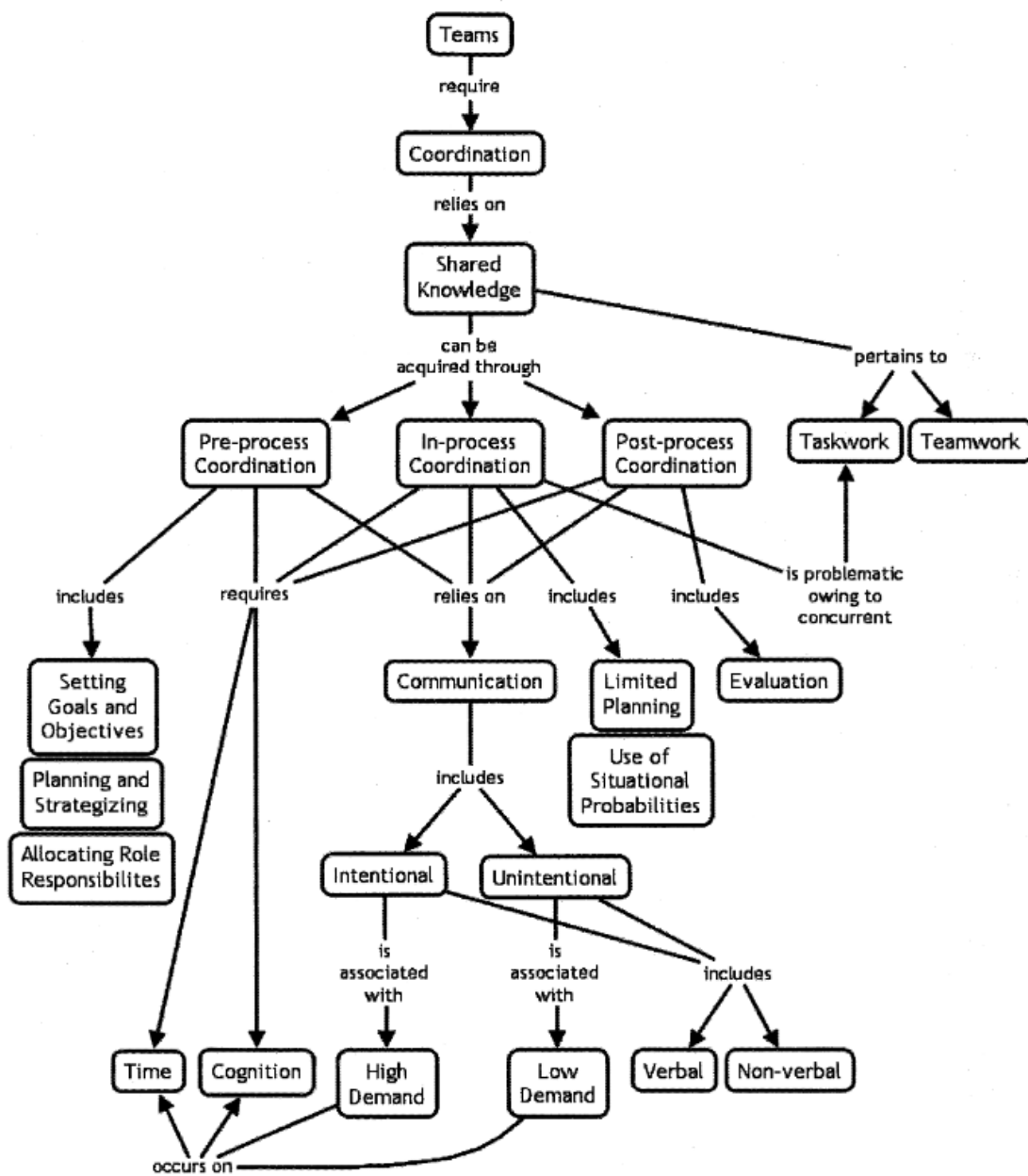


Figure I.12 Cadre conceptuel de la coordination dans les équipes (Eccles & Tenenbaum, 2004, p. 546)

Parmi les processus comportementaux clés qui permettent la coordination adaptative, la communication semble jouer un rôle déterminant. Comme le souligne Bockaert, « *Homo sapiens* est doté de remarquables capacités biologiques de communication, grâce à un cerveau capable de penser l'autre, lui permettant une communication sociale d'une extrême richesse et finesse » (2017, p. 11). Si les langages complexes – en particulier les langages articulés¹⁹ – permettent de planifier des actions collectives et de coopérer, les systèmes biologiques de communication ont été mis en place dès l'origine de la vie²⁰, puis se sont diversifiés et complexifiés (Bockaert, 2017). La notion de *communication* s'envisage donc au-delà de l'usage d'une langue et des « alphabets » pour intégrer la transmission – volontaire ou non – de signes entre les agents. La communication repose alors sur la transmission, la réception et *in fine* la compréhension de signes (Gréhaigne, 2011), qui peuvent être non verbaux, informels et partiellement masqués. « C'est bien là ce qui rend difficile l'étude de la coopération chez des experts, soumis à de fortes contraintes temporelles » (Hoc, 2003, p. 152). Dans ces conditions, elle permet aux membres de l'équipe d'avoir une compréhension claire et partagée :

- De la situation à laquelle ils s'adaptent
- Des caractéristiques de l'équipe
- Des objectifs de l'équipe dans la situation actuelle

Ainsi, le type de coordination dans lequel l'équipe s'engage peut être considéré comme une réponse adaptative. Plus précisément, la capacité à passer d'une modalité de coordination explicite à une modalité de coordination implicite est une caractéristique des équipes expertes (Eccles & Tenenbaum, 2004; Salas et al., 2008). Ces dernières sont capables de passer à des stratégies de communication implicites lorsque la situation l'exige, notamment sous forte contrainte temporelle ou si des difficultés de communication surviennent. De cette manière, les équipes sont en mesure de réduire la « surcharge de communication », c'est-à-dire la charge de travail associée aux processus de communication explicite. Ce type de coordination explicite repose essentiellement sur la communication verbale (Eccles & Tran, 2012; Rosen et al., 2008).

¹⁹ Bockaert précise qu'au sein du règne animal, la communication interindividuelle est en grande partie chimique (via les phéromones par exemple). Le langage verbal articulé représente une infime partie des modes de communication, *a fortiori* si l'on prend en compte l'ensemble du vivant, notamment la communication du monde végétal (Mancuso & Viola, 2019; Wohlleben, 2017).

²⁰ La communication « entre bactéries pour produire une variété de comportements est souvent prise comme un exemple de comportement social » (Bockaert, 2017, p. 24). Elles sont capables de mettre en place des stratégies complexes, notamment basées sur le système de détection du quorum.

Les membres de l'équipe organisent leurs comportements à partir des informations/instructions reçues en temps réel, ou prescrites en amont. *A contrario*, lors de la coordination implicite, les individus s'appuient principalement sur des *modèles mentaux partagés* (Cannon-Bowers et al., 1993), pour anticiper l'évolution de la situation.

Dans les jeux sportifs collectifs, le joueur peut donc s'appuyer sur une communication verbale (explicite) ou non verbale (implicite), censée être commune. En particulier, les travaux réalisés « montrent l'importance des processus d'ajustements non verbaux, notamment dans des situations où les possibilités de communications verbales sont limitées » (Kermarrec & Bossard, 2017, p. 9). Concernant la communication non verbale, par essence praxique, le joueur peut utiliser des gestes, mimiques, postures pour « transmettre une intention ou un sentiment, une demande ou une consigne. Le débutant en abuse : il réclame le ballon en agitant les bras, il indique impérativement de la main à son partenaire le déplacement souhaitable » (Parlebas, 1999, p. 307). Or :

Au fur et à mesure que l'apprentissage progresse, le joueur délaisse ces messages, plaqués sur l'action dont ils ne font pas réellement partie, et qui dévoilent leurs projets à l'adversaire, au profit d'un code praxémique hautement original dont on n'a pas rencontré d'équivalent, semble-t-il, dans d'autres domaines sémiotiques (Parlebas, 1999, p. 307-308).

Ainsi pour jouer ensemble, il est nécessaire de construire un « sens partagé » permettant de « lire le jeu » collectivement (Gréhaigne, 2011). Cette lecture « résulte de la construction de codes communs, ou d'expériences communes antérieures qui se sont cristallisées dans des modèles mentaux partagés » (Sève et al., 2009, p. 7). Autrement dit, il faut opérer une interprétation sémiotrice de la situation, des multiples interactions et communications propres au jeu, en bref du « code secret » du football » (Obœuf et al., 2009).

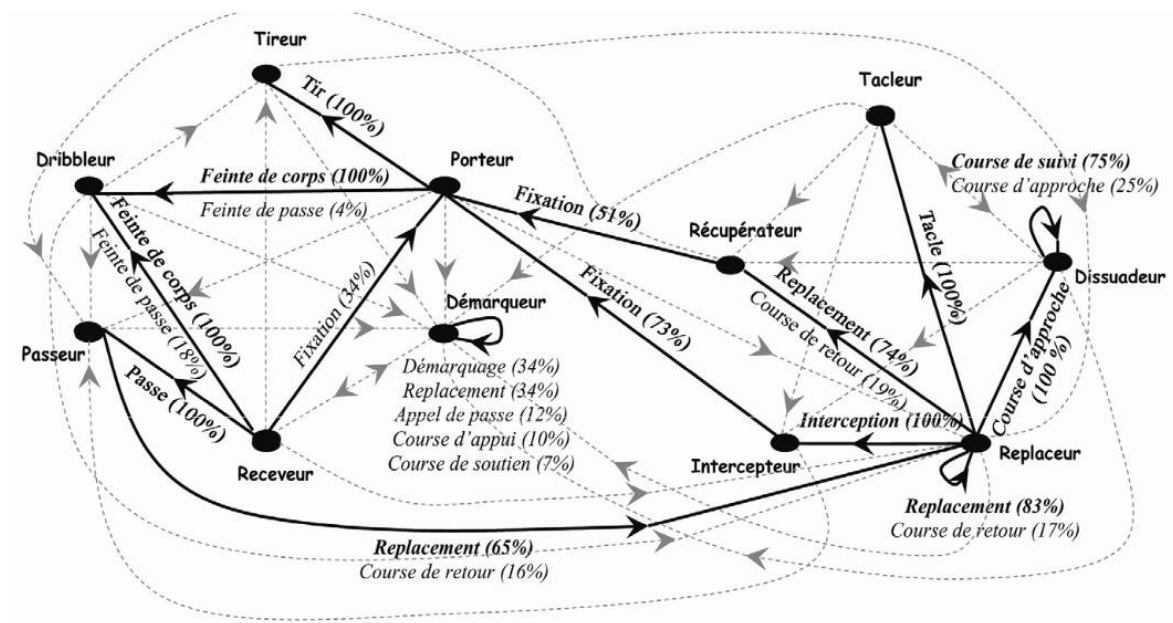


Figure I.13 Mise en correspondance du réseau des sous-rôles sociomoteurs avec les communications pratiques correspondantes (Obœuf et al., 2009, p. 259)

Cette modélisation du réseau des communications pratiques (Figure ci-dessus), bien que pertinente, reste théorique. En cours de jeu et sous forte pression temporelle, le joueur ne mobilise pas consciemment cet arrière-plan. Il se place constamment dans un intervalle herméneutique²¹, entre le « code secret » du jeu et sa propre interprétation de la situation. Approchant la notion d'intervalle comme un « espace sémantique » à déchiffrer, Menaut avance que :

Tout se passe comme si d'une part l'instabilité, la labilité du système sémique (de « signes ») utilisé, imposait aux joueurs la continuelle re-création d'un code, et comme si, d'autre part, le potentiel de reproduction de ce code particulier à la fois identique et différent reposait sur l'existence d'un code plus élémentaire en tant que structure originelle de toute forme de communication (Menaut, 1991, p. 56).

Dans cette dynamique « d'interactions collectives » et de « mouvements d'ensemble », ce sont des signes contrariés et contradictoires que les joueurs de sports collectifs doivent interpréter : « Il y a constamment communication sur une communication » et « ces métacommunications

²¹ Le terme est utilisé ici pour signifier : l'art d'interpréter et de décoder des signes complexes.

sollicitent des processus socio-cognitifs complexes » (Parlebas, 1999, p. 308). En guise d'illustration :

Le footballeur qui se précipite pour « marquer » de près un attaquant adverse bien placé contribue lui-même à donner un nouveau signifié au comportement de son autre adversaire porteur de la balle. Nous sommes ici en présence d'une sémiotricité au second degré, souvent même au troisième degré, au cours de laquelle chacun anticipe ce que l'autre anticipe de ce qu'un troisième anticipe (Parlebas, 1999, p. 308).

Enfin d'après Hoc, « communiquer, c'est se comprendre mutuellement à un certain niveau. Chacun des interlocuteurs doit donc nécessairement coopérer avec les autres pour se faire comprendre et les comprendre. Mais la communication est aussi au service de la coopération » (2003, p. 152). Ainsi coopération et communication interviennent toujours en circularité, permettant l'émergence d'une conscience collective de la situation.

1.E.2 Conscience collective de la situation (CCS)

La coordination d'équipe est la façon dont une équipe organise ses processus dans le temps. A ce propos, Kermarrec et Bossard (2017) considèrent que la coordination interindividuelle repose essentiellement sur des processus de partage en situation pouvant être considérés comme facteurs importants de la conscience partagée. Cette conscience partagée permet à une équipe d'organiser efficacement ses processus cognitifs et ses comportements, notamment les prises de décision (Endsley, 1995). Elle peut être développée de manière explicite ou implicite. Cependant, étant donné que la coordination implique une interaction avec l'environnement et que les membres de l'équipe interagissent entre eux, les processus cognitifs individuels fournissent des informations importantes à la fois sur l'environnement et sur les membres de l'équipe (Rosen et al., 2008).

Ainsi, avant de se déployer sur le plan collectif, la conscience doit émerger au niveau individuel. Plus exactement, elle émerge d'une coordination infra-individuelle. La conscience est associée au fait de coordonner des informations, de les appréhender en tant que connaissance dans un « espace de travail mental » (Dehaene et al., 2018). Pour Mouchet, toute *cognition* est une « conscience », c'est-à-dire une expérience, qui est « incarnée » donc *énectée* (2016, p. 39). Autrement dit, elle émerge du couplage entre un individu, des expériences et une situation. La conscience de la situation est décrite comme « une structure à trois niveaux : (i) la perception des informations brutes de l'environnement ; (ii) la compréhension de ces informations

(diagnostic au sens strict) ; (iii) sa projection dans le futur (pronostic) » (Hoc, 2003, p. 158). Néanmoins, Gréhaigne (2011) affirme que nous ne disposons pas à chaque instant de tout le contenu de nos connaissances. Le contenu immédiat de notre conscience est bien différent (inférieur) à l'ensemble de nos connaissances. A ce propos, Hoc précise que dans le cas des situations à fortes contraintes temporelles, sous-estimer l'importance des « représentations subsymboliques » (2003, p. 163) serait une grave erreur. Elles sont d'une certaine façon non-consciente, ou plus précisément à une *échelle infra* : subconsciente.

S'il existe divers états sur le continuum inconscience-conscience, il nous est difficile de les identifier précisément. A l'extrémité « faible » du spectre se trouve l'état d'inconscience²², c'est-à-dire la privation de la perception, des sens en général et de tout processus cognitif. A l'opposé se trouve l'état communément nommé « conscience ». Dehaene décrit cet état de la sorte : quand une connaissance est diffusée « à l'échelle de l'organisme tout entier pour influencer n'importe lequel de ses comportements, c'est une information consciente » (2018, p. 49). Or il existe un intervalle mal défini, peu concevable, entre ces deux extrémités. Se pose notamment la question de nos connaissances « non conscientes » mais conscientisables.

Puisque la plupart de nos actions à l'échelle individuelle sont effectuées de manière non consciente, qu'en est-il à l'échelle collective ? Pour Hoc (2003), les représentations subsymboliques sont partagées par le collectif mais il n'a pas conscience qu'elles sont communes. Dehaene confirme ces propos, réservant l'intelligence consciente aux individus :

Quand on observe les ballets extraordinairement bien réglés de certains vols d'oiseaux ou de bancs de poissons qui fonctionnent comme un corps unique, réagissant au quart de seconde, on ne peut imaginer une conscience. Elle ralentirait tout et favoriserait des erreurs individuelles catastrophiques pour le groupe. Comment ces animaux communiquent-ils ? Y a-t-il une intelligence collective ? (Dehaene, 2018, p. 50).

Ces auteurs semblent substituer l'intelligence collective à la conscience collective. La conscience s'approcherait ainsi davantage de l'intelligence intrapersonnelle (H. Gardner, 1996). Les termes *conscience* et *intelligence* ne sont pas associés par hasard. En effet, « la conscience a amélioré l'adaptativité et a permis à ceux qui en bénéficient de créer des solutions nouvelles aux problèmes de la vie et de la survie dans pratiquement n'importe quel environnement concevable » (Damasio, 2010a, p. 76).

²² Selon le Littré : Défaut de conscience, de perception de certains actes.

Par ailleurs, puisque la conscience est « *un état de l'esprit dans lequel intervient une connaissance de notre existence et de celle de ce qui nous entoure* » (Damasio, 2010, p. 193), l'existence de connaissances partagées implique également celle d'une conscience partagée. Convoquer ce concept nécessite néanmoins quelques précautions théoriques. Pour Rosen et al. (2008), les équipes sont conscientes de la manière d'organiser leur comportement si : 1) elles partagent une compréhension de la situation ; et 2) elles sont capables d'interpréter cette situation en fonction des besoins de leurs partenaires. D'après Hoc (2003), contrairement aux représentations subsymboliques, le concept de représentation symbolique est assimilable à celui de *Team Situation Awareness* (Gorman et al., 2006; Salas et al., 1995, 2008). Littéralement il s'agit de la « conscience de la situation par l'équipe ».

Le concept de conscience de la situation (Endsley, 1995) renvoie à la perception et la compréhension (signification) de l'environnement (espace) à un instant t (temps), et intègre des projections sur le devenir de cette situation (anticipation). Cette notion a été élargie à l'activité collective (Gorman, Cooke & Winner, 2006) à l'aide du concept de Conscience Collective de la Situation (Kermarrec & Bossard, 2017, p. 8).

La CCS, que nous assimilons à l'usage du *référentiel commun transitoire*, permet d'anticiper les actions des partenaires, de partager l'interprétation de l'action de l'adversaire, favorisant ainsi la coordination des décisions et des actions individuelles. L'établissement et le maintien d'une conscience partagée sont considérés comme le fondement des organisations adaptatives modernes (Rosen et al., 2008).

D'autre part lorsque l'on concourt à une activité collective, le fait d'interagir, de se coordonner et d'agir sur l'environnement produit de nouvelles informations qui doivent être intégrées dans les consciences individuelles, de façon distribuée. Par conséquent, les opérations de coordination au sein de l'équipe influencent également la conscience collective de la situation. L'action suppose la conscience partagée non seulement d'une communauté de significations mais également de la différence de sens dont chacun investit ces significations. Autrement dit, il faut prendre conscience non seulement de ce qui nous unit en temps qu'équipe, mais aussi de ce qui nous différencie : ce que l'on nomme *divergence cognitive*. Cette capacité est bien développée chez les experts (Hoffman, 1998; Williamson & Cox, 2014), capables d'identifier les convergences et les divergences. Dès lors, l'expertise et l'expérience influencent la conscience individuelle de la situation, fondamentalement située. Par conséquent, pour construire une conscience collective de la situation, il faut tirer profit de deux facteurs : l'engagement dans des *expériences communes* et la *communication*.

Pour Rosen et ses collaborateurs (2008), la performance basée sur les règles (*Rule-based performance*) implique la composition d'une séquence de tâches préalablement connues et leur réalisation dans un environnement familier. Dans le contexte de l'équipe, cela implique de diagnostiquer la situation, de choisir un plan d'action (routinier) et de coordonner l'exécution de l'action. Pour s'adapter, les joueurs doivent développer une compréhension commune du problème (quelle est la cause ?), générer et choisir un plan d'action, une stratégie (quelle procédure parmi un ensemble prédéfini et connu ?), et réaliser puis évaluer le plan d'action adopté (les membres de l'équipe doivent coordonner leurs tâches individuelles d'une manière prédéterminée pour atteindre l'objectif de l'équipe). Il s'agit du type de performance d'équipe généralement étudié dans le cadre de la *Team Cognition*.

A contrario, la performance basée sur la connaissance (*Knowledge-based performance*) est tout à fait différente. Elle implique des situations qui ne sont pas familières, des situations où il n'y a pas de règles préexistantes pour guider l'action. La performance ne consiste donc pas à choisir parmi un ensemble de procédures ou de règles possibles, mais implique la génération ou l'adaptation de règles à des situations nouvelles. C'est l'objet de la *macrocognition* en équipe, qui met l'accent sur l'expertise « hors contexte », c'est-à-dire la capacité à déborder son champ de compétence. Cela se traduit par une capacité à aller au-delà des méthodes et performances usuelles, en générant de nouvelles connaissances et de nouveaux processus de performance²³.

²³ Par exemple une équipe de médecins confrontée à une maladie rare ou inédite, un commandement militaire devant faire face à une crise subite et imprévue.

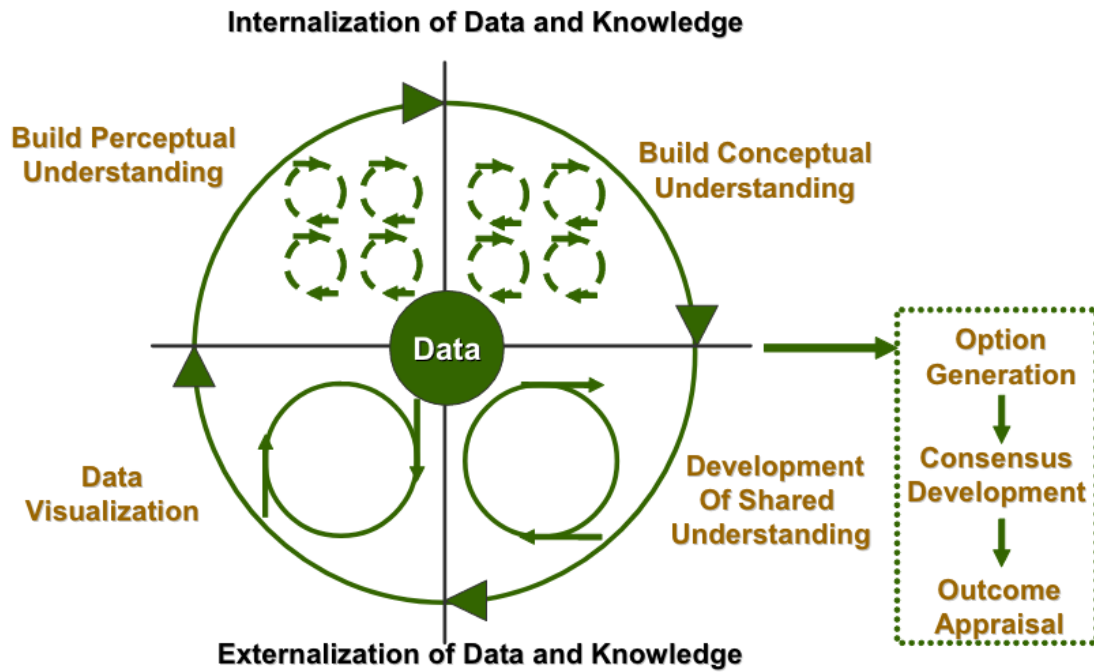


Figure I.14 Aperçu des processus macrocognitifs dans la résolution de problèmes en équipe (Rosen et al., 2008, p. 17)

Perspective	Focale sur	Schématisation
Cognitive	La structure	
Collective	Les produits	
Interactive	Les processus	
Macrocognitive	Le système	

Figure I.15 Schématisation des apports complémentaires offerts par les différentes perspectives de la *Team Cognition*

Annexes au Chapitre II : De l'intelligence

Annexe II. A. La simplicité des systèmes cognitifs

Berthoz (2009) propose que les processus simples, comme les processus cognitifs, reposent sur trois principes : l'inhibition, la spécialisation et l'anticipation. Premièrement, l'inhibition :

Permet la compétition et, donc, la décision, la plasticité, la stabilité. Elle est utilisée dans le cerveau pour accroître la rapidité, pour faire une sélection, un choix dans la complexité des éléments que contient un phénomène, un acte, une situation (Berthoz, 2009, p. 26).

Penser et agir reviennent à inhiber et désinhiber, nous conduisant au principe de la spécialisation et de la sélection. Il traduit le fait que chaque espèce, chaque personne, « agit en fonction de son *Umwelt*, c'est-à-dire qu'elle ne cherche dans le monde que les indices importants pour sa survie » (Berthoz, 2009, p. 27). Dans cette perspective, « un organisme vivant auto-organisateur, autonome, projette sur le monde ses intentions et ses hypothèses » (p. 27). Décider consiste alors à sélectionner les informations. Or décider, c'est aussi anticiper les conséquences de l'action. Ce qui nous amène au troisième principe énoncé par Berthoz : celui de l'anticipation et de la prédiction. Il est fondé sur la mémoire, selon une double dimension, à la fois prospective et rétrospective. Il permet aux systèmes cognitifs d'inscrire :

Le présent dans le flux dynamique d'un univers changeant. Elle [la mémoire] permet de comparer les données des sens avec les conséquences des actions passées et de prédire les conséquences de l'action en cours. Le principe de l'anticipation fondée sur la mémoire implique un fonctionnement probabiliste ; il implique que la simplicité s'accommode de l'incertitude, ce qui n'est pas simple. Il laisse entrevoir la souplesse derrière une architecture ou une forme, un ordre qui laisse à l'imagination la possibilité de variations (Berthoz, 2009, p. 28)

Ainsi, « à partir de mécanismes simples, de modules, ou d'éléments de base, la nature est capable de fabriquer de nombreux systèmes plus complexes simplement par permutations, en variant l'agencement » (p. 81), autrement dit, par simplicité. Les systèmes cognitifs prennent des formes variées, dont la plus « aboutie » est peut-être le cerveau, notamment humain. Pour Berthoz, un des aspects fondamentaux de la simplicité de notre cerveau est son *activité créatrice* : « Celui-ci résout le problème de la complexité du monde extérieur en produisant des perceptions compatibles à la fois à ses intentions pour le futur, sa mémoire du passé et les lois du monde extérieur qu'il a internalisées » (Berthoz, 2009, p. 78).

Pour expliquer la notion d'émergence, Lestienne avance que « certaines propriétés des systèmes complexes peuvent être *expliquées* à partir des propriétés des éléments des échelles inférieures, mais ne peuvent pas être *attribuées* à ces éléments » (2012, p. 91). Citant John Stuart Mill (1843), il illustre le phénomène d'émergence de la sorte :

La combinaison chimique de deux substances produit, comme il est bien connu, une troisième substance avec des propriétés différentes de celles de chacune des deux substances séparément, ou des deux substances prises ensemble. L'exemple de l'eau et de ses qualités émergentes, non prédictives sur la base des propriétés de ses composants, telle sa liquidité, est un des exemples favoris des premiers théoriciens de l'émergence (2012, p. 67).

S'appuyant sur ces propriétés fondamentales, les « émergentistes » pensent non seulement que « le tout est plus que la somme de ses parties, mais aussi que le tout est plus important que les parties, qu'il en conditionne non seulement le comportement, mais même les lois auxquelles ces parties obéissent » (Lestienne, 2012, p. 19). Cependant, le tout est-il véritablement plus que la somme de ses parties (Delahaye, 2017) ? Certains auteurs estiment que « le tout est toujours plus petit que ses parties » (Latour et al., 2013). Et pour Morin :

Le tout est à la fois plus et moins que la somme de ses parties. Plus car des connaissances simples sur les éléments ne permettent pas d'appréhender le tout dans sa complexité. Moins car les propriétés de tous les éléments ne peuvent s'exprimer pleinement en même temps, elles sont inhibées (Morin, 1990, p. 113-114).

Dire que le système est « autre chose » que la somme des éléments qui le constituent nous semble plus pertinent. Cette « autre chose » est la conséquence des deux dimensions constitutives de tout système : d'une part un aspect structurel et d'autre part un aspect fonctionnel. Par ailleurs, Lestienne distingue plusieurs « niveaux » d'émergence parmi lesquels l'émergence *faible* et l'émergence *forte*.

L'émergence faible concerne le comportement global de certains systèmes complexes qui dépend du comportement de leurs parties, mais d'une façon si compliquée qu'une explication causale et réductionniste est hors de notre portée. Elle s'appliquerait lorsque l'on ne sait pas prédire *a priori* le comportement futur du système global mais qu'après coup il se révèle une propriété inattendue, dont on peut éventuellement justifier l'apparition en termes réductionnistes (exemple de l'eau H₂O). C'est une émergence épistémologique et non ontologique (Lestienne, 2012, p. 92).

L'émergence forte, qualifiée d'ontologique, se produit à des niveaux élevés de complexité lorsqu'apparaissent des « propriétés radicalement nouvelles, qui ne peuvent être ni prédites *a priori* ni expliquées *a posteriori* par les propriétés des composants de ces systèmes ou par les lois qui règlent leurs interactions » (Lestienne, 2012, p. 97).

D'autre part, Atlan insiste sur le lien fondamental entre émergence et auto-organisation, cette dernière résultant de la première. Il précise que : « ce qui caractérise une auto-organisation au sens fort est l'absence de but défini à l'avance et l'émergence de ce qui apparaît, après coup, comme un comportement fonctionnel, c'est-à-dire ayant un sens » (2010, p. 201). Elle correspond donc à :

Un ensemble de mécanismes par lesquels des structures sont produites au niveau global d'un système à partir d'interactions entre ses constituants à un niveau d'intégration inférieur. Les interactions entre constituants sont elles-mêmes produites localement sans aucune référence à une structure globale préconçue. Au contraire, celle-ci est une propriété émergente du système et non une propriété imposée de l'extérieur du système (Atlan, 2010, p. 10).

Angelier précise que le terme *auto-organisation* « ne peut s'appliquer qu'aux êtres vivants, créateurs de leurs structures. Il n'a aucun sens pour les systèmes artificiels, dont la structure, le fonctionnement sont définis par le concepteur » (2008, p. 106). Atlan (2010) est plus nuancé à ce propos. Il différencie les propriétés émergentes se limitant à une dimension *structurale*, et celles qui aboutissent à une auto-organisation *fonctionnelle*. Ces dernières sont de différentes sortes²⁴ : « faibles » ; « fortes » ou « intentionnelles ».

Les différents types d'auto-organisation fonctionnelles dépendent du caractère plus ou moins programmé des fonctions émergentes. Ce critère de classification fait ainsi apparaître le rôle de la *signification* de l'information et de son origine. Pour les systèmes artificiels, la signification est déjà là d'emblée, car elles fonctionnent avant même d'exister (Atlan, 2010, p. 192).

²⁴ Dans le cas des systèmes auto-organisés au sens faible, « les fonctions émergentes sont définies à l'avance par le programmeur et le modèle est conçu dans le but de les faire apparaître. Mais les détails des structures qui se mettent en place et réalisent la fonction recherchée ne sont pas programmés explicitement. Il y a donc émergence partielle de ces structures et de la façon d'accomplir les fonctions qui les accompagnent. C'est le cas des réseaux neuronaux par exemple » (Atlan, 2010, p. 194). Une auto-organisation au sens fort implique que « même la tâche à accomplir (le but à atteindre, c'est-à-dire ce qui définit la signification de la structure et du fonctionnement de la machine) soit une propriété émergente de l'évolution du système lui-même » (p. 199). Le but émerge en même temps que le moyen de l'atteindre, comme dans les systèmes naturels où l'on observe l'émergence de structures et de fonctions à un niveau macroscopique sans programmation.

A un niveau supérieur, les sous-systèmes interagissent entre eux, en tant qu'unité semi-autonome (Angelier, 2008). Une telle répartition des éléments en sous-systèmes²⁵ permet de maintenir une relative stabilité. Sur le plan strictement *Mathématique*, le nombre d'interactions à gérer décroît avec l'augmentation du nombre de sous-systèmes. Ce jusqu'à atteindre un état d'équilibre au-delà duquel il y a de nouveau croissance des interactions possibles. Ainsi, « le *fonctionnement* du système résulte, d'une part, des transformations effectuées par chaque sous-système et, d'autre part, des flux parcourant les canaux de liaison entre sous-systèmes et des canaux de liaison entre système et environnement » (Gréhaigne, 1992, p. 48).

TYPES		CARACTÉRISTIQUES STRUCTURELLES	PROPRIÉTÉS FONCTIONNELLES
0	Systèmes automatiques (séquentiels)	Programme enregistré modulé par les entrées	Enchaînement d'opérations
1	Systèmes asservis (régulés)	Programme à paramètres fixes modulé par les sorties	Stabilité
2	Systèmes auto-optimisants (auto-adaptatifs)	Programme à paramètres variables modulé par les résultats	Adaptation
3	Systèmes auto-organiseurs (auto-didactiques)	Programme modifiable en fonction de l'expérience acquise	Apprentissage

Figure II.1 Hiérarchie des différents systèmes en fonction de leurs niveaux de régulation (d'après Walliser, 1977, p. 113 repris par Gréhaigne, 1992, p. 50)

Le type de système le plus simple est le système à état (Angelier, 2008, p. 55). Il est linéaire, séquentiel, c'est-à-dire qu'il transforme une succession d'entrées en une succession de sorties : c'est un système automatique sans régulation, de niveau 0 (*cf.* Figure ci-dessus).

²⁵ Il peut s'agir de modules, d'organes ou de groupes. Voir à ce propos la *parabole des deux horlogers*, illustrant que « des systèmes évolueront beaucoup plus rapidement à partir de systèmes simples s'il y a des formes intermédiaires stables. Les formes complexes qui en résulteront seront alors hiérarchiques » (Simon, cité par Angelier, 2008, p. 89).

Ce type de système peut être compliqué mais pas complexe. Le système complexe « le plus simple » est le système à but, également appelé « système asservi ». Ce système de « type 1 » est régulé par un objectif, une finalité et fonctionne comme un thermostat (Angelier, 2008, p. 55). Pour cela il s'appuie sur le mécanisme d'*homéostasie*. A ce propos, Angelier affirme que « l'organisation hiérarchique par couplage de sous-systèmes et la redondance des constituants contribuent ensemble à la stabilité, l'homéostasie, des systèmes complexes ». Dans le même temps, « elle permet de générer des systèmes très complexes²⁶ tout en les gérant par un nombre d'instructions réduit » (Angelier, 2008, p. 98). Il s'agit du principe fondamental de fonctionnement des systèmes basés sur l'intelligence collective pyramidale (Chapitre II).

Au niveau supérieur, les systèmes de « type 2 » sont auto-optimisants (ou auto-adaptatifs). Ils se rapportent aux formes les plus simples du vivant. A ce stade, nous pouvons véritablement parler d'autonomie, puisque l'organisation n'est pas paramétrée par un quelconque concepteur. Enfin, un dernier palier de complexité est atteint avec les systèmes auto-organiseurs (ou auto-didactiques) reposant sur le mécanisme d'apprentissage. Ces derniers « possèdent une mémoire et un centre de décision (ou plusieurs) qui leur permet d'apprendre à devenir plus efficace dans la poursuite de leur objectif » (Angelier, 2008, p. 55). Ce faisant, ils « s'adaptent à leur environnement en fonction des probabilités d'efficacité des règles d'actions » (p. 56).

Par ailleurs, « la propriété fondamentale d'un système complexe vivant est son organisation, qui est pérenne alors que ses constituants ne le sont pas » (Angelier, 2008, p. 57). Morin et Le Moigne vont dans le même sens, concevant l'organisation comme l'action « de maintenir et se maintenir, relier et se relier, produire et se produire » (1999, p. 296), de manière autoréférentielle. Les auteurs la décrivent comme la conjonction entre des mécanismes algorithmiques (de type « si... alors... ») et la souplesse heuristique²⁷. Il s'agit donc d'une boucle permanente, entre le soi et le non soi, qui vise à conserver son autonomie (Varela, 1989) par les « éco-relations » et les « re-productions ». Toute organisation, nous dit Angelier, repose ainsi sur la circulation d'informations (échangées et mémorisées), les décisions d'actions et la production de comportement (qui en retour véhiculent de l'information) : « L'organisation est la conséquence d'une information structurale et fonctionnelle circulant dans un organisme » (2008, p. 101), un groupe ou une population.

²⁶ Baas (*in* Langton, 1994) a proposé de combiner les concepts d'émergence et de hiérarchie, croisement aboutissant au concept d'*hyperstructure*, qui fournit « un cadre d'analyse du principe de complexité, selon lequel l'univers a évolué, depuis le big-bang vers des structures de complexité croissante » (Angelier, 2008, p. 98).

²⁷ Qui prend ici une coloration intuitive, en tant « qu'art d'inventer, de faire des découvertes », de produire une solution à partir de connaissances incomplètes.

Elle peut prendre différentes formes, allant des substances chimiques (phéromones) aux signaux électriques, des « messages corporels » triviaux aux langages articulés les plus complexes. En outre, quand un système atteint des niveaux d'organisation très élevés, des comportements collectifs éminemment complexes apparaissent. Lorsque cela se produit « sans qu'aucun des individus n'ait connaissance de la structure globale à laquelle il participe » (Angelier, 2008, p. 101), on parle alors d'*auto-organisation*.

II.C.1 Les systèmes homéostatiques : vers la stabilité

Les systèmes complexes évolués, comme les êtres vivants, sont de type cybernétique²⁸ et fonctionnent par boucle de rétroaction. Ils deviennent dynamiques, adaptatifs et ouverts sur l'extérieur. En relation permanente avec son environnement, un système ouvert échange de l'énergie et des informations – utilisées pour le maintien de son organisation – par un processus nommé *homéostasie*²⁹ (Damasio, 2010a; Varela, 1989). Ce dernier s'étend dans tout le spectre du vivant, des organismes les plus simples aux plus complexes. Comme l'explique Damasio :

L'homéostasie se réfère à l'ensemble fondamental des opérations qui sont au cœur de la vie, depuis son émergence dans la biochimie primitive jusqu'à nos jours. C'est l'impératif puissant, non réfléchi et silencieux qui assure la persistance et la prédominance de tous les organismes vivants (Damasio, 2017, p. 40).

Ce processus « vient contrer la propension de la nature à sombrer peu à peu dans le désordre » (2017, p. 55), c'est-à-dire l'augmentation de l'entropie. En exhalant dans l'environnement de l'entropie, les systèmes ouverts parviennent à maintenir un état de stabilité efficient pour leur autonomie. Ce phénomène repose sur les mêmes « opérations » de régulation, qu'il s'agisse d'une cellule isolée ou d'un organisme. Or, ce phénomène n'existe-t-il pas à plus grande échelle³⁰, dans des collectifs resserrés et fortement interdépendants ? Puisque l'équipe est un système complexe ouvert, qui interagit avec l'équipe adverse au sein du méta-système « match », peut-on considérer qu'elle fait preuve d'homéostasie ?

²⁸ Le terme vient « du grec *kubernetes*, qui signifie gouvernail ou timonier » (De Rosnay, 2018, p. 27), littéralement « science des machines autonomes » (Wiener, 1971). La cybernétique introduit le concept de boucle causale comme mécanisme d'autorégulation, tout système autonome repose ainsi sur des rétroactions.

²⁹ Nous devons ce concept au physiologiste français Claude Bernard, formulé plus tard par Walter Cannon (1929).

³⁰ Loin de se cantonner au cadre physiologique, le principe d'homéostasie s'étend à la sphère socioculturelle : la justice, l'économie ou bien encore la politique, sont des formes nouvelles d'homéostasie selon Damasio (2010). En outre, « les efforts produits par l'humanité pour créer et faire vivre ses cultures sont une manifestation de cette variété bien particulière d'homéostasie » (Damasio, 2017, p. 72). Ce *biomimétisme* à grande échelle, contribue à la régulation de nos sociétés humaines.

Dans le cas des équipes de football, certains comportements peuvent s'approcher d'un tel mécanisme : lorsque l'équipe temporise le jeu, redoublant les passes pour s'organiser sur le plan global, ou bien lorsqu'elle cherche à « reformer le bloc défensif » en retrouvant une distance acceptable entre les joueurs (intervalles et interlignes). Ainsi, la coordination des actions de jeu, notamment des déplacements, assure une forme d'homéostasie. Par ailleurs, Varela (1989) décrit certains systèmes homéostatiques comme des systèmes autopoïétiques³¹.

Il précise à ce propos qu'un système autopoïétique :

Est organisé comme un réseau de processus de production de composants qui (a) régénèrent continuellement par leurs transformations et leurs interactions le réseau qui les a produits, et qui (b) constituent le système en tant qu'unité concrète dans l'espace où il existe, en spécifiant le domaine topologique où il se réalise comme réseau (Varela, 1989, p. 45).

L'invariant fondamental de l'autopoïèse est le réseau de relations du système. Pour être caractérisé de la sorte, un système doit avoir pour caractéristiques : i) l'*autonomie*, se maintenant en s'adaptant aux perturbations ; ii) l'*individualité* conférée par sa structure ; iii) l'*unité* spécifiée par sa frontière (ou clôture opérationnelle) ; et iv) l'*ouverture* aux événements extérieurs qui l'affectent. Par ailleurs, lorsqu'un système de niveau supérieur est réalisé par couplage d'unités autopoïétiques, c'est-à-dire qu'il produit des relations en tant qu'unité dans un espace donné, ce dernier l'est en retour. Ainsi, tous les êtres vivants sont autopoïétiques : ils possèdent une autonomie (ils vivent), une individualité (ils ont une histoire), une unité (un corps) et sont ouverts sur l'environnement (*via* leurs sens et leurs actions). Si pour Varela, les relations qui caractérisent l'autopoïèse sont des relations de production de composants chimiques, à de plus grandes échelles de complexité, rien n'empêche de considérer les systèmes sociaux comme autopoïétiques³². En effet, les systèmes autopoïétiques fonctionnent par circularité grâce au « principe de clôture opérationnelle » (Varela, 2017, p. 64) qui assure leur autonomie. Pour cela, ils « se nourrissent » des interactions avec l'environnement, par le biais de leur domaine cognitif³³. Or dans les sociétés animales les frontières ne sont pas topologiques, les interactions sociales ne sont pas des composants mais des comportements.

³¹ A l'origine « l'idée d'autopoïèse cherche à saisir le mécanisme ou le processus qui engendre l'identité du vivant, et donc à servir de distinction stricte entre le vivant et le non-vivant » (Varela, 2017, p. 114-115). Il fut par la suite étendu.

³² Notons cependant que Varela reste sceptique quant à l'extension du concept hors de son domaine initial (le vivant sous sa forme minimale), lorsque l'idée de réseau de production se transforme en « processus d'interaction entre individus » et que la membrane cellulaire devient la « frontière » d'un groupe humain. Si Varela voit cette transposition comme un abus de langage, nous pensons au contraire qu'un usage plus large de ce concept permet de voir que le phénomène interprétatif est *continu* depuis l'origine de la vie jusqu'à sa manifestation humaine (une idée que Varela soutient par ailleurs).

³³ Varela (1989) précise que ce dernier est composé de l'ensemble des descriptions qu'il peut formuler. Celui-ci évolue au cours de son ontogenèse, déterminant la variété de ses comportements.

Si la clôture opérationnelle est interrompue, l'unité disparaît et le système n'est plus autonome. L'exemple de l'amibe *Dictyostelium discoideum*, connue pour « sa faculté à passer du stade individuel au stade social³⁴, et ce de manière réversible » (De Rosnay, 2018, p. 34), est assez parlant. Ainsi, le cas des équipes de jeux sportifs collectifs, dont l'unité est temporaire (le temps du match ou de l'entraînement), peut également être envisagé. Concevoir les équipes comme des systèmes autopoïétiques, nécessite d'admettre que leur référentiel commun constitue une forme de *clôture opérationnelle* sémantique donc cognitive (Section I. 3).

II.C.2 Les systèmes cognitifs : vers l'adaptation

Si à première vue, « l'autopoïèse recouvre une théorie des êtres vivants, de leur définition, et de la manière dont ils établissent le domaine de leur subsistance autonome [...] elle débouche par-dessus tout sur une théorie de la cognition élémentaire » (Varela, 2017, p. 18). Varela considère que la clé de voute de la cognition est « sa capacité à exprimer la signification et les régularités ; l'information doit apparaître non comme un ordre intrinsèque mais comme un ordre émergeant des activités cognitives elles-mêmes » (1996, p. 13). Dans cette perspective, la cognition n'est ni désincarnée, ni objective, elle correspond toujours à l'interprétation de l'état du monde : « Le pivot central de la cognition est sa capacité à *faire émerger le sens* » (Varela, 2017, p. 188). Le sujet et l'objet (de la connaissance) sont toujours spécifiés réciproquement et simultanément. Dès lors, un système peut être qualifié de « cognitif » lorsqu'il engendre son propre monde de significations. Varela (1989a) considère deux systèmes cognitifs au sein des êtres vivants complexes : le système nerveux et le système immunitaire³⁵. Leur activité cognitive « fonde la différence insurmontable entre le système et son environnement » (Varela, 2017, p. 123). Elle crée ainsi la clôture opérationnelle sur le plan cognitif, c'est-à-dire une frontière invisible, néanmoins bien présente, qu'illustre par exemple la barrière de langue entre les groupes. Pour Varela, ce *soi cognitif* repose sur un *phénomène d'émergence*³⁶ – donc produit par la complexité – au travers d'un « processus distribué » (p. 134). En effet, la complexité joue un rôle déterminant dans l'organisation des systèmes dits « cognitifs ». Selon Damasio (2010a), l'émergence d'une structure cognitive systémique au niveau macroscopique repose essentiellement sur l'accroissement de la complexité des réseaux.

³⁴ « Si la nourriture vient à manquer, au lieu de se reproduire et se déplacer au hasard, elles se rassemblent dans un curieux mouvement d'agrégation pour former une sorte de limace » (Atlan, 2010, p. 159).

³⁵ Il les décrit tous deux comme distribués et capable de faire preuve de plasticité dans leur ontogénèse.

³⁶ La cognition est « l'émergence d'états globaux dans un réseau de composants simples » (Varela, 1996, p. 77).

Or nous avons vu plus tôt que la *simplicité* était une des propriétés fondamentales du vivant pour se maintenir face à l'accroissement de la complexité (Berthoz, 2009). Berthoz décrit par ailleurs les différentes caractéristiques des systèmes cognitifs :

- La rapidité : « Elle exige l'anticipation, la prédiction des conséquences de l'action qui est indispensable pour capturer une proie ou échapper à un prédateur. Cette rapidité se retrouve dans des actes cognitifs plus complexes que les réflexes, comme la prise de décision d'un pilote pour éviter une catastrophe, etc. » (Berthoz, 2009, p. 22) ;
- La fiabilité : Qui s'oppose parfois à la complexité, et repose sur divers mécanismes originaux tels que la redondance, l'utilisation du bruit (Atlan, 1979) ou encore la coopération entre inhibition et excitation (Dehaene et al., 2018; Houdé, 2019) ;
- La flexibilité : Se traduisant par une adaptation au changement. Elle permet à un organisme de résoudre certains problèmes, en percevant, décidant et agissant de différentes façons, par *vicariance* (Berthoz, 2013).

A ces propriétés, Berthoz (2009, p. 23) ajoute la *mémoire*, la *modularité* et la *généralisation*. A l'aune de ces caractéristiques, peut-on considérer l'équipe comme un système cognitif, donc un « cerveau collectif » ? Si le système équipe est un système cognitif, il doit reposer sur une cognition située :

Dire d'une entité cognitive qu'elle est située signifie qu'elle a, par définition, une perspective. Ce qui signifie qu'elle n'est pas reliée avec son environnement de manière objective, c'est-à-dire indépendante de son emplacement, de son orientation, de ses attitudes et de son histoire. Au contraire, le rapport à l'environnement est une fonction de la perspective établie par les propriétés constamment émergentes de l'agent lui-même, et du rôle que cette redéfinition permanente joue dans la cohérence du système (Varela, 2017, p. 138).

L'équipe, au travers des expériences collectives et des subjectivités individuelles, peut ainsi être considérée comme une entité cognitive profondément située. D'autre part, organisée par un réseau dense d'interactions entre les joueurs, son « activité est distribuée sur tous les composants du système, sans contrôle central pour superviser ou diriger les comportements » (Atlan, 2010, p. 11). Cette *cognition distribuée* (Hutchins, 1995), ne se déploie pas seulement sur des objets, mais sur des éléments mouvants et vivants : les joueurs eux-mêmes. Ces unités autonomes mais néanmoins interdépendantes, permettent le fonctionnement d'une logique de coopération décentralisée³⁷ sur laquelle repose l'équipe. Enfin, les joueurs en tant que composants du système, engendrent une véritable *cognition incarnée*³⁸, c'est-à-dire une inscription corporelle, vivante, active et subjective : une corporéité (Varela, 1996).

³⁷ Nuançons cependant au regard du rôle de l'entraîneur qui, s'il ne « pilote » pas à distance les comportements de l'équipe, donne des indications – souvent en temps réel – et oriente la stratégie adoptée en match.

³⁸ Cf. à ce propos le Chapitre *La cognition incarnée* (Dortier, 2014, pp. 39-41).

Cela signifie que la cognition dépend intrinsèquement des expériences induites par le fait d'avoir un corps doté de capacités perceptives et motrices (Varela et al., 1993). Quelque part, les joueurs constituent les « organes » de l'équipe, des organes cognitifs, adaptatifs, interdépendants mais interchangeable. En outre, la cognition permet l'adaptation et représente un changement dans l'organisation sans changement de structure. Elle marque un premier pas vers l'auto-organisation.

II.C.3 Les systèmes chaotiques

Les théoriciens des systèmes dynamiques ont observé que certains processus prenaient l'apparence d'un processus aléatoire, mais obéissaient à une équation parfaitement déterministe : on parle de *processus chaotique*. La propriété fondamentale de ce type de processus est la sensibilité aux conditions initiales, qui « signifie que des divergences infimes à un moment donné donneront naissances à des trajectoires très largement divergentes dans le futur » (2009, p. 58). Plus la simulation est projetée loin dans le temps, plus les différences sont accentuées³⁹. Toute altération initiale, même minime, « peut conduire par amplification à des modifications catastrophiques et à la création d'ordres ou de formes de plus grande complexité » (De Rosnay, 2018, p. 36). Ainsi dans les systèmes chaotiques, la « prédiction des valeurs futures ne serait possible que si les conditions initiales pouvaient être mesurées avec une précision infinie, ce qui est quasiment impossible » (Delignières, 2009, p. 58). Par exemple, le système de Lorenz (ou attracteur étrange de Lorenz, 1963) présente toutes les caractéristiques du chaos déterministe : « si le déplacement de la trajectoire était réellement aléatoire, c'est l'ensemble de l'espace qui serait exploité (pas seulement deux plans). Or certaines régions de l'espace sont privilégiées et d'autres ignorées, le comportement paraît prévisible et pour autant la position de la particule à un temps t ne peut être prédit. On peut seulement dire où elle a peu de chances de se trouver » (Delignières, 2009, p. 59).

Le même raisonnement peut être appliqué aux déplacements des joueurs sur le terrain, prenant en compte leur position ainsi que leur vitesse. Ainsi, certains « états d'énergie » (vitesse) sont plus exploités que d'autres par les joueurs ; de même ils occupent des positions de façon plus probable selon leur poste. Les diagrammes de Voronoï sont notamment utilisés depuis peu pour étudier les déplacements des joueurs (Fonseca et al., 2012).

³⁹ C'est le problème des prévisions météorologiques, puisqu'elles sont très sensibles aux conditions initiales, d'autant que la quantité et la précision de données à recueillir sont considérables.

Cependant, il ne peut s'agir que de modélisations post action, toute simulation des comportements des joueurs passée un horizon très proche (de l'ordre de quelques secondes) est impossible du fait de la complexité des interactions et du nombre de possibilités d'action. En effet, « si le joueur ne devait obéir qu'à des impératifs prédéterminés, sans qu'il n'ait de latitude pour proposer des choix ou laisser aller le hasard alors, par définition, il n'y aurait pas de jeu » (Bonenfant, 2010, p. 59).

Aussi, sur le plan macroscopique, il est possible de traduire le comportement du système à l'aide de variables collectives : les *paramètres d'ordre* (Delignières, 2009, p. 61). Ces derniers sont « sélectionnés » par le chercheur, en fonction de ce qu'il souhaite capturer, modéliser ou simuler. Un paramètre d'ordre traduit dans une mesure unique le comportement du système, ou du moins une face de celui-ci. Son analyse porte sur la dynamique temporelle du paramètre d'ordre, selon une perspective globale, délaissant l'analyse indépendante des composantes du système. Sur le plan macroscopique, grâce à l'analyse des paramètres d'ordre, il est possible d'identifier des états spontanés ou préférentiels du système. Ces états correspondent à des comportements plus fréquents, que l'on nomme *attracteurs* (Delignières, 2009). Concrètement, les attracteurs sont considérés comme des « bassins de stabilité » (2009, p. 63) pour le système. Décrivant l'être humain comme système complexe individuel, Delignières donne l'exemple des compétences qu'il considère comme des attracteurs émergeant des contraintes de la situation.

Concernant les activités de groupes, les compétences des joueurs ne s'additionnent pas simplement sur le terrain, car l'équipe est autre chose qu'une collection d'individus. Le groupe possède une compétence propre collective. La compétence collective représente davantage que la simple juxtaposition des compétences individuelles. Elle possède des propriétés macroscopiques qui concernent l'action collective et qui ne peuvent être déduites des compétences de chacun. En retour la compétence collective affecte la compétence de chaque joueur (Delignières, 2009, p. 90).

Dans le même temps, Delignières nourrit de sévères réserves concernant l'illusion de la possibilité d'explicitation et de verbalisation des compétences, qu'elles soient individuelles ou collectives :

La compétence est avant tout agir, certaines de ses propriétés resteront toujours dans une pénombre psychique, hors de la conscience du sujet. Ce qui ne signifie pas que rien n'est verbalisable dans la compétence, qui intègre aussi des connaissances déclaratives (l'expert est souvent intarissable sur sa compétence). Mais cela ne veut pas dire que ce qu'il exprime correspond à la manière dont il s'y prend réellement (Delignières, p. 96).

Par ailleurs, Delignières (2019) affirme que les systèmes complexes ne se prêtent pas aux causalités classiques. La plupart du temps, cela se traduit par l'absence de proportionnalité entre magnitude des causes et taille des effets⁴⁰. Dans les faits, une erreur d'alignement d'un défenseur au mètre près, une perte de balle anodine à 70 mètres de son but ou une passe en retrait *lambda* peuvent aboutir à un but de l'équipe adverse.

De toutes façons, la vie se présente à nous non seulement comme phénomène événementialisé, mais aussi comme système événementialisé où surgit l'aléa. La relation écologique entre l'organisation biotique, système ouvert, et le milieu qui englobe d'autres organisations biotiques, est une relation où évènements et systèmes sont en interrelation permanente. La relation écologique est la relation fondamentale, où il y a connexion entre évènement et système. J'ajouterais même, pour ma part, que l'historicité profonde de la vie, de la société, de l'homme, réside dans un lien indissoluble, entre le système d'une part, et l'aléa-évènement d'autre part. Tout se passe comme si tout système biotique, né de la rencontre entre des systèmes physico-chimiques complexes, était constitué pour le hasard, pour l'aléa, pour jouer avec les évènements. (Morin, 1972, p. 11)

Face à l'incertitude et aux perturbations, les systèmes complexes qui parviennent à maintenir leur autonomie font preuve d'une faculté particulière : l'auto-organisation (Atlan, 2010).

Les propriétés des systèmes auto-organiseurs — fondées non pas sur le déterminisme causal tel qu'il est enraciné dans la connaissance consciente du passé, mais sur les processus d'utilisation du désordre et de l'aléatoire — sont parfaitement adaptées à la vraie nouveauté puisque l'aléatoire, c'est, par définition, la nouveauté ; c'est même le plus nouveau qui se puisse imaginer. Et l'auto-organisation n'est qu'un processus de création et de stabilisation de la nouveauté (Atlan, 1979, p. 174).

Atlan précise par ailleurs que certaines de nos activités sociales sont des formes d'auto-organisation inconsciente, mais bien réels. L'activité collective d'une équipe de sport collectif en est un exemple.

II.C.4 *Le jeu de la complexité*

Par ailleurs, Angelier note que d'autres types de systèmes complexes existent, tels les jeux et les sociétés (2008, p. 56). En effet, le jeu n'est qu'un enchaînement d'états de déséquilibres et d'équilibres momentanés. A ce propos : « Des états finis de configurations connues sont nécessaires pour agir par rapport à l'infini des configurations possibles » (Gréhaigne, 2015, p. 98). L'ensemble des configurations possibles est désigné sous le nom de « variété d'un système ».

⁴⁰ C'est ce qu'illustre le célèbre « effet papillon » (Lorenz, 1972).

Appliqué au domaine des jeux, il correspond au champ des possibles du joueur, qui dépend fondamentalement des caractéristiques du jeu (règles, logique interne, niveau de pratique). Si l'on prend l'exemple des jeux de société les plus connus, nous pouvons observer une plus grande variété pour le jeu de Go⁴¹ qu'aux échecs, eux-mêmes possédant une plus grande variété qu'au jeu de dames⁴². Un état correspond à la disposition des pièces, les coups possibles à partir de cette configuration représente une partie de la variété du jeu. Dans le jeu d'échecs par exemple, la variété des possibles sur l'échiquier dépend du nombre de pièces et des interactions entre elles. Nous observons un lien direct entre la variété dont dispose le système (la richesse d'état du jeu) et les possibilités d'action (champ des possibles du joueur).

Or dans ce type de jeu « cognitif », la totalité des coups peut être connue d'avance, ce qui n'est pas le cas des jeux sportifs, pour lesquelles il existe une variabilité dans la variété des coups. C'est-à-dire que chaque possible peut être réalisé de différentes manières, renforçant l'incertitude. Dès lors que le jeu sportif devient « collectif », le champ des possibles croît de manière exponentielle, de sorte qu'il est impossible de se représenter le panorama complet de la variété du jeu⁴³.

Par ailleurs, dans les jeux sportifs collectifs, l'équipe en possession du ballon cherche à créer ou exploiter un déséquilibre qui peut être partiel⁴⁴ ou total⁴⁵. Elle doit, dans le même temps, préserver son équilibre, du moins en partie. En acceptant de se désorganiser pour provoquer du déséquilibre chez l'adversaire, chaque équipe est confrontée à une sorte de dilemme stratégique que nous retrouvons dans la *théorie des jeux*.

⁴¹ Ceci explique en partie que les intelligences artificielles ont mis davantage de temps à battre le champion du monde du jeu de Go (2016) que celui d'échecs (1997). Pour plus de précisions, consulter le Chapitre 2 : *Homo Sapiens et la création d'intelligences* (Picq, 2019)

⁴² Lorsque l'on passe des dames aux échecs, le facteur de branchement (nombre de possibilité par coup) passe de dix à 35-36 en moyenne. Il est de l'ordre de 200 possibilités au jeu de Go. Cf. à ce propos le Chapitre 5, *Ordinateur vs Homo sapiens : le match* (Dehaene et al., 2018).

⁴³ D'où la difficulté des simulations de jeux sportifs collectifs, physiques ou informatiques. Notons les progrès substantiels dans le domaine de la « robotique sportive » portés par la Robocup (Lakemeyer et al., 2007). Nous sommes encore bien loin cependant d'un futur où des robots humanoïdes triompheront des joueurs de football professionnels, comme nous le présentait une [publicité pour la coupe du Monde 2014](#).

⁴⁴ « Lorsqu'une ou deux lignes adverses sont orientées en direction de leur but à la poursuite d'un adversaire qui a maîtrisé le ballon » (Fédération Française de Football, 2017, p. 3).

⁴⁵ « Lorsqu'une équipe adverse est orientée en direction de son but à la poursuite d'un adversaire qui a maîtrisé le ballon » (Fédération Française de Football, 2017, p. 3).

Toute organisation complexe traduit une forme d'optimisation, un compromis, entre la quantité d'information (diversité et imprévisibilité) et sa redondance (Atlan, 2010). Les systèmes naturels (vivants ou inertes) doivent « payer un prix » selon Lestienne, afin de maintenir leur structure complexe. Pour « édifier leur complexité, ils doivent être *ouverts* et trouver dans le hasard extérieur l'inspiration nécessaire pour se construire » (2012, p. 141). Ce principe est connu sous le nom *d'ordre par le bruit* (Von Foerster, 1960), ou de *complexité par le bruit* (Atlan, 1979). Dans les systèmes complexes :

La source de nouveauté réside dans des perturbations aléatoires d'origine externe ou interne, auxquelles le système réagit par une augmentation de diversité. Les perturbations jouent le rôle de ce que la théorie de l'information appelle le « bruit » dans les voies de communication qui assurent les contraintes organisationnelles (la redondance) à l'intérieur du système. Elles ont donc pour effet de diminuer ces contraintes. Cette diminution n'empêche pas le système de continuer à fonctionner tant qu'une certaine redondance subsiste (Atlan, 2010, p. 70).

La redondance apparaît ainsi comme un *potentiel d'auto-organisation* en réaction au processus de désorganisation/réorganisation. Au niveau des éléments du système, le bruit représente un « désordre négatif, mais à un niveau supérieur, celui du système, ce bruit est une création possible de variété et de complexité régulatrice qui lui permettra éventuellement d'être adaptée à une situation nouvelle » (Atlan, 2010, p. 71). Le bruit, assimilé aux perturbations, constitue alors une richesse essentielle à l'adaptabilité du système, donc à la production de comportements intelligents. D'ailleurs, Atlan précise que si le système s'auto-organise sous l'effet du bruit, alors nous pouvons parler de système auto-adaptatif.

Or, « pour que le bruit puisse être utilisé comme principe organisateur par un système, le système doit posséder plusieurs niveaux ainsi qu'une redondance initiale dans l'information » (2010, p. 81), nécessitant par la même un phénomène d'émergence dû à la complexité. Cependant, le degré d'organisation d'un système ne peut être réduit à sa variété ou à sa redondance. Il consiste nécessairement en un compromis optimal entre ces deux propriétés antagonistes. Ainsi :

On peut concevoir l'évolution de systèmes organisés, ou le phénomène d'auto-organisation, comme un processus d'augmentation de la complexité à la fois structurale et fonctionnelle résultant d'une succession de désorganisations rattrapées suivies chaque fois d'un rétablissement à un niveau de variété plus grand et de redondance plus faible (Atlan, 1979, p. 49).

Atlan (1979) remarque donc que le bruit – c'est-à-dire une *erreur* dans le fonctionnement du système⁴⁶ – constitue une richesse contribuant à augmenter tant la complexité que le degré d'organisation du système. Les effets du bruit « sont permanents, positifs et négatifs, ils font partie de l'organisation du système » (p. 91), mais doivent nécessairement être proportionnés⁴⁷ pour être bénéfiques. A partir d'un seuil de complexité, tout organisme nécessite une certaine quantité d'indétermination, d'incertitude, pour s'adapter au niveau de bruit⁴⁸. Ce dernier est alors transformé en facteur d'organisation⁴⁹. Comme énoncé par Atlan : « Une grande variété dans les réponses disponibles est indispensable pour assurer une régulation d'un système visant à le maintenir dans un nombre très limité d'états alors qu'il est soumis à une grande variété d'agressions » (1979, p. 43). Pour en revenir à l'équipe, système complexe, vivant et fondamentalement social : toute organisation sociale peut connaître des perturbations majeures, se traduisant par une crise. Lorsque cela se produit :

Le code de l'individu serait incompréhensible et intraduisible pour le code social, et vice versa. La variété, l'absence de contraintes observées au niveau global seraient sources de bruit pour le système lui-même au niveau des individus. Alors, les différences entre les individus, au lieu de constituer une capacité de régulation et d'adaptation pour le système, ne pourraient être que des perturbations, autrement dit du bruit, dans les communications entre individus qui constituent le système » (Atlan, 1979, p. 92).

Or dans le système équipe, le bruit est à la fois endogène (les co-équipiers) et exogène (l'équipe adverse). Lorsque ce « bruit double » n'est plus supporté par le système, il peut conduire à une situation de crise. La notion de crise en football peut être appréhendée en termes de déséquilibre, crise de temps et d'espace, pour un joueur ou l'équipe entière. D'où l'importance à la fois des connaissances partagées au sein de l'équipe, et de l'interprétation adaptée des communications entre les membres. En football et plus généralement dans tous les activités sémiotrices (Gréhaigne, 2011), au niveau collectif, nous pouvons assimiler le « bruit » à l'écart dans la lecture de jeu entre coéquipier, aux mésententes au sein de la même équipe, et à la difficulté à percevoir les intentions de l'adversaire. « L'acquisition de connaissances nouvelles par l'expérience est aussi un cas particulier d'accroissement d'information sous l'effet du bruit » (Atlan, 1979, p. 170).

⁴⁶ Les mutations génétiques, augmentant la variabilité (et donc la viabilité) des espèces, en sont des exemples majeurs.

⁴⁷ Autrement dit, plus un système est complexe, plus il est à même de « supporter » un bruit intense et récurrent.

⁴⁸ Atlan précise que ce phénomène « rappelle un résultat analogue obtenu dans la théorie des jeux par Von Neumann » (1979, p. 41).

⁴⁹ Sur le plan didactique, cela se traduit par l'efficacité de la formation au jeu « par le jeu » pour développer l'intelligence tactique, dans des situations non décontextualisées. La politique de la fédération de football espagnol est à ce titre un des plus fervents étendards de cette perspective.

Atlan invite par ailleurs à « considérer l'organisation comme un processus ininterrompu de désorganisation-réorganisation, et non pas comme un état, pour que l'ordre et le désordre, [...] ne soient plus tellement distincts » (1979, p. 57). A ce titre, la continuelle construction-déconstruction-reconstruction du *référentiel commun* (Bourbousson & Sève, 2010; Mouchet, 2010), constitue un exemple concret de ce processus de chevauchement entre l'ordre et le désordre.

Selon Atlan, la complexité est tantôt « un désordre apparent » cachant un ordre particulier, tantôt « un ordre dont on ne connaît pas le code » (1979, p. 78). De Rosnay précise que la complexité « peut naître des interactions chaotiques entre des agents ou des éléments qui produisent de l'ordre à partir du désordre » (2018, p. 35). Une fois encore, un processus de circularité est en jeu. Ainsi « tout se passe comme si nous fabriquions sans cesse de l'organisé à partir du chaos » (Atlan, 1979, p. 146). Angelier rajoute que « l'organisation du vivant [...] produit de l'ordre à partir du désordre, de la néguentropie à partir de l'entropie » (2008, p. 19). Or l'entropie est souvent définie comme « le degré de désordre, de hasard, d'absence d'organisation » (2008, p. 13). Elle est d'après Lestienne, « cousine du hasard et du désordre » (2012, p. 140). A son degré maximal, le désordre correspond « au plus grand nombre de complexions possibles avec la même probabilité pour toutes, soit à la plus grande homogénéité statistique » (Atlan, 1979, p. 31), donc à la plus grande incertitude possible.

Concernant les équipes, elles font face à une forte incertitude comme nous l'avons vu au chapitre I. Gréhaigne explique que : « les conditions de fonctionnement de ces systèmes en sport collectif font qu'ils ont à gérer avant tout du *désordre* tout en préservant un certain *ordre* permettant de décider dans un environnement non complètement prévisible a priori » (Gréhaigne, 1992, p. 135). Par ailleurs, un « système qui gagne spontanément en organisation, du fait même de ses interactions avec l'environnement, au prix d'une large production d'entropie » (Lestienne, 2012, p. 150), est appelé structure dissipative⁵⁰. Ce type de structure gagne en néguentropie – c'est-à-dire en entropie négative ou organisation – mais produit dans le même temps plus d'entropie, donc de désordre, dans l'environnement. Ce faisant, une équipe est en perpétuelle recherche d'ordre interne, et de production de désordre pour l'adversaire.

Il y a donc un « jeu » à trouver et à conserver pour l'équilibre du système qui veut se maintenir dans le temps. Cet équilibre est nécessairement momentané, mouvant, toujours remis en cause. Le concept de *criticalité auto-organisée*⁵¹ traduit l'état précaire dans lequel se trouve un système confronté à des perturbations incessantes (Adami, 1995; Bak & Paczuski, 1995).

⁵⁰ Terme largement emprunté au domaine de la physique, en particulier celui de la thermodynamique.

⁵¹ La *Self-organized criticality* (SOC), aussi traduit par « criticalité auto-organisée » a été conceptualisée (notamment par Bak, *How nature works: The science of self-organized criticality*, 1997) comme un moyen d'expliquer l'abondance de systèmes à échelle invariante trouvés dans la nature. Elle sous-tend « une série de phénomènes dynamiques complexes, de l'activité des circuits électriques et des réseaux neuronaux, à la probabilité

La criticalité auto-organisée est une caractéristique de certains systèmes dissipatifs qui peuvent se maintenir en permanence, sans contrôle extérieur, au voisinage d'une « transition de phase critique », c'est-à-dire un état métastable où des événements de toutes tailles et de toutes durées peuvent survenir. L'état est appelé critique par analogie avec les transitions de phase critiques (Bonabeau & Théraulaz, 1994, p. 260).

Pour Angelier (2008) la recherche d'équilibre se traduit par un compromis entre la stabilité et la plasticité⁵² du système. Mais cet équilibre est dynamique car évoluant dans un environnement mouvant. L'équilibre absolu et immuable signifie la mort du système, il devient inerte : c'est le cristal (Atlan, 1979). Lorsque les connexions entre les éléments d'un système sont trop rigides, il ne peut s'adapter aux changements de l'environnement. Si elles sont trop faibles, le système perd son identité, son unité et devient erratique, informe : c'est la fumée (Atlan, 1979). La complexité possède donc des limites « au-delà desquelles le système ne peut plus contrôler l'ensemble des relations entre ses éléments et devient instable » (Angelier, 2008, p. 50).

L'idée selon laquelle « les êtres vivants sont des systèmes ouverts dont l'évolution tend vers un ordre et une complexité croissante » (Angelier, 2008, p. 56) est schématisée par la figure suivante.

d'avalanches et de tremblements de terre, en passant par la façon dont les feux de forêt, les maladies et même les idées se propagent » (Helmrich et al., 2020, p. 481 [Traduction libre]). Le concept a également été étendu à l'apprentissage moteur (Liu et al., 2012).

⁵² Le terme « plasticité convient bien pour qualifier ce compromis entre la stabilité et la variabilité du vivant. Il exprime la flexibilité, la robustesse, mais aussi la robustesse de fond qui permet à un organisme de conserver sa cohérence malgré les déformations qu'il peut subir » (Angelier, 2008, p. 47).

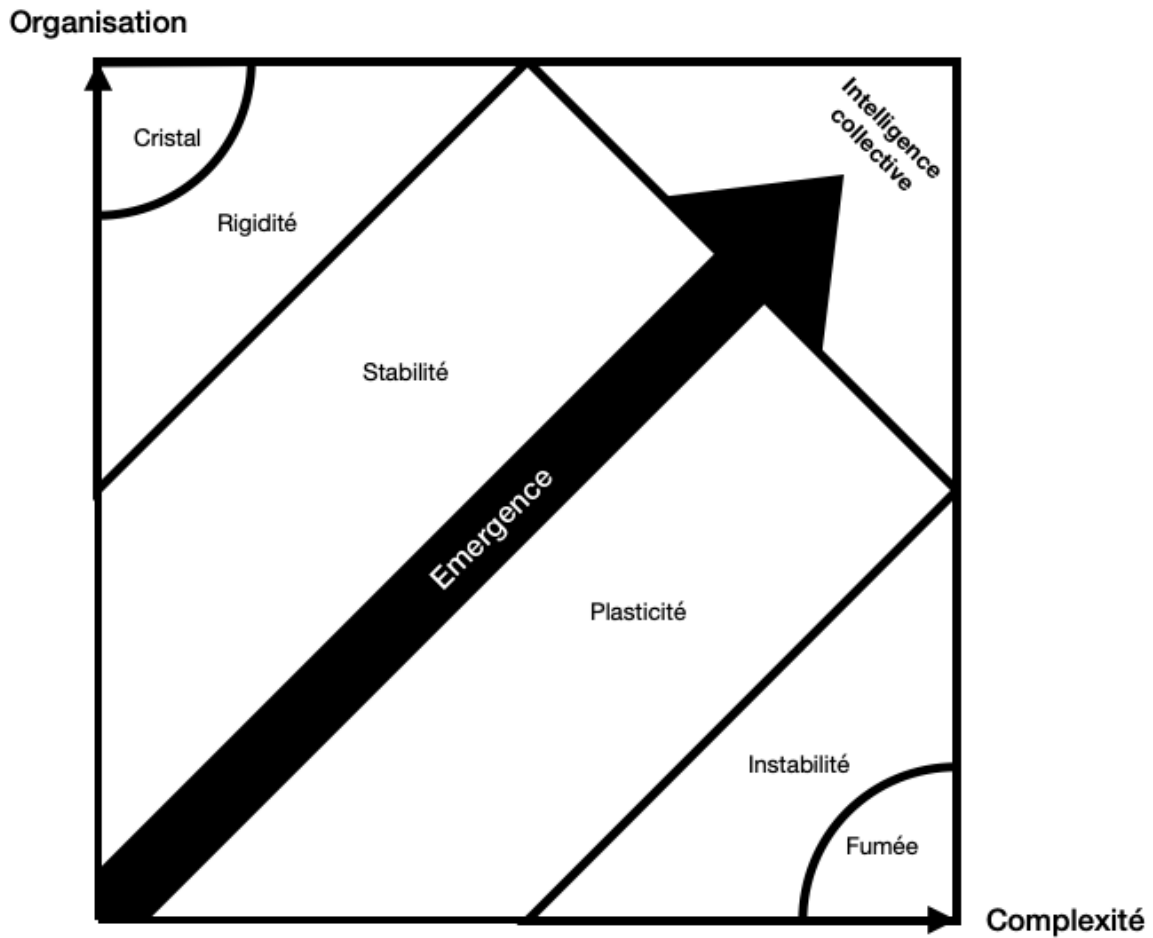


Figure II.2 Émergence de l'intelligence collective dans les systèmes complexes

Un système autopoïétique comme l'équipe est toujours « au bord de l'abîme », progressant sur le « fil de l'émergence » vers un potentiel d'intelligence collective. Ce potentiel ne peut « se réaliser » sans une véritable *dialogique*⁵³ de haut niveau entre complexité et organisation.

Pour maintenir cet équilibre, les sous-systèmes autorégulés et hiérarchisés permettent de diminuer la quantité d'interactions à contrôler. Ce processus de couplage entre sous-systèmes « permet la construction progressive de systèmes d'une grande complexité » (p. 50). Dans le cas de l'équipe, ce sont les joueurs qui, sur le plan local, assurent le rôle de sous-systèmes autorégulés et autorégulateurs.

⁵³ Principe fondamental de la pensée complexe (Morin, 1990), la dialogique décrit les relations entre deux entités en apparence contradictoires, mais nécessaires l'une à l'autre.

L'intelligence est un concept socialement ancré en chacun de nous, fortement situé dans chaque contexte historique/sociétal. En effet, « les définitions de l'intelligence sont le reflet des sociétés » (Lhéréte, 2022, p. 3). Elles évoluent ainsi au fil du temps, des croyances et des progrès de la science. Si l'on peut affirmer que l'intelligence – dans le sens large du terme – a toujours existé, elle fut longtemps dépeinte comme « l'indéfinissable ». Au mieux fut-elle désignée comme « une capacité immatérielle détectée seulement par les actions qu'elle entraînait ou par les résultats de ces actions » (Dehaene et al., 2018, p. 9). La tradition grecque prône – au plus loin que nous puissions remonter via les écrits qui sont parvenus jusqu'à nous depuis l'époque archaïque (VIII^{ème} siècle avant J.-C.) – une conception de l'intelligence que les anciens nomment : la *Mètis*⁵⁴ (Fournier, 2022).

Les habiletés désignées par la *Mètis* sont diverses et multiformes (Oléron, 1989). Elle représente un ensemble complexe, de facultés mentales, de comportements intellectuels qui combinent le flair, la sagacité, la prévision, la souplesse d'esprit, la feinte, la débrouillardise, l'attention vigilante, le sens de l'opportunité, des habiletés diverses, une expérience longuement acquise ; qui s'appliquent à des réalités fugaces, mouvantes et ambiguës, qui ne se prêtent ni à la mesure précise, ni au calcul exact, ni au raisonnement rigoureux (Detienne & Vernant, 1978). S'opposant à la force, la *Mètis* est liée à la capacité de réagir promptement, d'anticiper en s'appuyant sur *l'expérience*, d'inventer et d'utiliser des *techniques*, pour faire face à des situations *incertaines, ambiguës* et diverses (Oléron, 1989, p. 44). La *Mètis*, dépeint donc cette forme particulière d'intelligence, cette prudence avisée, perçue tantôt comme l'intuition suprême, tantôt comme la ruse absolue. Pourtant, Oléron précise que « les philosophes, puis les psychologues se sont orientés vers une *conception logique ou géométrique*, à peu près exclusive, de l'intelligence, qui l'écarte presque complètement » (1989, p. 48).

⁵⁴ Du nom de la première épouse de Zeus, qui dans la mythologie grecque est la personnification de la sagesse, de la prudence et de l'intelligence. Selon la légende, le roi des dieux usa de ses plus belles ruses pour se jouer d'elle : l'invitant à se métamorphoser en goutte d'eau, il l'avalait. Elle donna naissance à Athéna, qui jaillit de la tête de Zeus en personne.

Platon attribue à chaque être humain des connaissances et une intelligence de façon *innée*. Pour le disciple de Socrate, l'intelligence désigne une pensée imprégnée d'objectivité : le *logos*. Le philosophe place la *connaissance rationnelle* au-dessus de tout, seule en mesure de nous permettre d'appréhender et d'expliquer la « nature véritable » du monde. Puisque cette connaissance se manifeste de façon éminente dans les mathématiques et la logique, l'éducation doit principalement se concentrer sur ces domaines. Les grands savants de la civilisation grecque – tels que Thalès, Pythagore, Archimède ou Euclide pour ne citer qu'eux – se sont appuyés sur cet esprit rationnel, plaçant la logique au-dessus de toute chose. Pour Platon, la *Mètis* tout comme la dextérité (*euchéria*), relèvent toutes deux d'un mode de connaissance extérieur au savoir véritable (*logos*). D'une certaine manière, elles sont « étrangères à la vérité », à une rationalité supérieure qui existe par-delà l'entendement humain. *Descartes* (*Discours de la méthode*, 1637) plaidera également pour une intelligence purement rationnelle (toujours d'origine divine), fondée sur « une mathématique universelle » (Fournier, 2022). Ainsi pour Platon, la *Mètis* – sorte d'intelligence rusée – est au *logos* ce que le « savoir-faire » est au « savoir » (Detienne & Vernant, 1978).

Élève de Platon, Aristote⁵⁵ proposera une conception toute différente. Selon Fournier (2022), Aristote conçoit l'existence de plusieurs formes d'intelligences : une intelligence pratique (la *technè*) et une intelligence plus théorique, liée à la Connaissance et à la Science (*épistèmè*). Pour ce dernier, la notion de « prudence », la fameuse *phronesis*, vertu pratique par excellence, se rapproche grandement de la *Mètis*. Il concède celle-ci aux animaux, alors qu'il réserve la « sagesse » (*sophia*) et le *noûs*⁵⁶ (intelligence immuable) aux humains et aux dieux (Fournier, 2022).

⁵⁵ « Précepteur du jeune Alexandre le Grand, Aristote fonde sa propre école, le Lycée où il souhaitait recueillir « tous les savoirs connus ». Philosophe en même temps que savant, il est l'auteur d'un immense corpus cosmologique, physico-chimique, psychologique et surtout zoologique, mais aussi éthique et politique, logique, rhétorique, poétique » (Fournier, 2022, p. 34). A la recherche du secret du vivant, Aristote considère que « l'âme » recèle des fonctions cognitives qui sont partagées de manière hiérarchique par les végétaux, les animaux et les humains. L'intelligence est cette « partie de l'âme par laquelle celle-ci connaît et juge ».

⁵⁶ Il faut remonter au 5^{ème} siècle avant J.-C., pour trouver trace de ce concept que nous devons au philosophe présocratique Anaxagore. Le *noûs* désigne un système supérieur d'organisation du monde, une raison qui le gouverne (Fournier, 2022). Les philosophes latins traduiront le terme par *intellectus*, dont dérive l'intellect ou faculté de comprendre.

Ainsi, la question de la délimitation de l'intelligence dans la sphère du vivant ne date pas d'hier, mais prend une ampleur inattendue depuis quelques années (Doré, 2019; Waal, 2016). Selon Doré (2019), notre anthropocentrisme nous pousse à considérer les espèces proches de nous – physiquement ou génétiquement – comme plus intelligentes. Pour exemples, la préhension manuelle, l'utilisation d'outils ou encore la communication, sont perçues comme révélatrices d'une intelligence plus proche du « maître étalon » *Homo Sapiens*. Ainsi, nous surévaluons les animaux qui possèdent des habiletés apparentées aux nôtres :

Comme la reconnaissance de soi ou la métacognition, et nous sous-estimons les habiletés exceptionnelles que nous ne possédons pas, comme la navigation spatiale chez les oies, les cétacés ou les éléphants, ou l'écholocation chez les chauves-souris et les dauphins (Doré, 2019, p. 170).

Or, pour nos lointains ancêtres chasseurs-cueilleurs, l'intelligence du monde animal ne faisait aucun doute, ils s'y confrontaient chaque jour (Dehaene et al., 2018). Progressivement, et s'accompagnant d'un anthropocentrisme galopant, les intelligences humaine et animale furent dissociées, figées par la distinction entre l'*instinct* et l'*intelligence*. Cette vision demeure de l'antiquité au siècle des lumières. Au cours des XVII^{ème} et XVIII^{ème} siècles, alors que la pensée commence à s'émanciper de la religion (Fournier, 2022), les philosophes portent des réflexions variées et novatrices : Rousseau et Kant dissertent notamment sur la différence entre l'*instinct animal* et la *raison humaine*.

Dans le même temps, Leibniz met en avant l'automatisme des actions et Spinoza souligne le rôle des affects. L'*innéisme* est alors fortement contesté, en premier lieu par Locke, qui propose une théorie empiriste de la connaissance. Dans son *Essai sur l'entendement humain* (1690), il tente de démontrer le mécanisme de l'intelligence consciente, seule façon de la saisir d'après lui (Dehaene et al., 2018). D'autant que pour Locke, toute connaissance et tout raisonnement provient de l'expérience sensible. Dans le livre IV « De la connaissance », il différencie notamment les connaissances « sensibles », « intuitives » et « démonstratives ». Des connaissances protéiformes qui nourrissent notre intelligence, ou plutôt nos intelligences (Section II. 2).

Pour les philosophes du XVII^{ème} siècle, « reconnaître aux animaux une intelligence, c'était ôter à l'Humain l'essentiel de sa spécificité » (Dehaene et al., 2018, p. 19). La vision dualiste de l'intelligence perdure donc, et se renforce même autour de la notion d'instinct.

Au 18^{ème} siècle c'est la liberté qui, de plus en plus, caractérisa l'intelligence humaine. Rousseau, dans son *Discours sur l'origine et les fondements de l'inégalité parmi les hommes*, écrivait que contrairement à un être humain, un animal restera toute sa vie ce qu'il est au bout de quelques mois. Donc il n'est pas question d'apprentissage et ce que l'on prend pour de l'intelligence chez les animaux n'est que de l'instinct (Dehaene et al., 2018, p. 21).

Il faut attendre les progrès de la science, début XX^{ème} pour que les positions sur l'intelligence animale évoluent. Aujourd'hui, l'intelligence est perçue comme étroitement liée aux instincts et entrelacée avec eux, chez l'humain comme chez toutes les espèces intelligentes (Plotkin, 2001). A cet égard, *Instinct* et *Intelligence* représentent à présent « deux solutions divergentes, également élégantes, d'un seul et même problème : celui de l'adaptation » (Bergson, 1907, cité par Dehaene et al., 2018, p. 23).

1.	Pensée ou raisonnement abstrait	99 %
2.	Aptitude à résoudre des problèmes	98 %
3.	Capacité à acquérir des connaissances	96 %
4.	Mémoire	81 %
5.	Adaptation à l'environnement	77 %
6.	Vitesse mentale	72 %
7.	Capacité linguistique	71 %
8.	Capacité en mathématiques	68 %
9.	Culture générale	62 %
10.	Créativité	60 %

Figure II.3 Classement des caractéristiques essentielles de l'intelligence selon un échantillon de 661 experts (Snyderman & Rothman, 1987, repris par Chartier & Loarer, 2008, p. 10)

II.F.1 L'intelligence selon Piaget

D'après la conception Piagetienne, l'adaptabilité représente la dimension synchronique de l'adaptation. Comme le souligne Fournier (2022), Jean Piaget est avant tout un épistémologue : il recherche une théorie générale de la connaissance. Il veut décrire l'ontogenèse – l'évolution de l'esprit du nouveau-né à l'adulte –, tout comme Darwin avait inscrit l'évolution des espèces dans la phylogenèse. Mais la grande nouveauté introduite par Piaget dans le champ de la psychologie est sa conception de l'intelligence. Un des points clefs de la théorie de l'intelligence de Piaget :

A été d'affirmer que le développement de l'intelligence s'effectue dans le sens d'une construction de *structures logiques* [...] c'est à dire une vision de l'intelligence, en effet rigoureuse, mais qui ne prend pas en compte la souplesse de son fonctionnement, sa plasticité, sa capacité de jouer avec l'incertain, le probable, l'ambigu, le saugrenu, l'incongru, l'approximatif (Oléron, p. 1989, p. 75).

Pour Piaget, le développement de l'intelligence est le fruit d'un processus général d'adaptation, dans lequel interagissent les structures mentales (l'inné) et la prise en compte du monde extérieur (l'acquis). C'est en internalisant son environnement – qu'il soit physique, social ou culturel – que se développe l'intelligence. Selon Piaget (1967), l'adaptation psychologique à laquelle l'intelligence donne lieu est un processus qui permet le maintien d'un équilibre entre les fonctions d'assimilation et d'accommodation, deux notions fondamentales : « L'assimilation permet d'intégrer les objets ou les événements de l'environnement à des structures cognitives existantes. L'accommodation représente la fonction opposée qui modifie les structures cognitives pour qu'elle puisse assimiler un nouvel objet ou événement » (Doré, 2019, p. 172). En avançant que l'intelligence se construit par interaction entre l'inné et l'acquis, Piaget propose une conception nouvelle de l'intelligence dans le champ de la psychologie. Il ouvre la voie aux grandes (r)évolutions que vont connaître les différentes branches de la psychologie durant la fin du 20^{ème} siècle, notamment l'avènement des neurosciences⁵⁷. Désormais, les scientifiques peuvent voir se constituer et se consolider les réseaux de neurones tandis que nous apprenons ou interagissons avec autrui. Pour autant, la communauté des neuroscientifiques s'accorde aujourd'hui encore sur la conception de l'intelligence formulée par Piaget : une capacité à s'adapter à son environnement. Selon lui l'intelligence n'est pas ce que l'on sait, mais ce que l'on fait lorsqu'on ne sait pas ce que l'on fait.

⁵⁷ A l'interface de la biologie et de la psychologie, les neurosciences ont connu des avancées spectaculaires, ponctuées de découvertes prodigieuses notamment grâce aux techniques d'imagerie (IRM) qui permettent d'observer le système nerveux en fonctionnement.

II.F.2 Du comportement à l'intelligence du vivant

Bien que nous sachions aujourd'hui que tous les êtres vivants s'adaptent et communiquent – même les plantes (Mancuso & Viola, 2019) – il subsiste quelques résistances quant à l'extension du concept d'intelligence. Nous pensons trouver l'explication dans la formulation qui en est faite trivialement. Comme l'évoque Doré, certains chercheurs en psychologie comparée de la cognition considèrent l'intelligence comme une étiquette qui fait référence au « répertoire complet d'habiletés cognitives spécifiques à une espèce » (2019, p. 169). Dans cette perspective, l'intelligence décrit « ce que possède » une espèce ou un individu. Déjà à la fin du XIX^{ème} siècle, une confusion entre cognition et intelligence se faisait ressentir : Hippolyte Taine avance que l'on « entend aujourd'hui par intelligence ce que l'on entendait autrefois par entendement ou intellect, à savoir la faculté de connaître » (1870, p. 1). Il précise plus loin que les termes *faculté*, *capacité* et *pouvoir* ne sont que des noms caractérisant des faits aux caractères communs, et non une « essence mystérieuse et profonde » que l'on ne saurait appréhender. Faits que l'on peut rattacher à une définition plus récente de l'intelligence, qui se différencie bien de la notion de *cognition*. D'autre part, l'intelligence est souvent mesurée à l'aide de tests psychométriques (Cédile, 2013) ou du niveau de réussite sociale et économique (Neisser et al., 1996, p. 82). Dans cette perspective anthropocentrée⁵⁸, elle est appréhendée comme un état : « ce qu'est l'individu ». Toutefois, nous ne souscrivons à aucune de ces conceptions, mais plutôt à une approche de l'intelligence comme *comportement*.

Aussi cette conception de l'intelligence comme comportement adapté est-elle valable tant chez l'être humain que chez l'animal (Doré, 2019, p. 172). De façon plus large encore, Dehaene affirme que « l'on peut parler d'intelligence dès qu'il y a une adaptation d'un organisme à son milieu » (2018, p. 34). Ce qui permet d'inclure tout le règne du vivant dans une acceptation élargie du terme intelligence. En effet, « une certaine intelligence, minimale, s'est manifestée très tôt dans l'évolution. On peut presque dire : dès que la vie est apparue, puisque les organismes ne pouvaient survivre qu'en s'adaptant aux différentes caractéristiques de leur environnement » (Dehaene et al., 2018, p. 34). Par la suite, l'accroissement des interactions et des comportements sociaux ont permis le développement de formes de plus en plus complexes de coopération et de compétition, engendrant une véritable *escalade de l'intelligence du vivant*.

⁵⁸ Quand on cherche à mesurer l'intelligence animale ou à la comparer avec la nôtre, « on le fait dans un contexte décalé, anthropocentré. On n'aurait jamais l'idée d'engager une voiture dans la mer pour conclure qu'elle est moins intelligente qu'un bateau. Pourtant c'est ce que l'on fait avec les différentes espèces » (Picq, 2019, p. 66).

A l'image de la vie, l'intelligence s'est alors développée de manière « buissonnante », produisant des formes variées et originales⁵⁹, que nous considérons comme telle depuis peu. Les comportements sont constitués « par les actions de caractère téléonomique visant à utiliser ou transformer le milieu ainsi qu'à conserver ou à augmenter les pouvoirs que les organismes exercent sur lui » (Piaget, 1976, p. 8). La téléonomie désigne la conduite qui s'oriente à l'évidence vers un but, une finalité. L'aspect téléonomique du comportement, nécessite le recueil d'informations détaillées sur le milieu auquel doivent s'appliquer les actions.

A cet égard, nous avons coutume de considérer que pour qu'un comportement soit produit, il faut un *cerveau*. Sur ce point, Damasio (2010a) affirme qu'il existe trois sortes de cerveaux⁶⁰, de plus en plus complexes : i) celui des mollusques, qui produit du comportement ; ii) celui des insectes, qui produit du comportement et de l'esprit ; et iii) celui des mammifères, qui produit comportement, esprit et conscience (comme le nôtre).

Or il s'avère que des créatures dépourvues de cerveau comme les amibes, produisent des comportements considérés comme « intelligents et finalisés » (2010a, p. 44). Ainsi « longtemps avant que les créatures vivantes aient un esprit, elle faisaient preuve de comportements efficaces et adaptatifs ressemblant en tout point à ceux qui se manifestent chez les créatures dotées d'un esprit conscient » (Damasio, 2010a, p. 43).

Lorsqu'un être vivant se comporte intelligemment et avec assurance en société, nous partons du principe que ce comportement résulte à la fois d'une capacité d'anticipation et de réflexion, et de mécanismes complexes – et que cette capacité et ces mécanismes s'appuient sur un système nerveux. Or il apparaît désormais clairement que de tels comportements auraient également pu naître chez de simples cellules isolées (bactéries) dès l'aube de la biosphère (Damasio, 2017, p. 15).

Par ailleurs, les bactéries⁶¹ – plus anciennes formes de vie connues à ce jour – « agissent parfois intelligemment » selon Damasio (2017, p. 36), alors même qu'elles ne disposent ni d'esprit ni de cerveau. Collectivement, elles forment pourtant « une dynamique sociale complexe, quoique non réfléchie, au sein de laquelle elles peuvent coopérer avec leurs semblables⁶² » (p. 36).

⁵⁹ L'exemple de la pieuvre, qui fait montre d'une intelligence assez raffinée malgré l'absence de cerveau centralisé, est assez parlant. Ses multiples ganglions contribuent à une intelligence distribuée au sein d'un seul et même corps.

⁶⁰ A cela nous pourrions ajouter l'émergence récente d'un quatrième type de cerveau, évoqué notamment par Lévy (1994) ou encore De Rosnay (2018) : le cerveau « global », « planétaire », qui repose sur les technologies informatiques, dont internet est l'exemple le plus parlant.

⁶¹ Formées seulement d'une cellule sans noyau, on estime qu'elles sont apparues sur terre il y a 4 milliards d'années. Parmi leurs étonnants « comportements », il semble qu'elles adoptent des attitudes qualifiées de « morales » : lorsqu'elles détectent des « déserteurs » dans leurs rangs, c'est-à-dire des individus ne participant pas à la défense du groupe ou ne remplissant pas leur part du travail, « elles les évitent alors par la suite » (Damasio, 2017, p. 34).

⁶² Et ce, qu'elles partagent ou non le même génome.

Parmi la palette de comportements intelligents qu'elles produisent, « on observe des comportements sociaux élaborés, des formes de communication, d'analyse de situations » (p. 82), que l'on retrouve aux différents « niveaux d'évolution du vivant ». D'ailleurs :

Les comportements des animaux ne sont pas entièrement déterminés par des instincts issus d'une programmation génétique ni façonnés passivement par l'environnement. Ils ajustent leurs comportements aux situations grâce à leur cognition, qui leur permet d'acquérir, de traiter, d'emmagasiner, de récupérer l'information sur les objets, l'espace, le temps, les relations causales ou la communication (Doré, 2019, p. 168).

Par ailleurs, Damasio précise que « les composants distincts d'une cellule eucaryote se sont assemblés par coopération entre des créatures individuées plus simples, à savoir les bactéries qui ont troqué leur statut indépendant pour appartenir à un nouvel agrégat » (2010a, p. 46). Cette coopération constitue-t-elle une forme primitive de comportement, qui plus est *intelligente* puisque viable ? A des échelles plus grandes de complexité, certaines cellules s'organisent et forment à un niveau supérieur des systèmes variées et adaptatifs : les systèmes endocrinien, immunitaire et nerveux par exemple. Sont-ils pour autant producteurs de comportements ? Varela (2017) consacre notamment un chapitre à « l'intelligence collective des lymphocytes », considérant le système immunitaire comme cognitif. Concernant le système nerveux, Damasio affirme quant à lui que :

Les neurones portent *sur* le corps, et cette constante orientation vers le corps est ce qui marque toute l'histoire des neurones, des circuits neuronaux et des cerveaux. C'est, je crois, la raison pour laquelle la volonté de vivre implicite des cellules de notre corps s'est traduite en volonté consciente et mentale » (Damasio, 2010, p. 52).

En prêtant à des cellules nerveuses une « volonté », donc par extension une intentionnalité, Damasio étend de façon significative les éléments auxquels nous pouvons attribuer la production de comportements. Plus que la présence d'un cerveau, c'est l'existence d'un système cognitif qui permet de produire des comportements. En effet, « ce sont les processus cognitifs, en particulier l'apprentissage et la mémoire, qui confèrent au comportement la flexibilité nécessaire pour faire face aux changements qui surviennent » (Doré, 2019, p. 48).

Les principaux modèles de l'intelligence, et les méthodologies de mesure qui en découlent, ont été conçus dans certains des contextes scientifiques et idéologiques particuliers. Depuis que la communauté scientifique a porté un intérêt particulier à l'intelligence, deux objectifs ont été poursuivis : *épistémologique* (la production de connaissance et l'étude, la critique de ces connaissances) et *pratique* (apporter des solutions et concevoir des méthodes pour répondre à des problèmes sociétaux). Ces deux objectifs, bien qu'interdépendants, n'ont pas été placés sur le même pied d'égalité : « Dans l'histoire contemporaine des recherches sur l'intelligence, c'est souvent le second objectif qui a précédé le premier » (Chartier & Loarer, 2008, p. 11). Ainsi, les tests d'intelligence tels que nous les connaissons aujourd'hui ont été élaborés en réponse à des besoins sociaux d'évaluation, ou à des phénomènes sociétaux :

Initialement en France pour juger du niveau d'adaptation scolaire d'élèves en difficulté, quelques années plus tard aux Etats-Unis pour sélectionner les recrues lors de la première guerre mondiale ou à des fins d'orientation professionnelle (Lautrey & Richard, 2005, p. 23).

Par conséquent, la mesure standardisée et instrumentalisée de l'intelligence – telle qu'elle fut conçue à l'origine – tenait pour finalité l'observation et le recensement de la population, tout du moins d'une partie. Or, nous touchons du doigt un premier paradoxe : comment évaluer une chose que l'on ne peut définir de façon précise ? Si l'empirie est nécessaire pour construire la connaissance, la connaissance est également nécessaire à l'élaboration de méthodes et d'outils de mesure. Le paradoxe est bien présent :

Construire de bons instruments de mesure nécessite une bonne connaissance de ce que l'on cherche à mesurer mais cette connaissance est elle-même dépendante des méthodes et instruments de mesure disponibles. Ce n'est donc que par un ajustement progressif et souvent laborieux de ces deux approches que la connaissance progresse (Chartier & Loarer, 2008, p. 12).

Le succès rencontré par ces tests dans des milieux variés, a fortement contribué à diffuser dans la société, une vision relativement monolithique, statique et déterministe de l'intelligence. Cette « première » conception a globalement perduré durant tout le XX^{ème} siècle. D'ailleurs, la prise en compte scientifique de l'intelligence coïncide avec l'émergence de la psychologie à l'aube du XX^{ème} siècle (Lieury & Léger, 2020). Si la psychologie n'a jamais réussi à donner une définition précise et univoque de l'intelligence (Fournier, 2022), elle a produit de nombreux efforts pour en mesurer les manifestations. Plus encore que celle de la définition de l'intelligence, la problématique de sa mesure est que « l'intelligence qui nous fait percevoir, décider et agir n'est pas toujours consciente » (Dehaene et al., 2018, p. 19), loin de là.

Se structurant autour de la psychométrie, la discipline s'est en grande partie constituée au travers de la mesure et de la comparaison de l'intelligence, notamment des enfants. Francis Galton, cousin de Darwin, développe ses recherches sur les différences interindividuelles afin de vérifier que la théorie de l'évolution s'applique au développement de l'intelligence chez l'Homme. Dans ce contexte, il crée des tests standardisés qu'il applique à de grands échantillons de parents et d'enfants pour étudier les aspects héréditaires. Il invente dans le même temps les principes d'étalonnages, de la régression et du coefficient de corrélation.

Dès la fin du XIX^{ème} siècle, l'éducation pour tous devient un enjeu majeur. La thèse majoritaire affirme que l'on hérite à la naissance et de manière définitive de nos capacités intellectuelles. Cette conception devient le support de politiques discriminantes. L'affrontement entre ceux qui soutiennent que l'intelligence est une faculté innée et ceux qui considèrent qu'elle est acquise par le milieu culturel et social est au cœur des débats scientifiques et politiques.

Or, peu à peu, un second débat émerge des avancées scientifiques portant sur la mesure⁶³ de l'intelligence : devons-nous la considérer comme une aptitude indivisible, que nous utiliserions dans des situations variées ou, *a contrario*, est-ce un ensemble de capacités spécifiques à un contexte singulier ? Ce questionnement repose donc sur la structure de l'intelligence. Tâchons d'y voir un peu plus clair, au travers des différentes conceptions qui se sont succédées et bien souvent chevauchées.

II.G.1 Les pionniers : Binet, Simon et Spearman

A l'orée du XX^{ème} siècle, le psychologue français Alfred Binet dirige le laboratoire de psychologie expérimentale de La Sorbonne. À la demande du gouvernement, qui souhaite repérer les enfants en difficulté scolaire, il élabore avec son collaborateur Théodore Simon « une échelle métrique de l'intelligence », le *test Binet-Simon* (1905). Cette dernière avait pour but de mesurer le retard mental, et non pas d'évaluer un niveau d'intelligence globale. Elle permet de représenter sur une même échelle, différents niveaux d'intelligence déterminés à l'aide d'épreuves dont la difficulté varie avec l'âge. Le célèbre test de QI (quotient intellectuel) mis au point par le psychologue allemand William Stern (1912), dérive de cette échelle psychométrique. Toujours utilisé aujourd'hui, il subira au fil des ans de nombreuses modifications, et remises en cause, contribuant à son amélioration.

⁶³ La mesure désigne « l'opération par laquelle des nombres (ou au moins des numéros) sont attribués aux choses » (Reuchlin, 1970, p. 153). Attribution effectuée selon des règles reconnues et respectées par ceux qui les utilisent.

Ce test « mesure certaines capacités d'abstraction du cerveau, mais certainement pas la totalité de ce que l'on appelle l'intelligence » (Dehaene et al., 2018, p. 90-91). Comme l'intelligence, de façon globale, émerge de systèmes plus spécialisés, le test de QI mesure davantage « l'espace de travail global » où circule des informations provenant des systèmes spécialisés.

Les pionniers de la recherche sur l'évaluation de l'intelligence défendaient l'unité du concept, dont découle le fameux « facteur g ». Ce dernier, mis au point par le psychologue anglais Charles Spearman (*General intelligence, objectively determined and measured*, 1904), repose sur une méthode qu'il a lui-même découverte : *l'analyse factorielle*. Cette méthode statistique et mathématique permet de rendre objectif et mesurable les liens entre les résultats obtenus dans différentes tâches, comme les tests d'intelligence. Ainsi utilisée, différents facteurs furent découverts, dont le *facteur g*. Ce modèle « monarchique » s'organise sur deux niveaux : un niveau élémentaire correspondant aux facteurs spécifiques à chaque tâche ; un niveau général composé d'un facteur commun à l'ensemble des tâches. Cela suppose que les tâches possèdent une part de variance partagée. Dans cette conception, le facteur général explique les variations de l'intelligence, indépendamment de l'environnement.

Chartier et Loarer soulignent que Binet et Spearman, bien qu'ayant adopté des approches méthodologiques et théoriques très différentes, « partagent une conception globale et unidimensionnelle de l'intelligence. Cette position se retrouvera également dans l'approche de Daniel Wechsler (1896-1981) » (2008, p. 16).

II.G.2 La controverse : de Thurstone à Sternberg

Cependant, l'existence de ce facteur unique et supérieur ne fait pas l'unanimité. Louis Thurstone (1938), doute en effet de l'existence d'un facteur général. Reprenant et perfectionnant les techniques d'analyse factorielles, il découvre l'existence de « facteurs de groupes ». Selon lui, Spearman a minimisé l'importance de ces derniers en sélectionnant de façon systématique les épreuves prises en compte. « Le facteur g serait donc le produit d'une sélection des épreuves et sa mise en évidence artificielle » (Chartier & Loarer, 2008, p. 17). A partir des résultats obtenus, Thurstone émet l'hypothèse d'une diversité de types d'intelligence et cherche à identifier des facteurs indépendants les uns des autres : *The vectors of the mind* (1935). A l'aide d'une batterie de 60 épreuves et en utilisant l'analyse factorielle, Thurstone tire des conclusions antinomiques aux théories de Spearman. En lieu et place d'un facteur g, il identifie 7 *facteurs primaires* indépendants : la compréhension verbale (V), la fluidité verbale (W), le raisonnement (R), la mémoire (M), l'aptitude spatiale (S), l'aptitude numérique (N) et la vitesse perceptive

(P). Thurstone donne ainsi naissance à une *théorie multifactorielle de l'intelligence*, qui suscite de vifs débats. Ouvrant la porte à une intelligence composite, en affirmant qu'elle est constituée de diverses compétences indépendantes les unes des autres, il permet de différencier l'intelligence mobilisée pour résoudre des problèmes arithmétiques, logiques ou géométriques, et celle utilisée pour manier les mots ou le sens des choses.

Dans le même temps, Thorndike (*Intelligence and its uses*) distingue dès 1920 : intelligence abstraite, intelligence concrète (mécanique) et intelligence sociale. Une théorie qui ne trouvera que peu d'échos, jusqu'aux années 1980. Robert Sternberg (1985) propose alors une « théorie triarchique » de l'intelligence, reposant sur trois composantes fondamentales : analytique, créative et pratique. Pour Sternberg, seule l'intelligence analytique est mesurée de manière significative par les tests utilisés jusque-là. Ses recherches suggèrent la nécessité d'un équilibre entre l'intelligence analytique, l'intelligence créative et surtout l'intelligence pratique nouvellement considérée. Les problèmes analytiques, que l'on rencontre dans les tests « standards » (Neisser et al., 1996, p. 79). Ceux-ci :

- Sont formulés par autrui
- Sont clairement et précisément définis
- Sont accompagnés de toutes les informations nécessaires à leur résolution
- N'admettent qu'une bonne réponse, qui ne peut être atteinte que par une seule méthode
- Sont détachés de l'expérience ordinaire ou d'un contexte particulier
- N'offrent que peu de motivation intrinsèque

A contrario, les problèmes pratiques :

- Nécessitent la reconnaissance et la formulation du problème
- Sont mal définis ou implicites
- Nécessitent la recherche d'informations
- Admettent plusieurs solutions et méthodes de résolution
- S'intègre aisément dans un contexte réel et requièrent de l'expérience
- Nécessitent une motivation/implication personnelle

L'intelligence pratique se manifeste par la connaissance tacite, définie comme « une connaissance orientée vers l'action, acquise sans l'aide directe d'autres personnes, qui permet aux individus d'atteindre des objectifs personnels » (Sternberg et al., 1995 cité par Neisser et al., 1996, p. 79). Par ailleurs, l'intelligence pratique n'est pas forcément une intelligence « motrice » mais davantage une intelligence « concrète ». Les résultats obtenus jusqu'à présent tendent à soutenir la distinction entre intelligence analytique et intelligence pratique.

Concernant l'intelligence créative, Spearman reconnaissait déjà son importance dans la conception de l'intelligence « générale ». Selon lui, l'acte créatif repose sur un « principe de corrélats » : mécanisme essentiel de la pensée analogique et métaphorique. Il implique l'identification de liens entre plusieurs idées/pensées, puis leur transfert dans un contexte différent. Il en résulte la production d'une « idée corrélative » inédite dans cet autre contexte. Selon cette approche, « le principe de corrélats est une des bases du facteur g, qui est au cœur de l'intelligence » (Lubart, 2005, p. 61). Ainsi pour Spearman, la créativité est un aspect très central de l'intelligence, directement lié au facteur g. En outre, si l'intelligence reflète la capacité d'affronter des situations de manière adaptée, puis à automatiser avec l'expérience les réponses pour en faire des routines ; *l'intelligence créative* se réfère à la résolution adaptée dans des tâches inhabituelles au début du continuum de nouveauté. Ainsi, « l'intelligence, dans un sens large, est davantage liée à l'intelligence créative quand la situation est très nouvelle » (Lubart, 2005, p. 63). Néanmoins, même quand un individu affronte un problème inédit de façon adaptée – donc intelligente – il ne produit pas toujours de solutions nouvelles. Par ailleurs, Guilford (1959) montre comment l'intelligence créative s'articule dans la « structure de l'intellect » (*Structure-of-Intellect*, SOI). Selon ce modèle, l'intelligence consiste à mobiliser un ensemble de capacités impliquant différents types d'opérations à des contenus variés afin de produire diverses structures de connaissances. Dans cette perspective, faire appel à une dimension spécifique de l'intelligence implique ces trois dimensions.

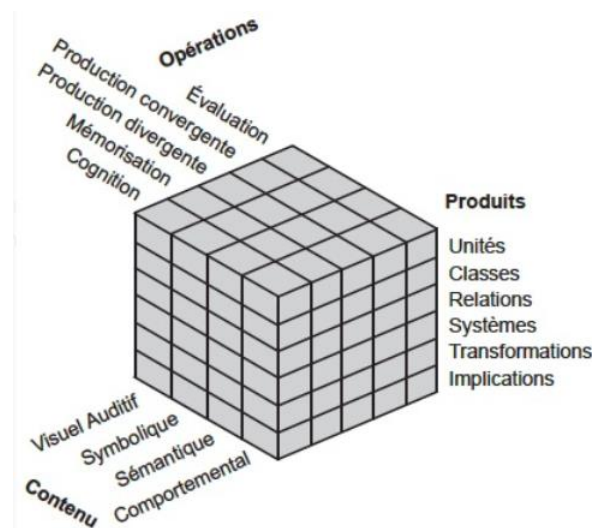


Figure II.4 Modèle des aptitudes humaines de Guilford (1959) représentant les trois faces de l'intellect

Dans ce cadre, l'intelligence créative nécessite l'intervention d'une opération en particulier : la pensée divergente⁶⁴. Cette opération mentale est mise en œuvre dans la recherche d'un grand nombre d'idées et de réponses à partir d'une même source (Demont, 2009, p. 183). Toutefois elle implique également, dans une moindre mesure, d'autres opérations (évaluation, pensée convergente, mémorisation, évaluation).

Ainsi, l'intelligence créative est considérée tantôt comme une manifestation de *g* face à la nouveauté (Spearman), tantôt comme une capacité contribuant à l'intelligence (Guilford). Une autre perspective considère que tout individu peut être créatif dans les multiples domaines de l'intelligence (Gardner). Dès lors, la nature de l'intelligence créative dépend de la situation. Aujourd'hui, l'intelligence créative « est de plus en plus considérée comme cruciale, du fait des changements rapides de notre monde technologique qui pose fréquemment des problèmes nouveaux et complexes nécessitant des solutions innovantes » (Lubart, 2005, p. 59).

II.G.3 La médiation : de Vernon, Horn, Cattell à Carroll

Il faut attendre la fin du XX^{ème} siècle pour entrevoir la possibilité d'un compromis entre ces deux perspectives. En outre :

L'opposition entre le modèle de Spearman et celui de Thurstone n'est en réalité qu'apparente. En effet, dans le modèle de Thurstone, bien que les aptitudes soient présentées comme indépendantes les unes des autres, les recherches indiquent que des corrélations existent entre les facteurs primaires (Chartier & Loarer, 2008, p. 17).

Dès lors, certains chercheurs (*Cf.* Horn et Cattell, 1966; Vernon, 1950, 1952) tentent de mettre à jour un modèle « hiérarchique » en analysant les corrélations entre facteurs de groupes. Cattell et Horn parviennent – en utilisant des analyses factorielles de second ordre – à isoler différents facteurs généraux : intelligence *fluide*, intelligence *crystallisée* et intelligence *visuo-spatiale*.

L'intelligence « fluide » (*g_f*), se caractérise par la capacité à raisonner indépendamment du contexte (Lautrey & Richard, 2005). Elle regroupe des facteurs primaires de raisonnement, indépendants des acquis, apprentissages et expériences. Plus précisément, il s'agit d'une « forme de raisonnement qui correspond à la capacité de penser logiquement et de résoudre des problèmes, par déduction ou induction, dans des situations nouvelles, *indépendamment des connaissances acquises* » (Houdé, 2019, p. 197).

Inversement, l'usage des connaissances acquises, ou ancrées correspond à l'intelligence « cristallisée » (*g_c*). Cette dernière est associée aux aptitudes verbale, numérique, de

⁶⁴ Pour exemple, la mobilisation d'un certain nombre de mots associés à un stimulus initial est une manifestation de la pensée divergente, produisant des « unités » dans le domaine sémantique.

raisonnement, qui entrent en jeu dans : la compréhension du langage, la richesse du vocabulaire, les capacités de lecture, etc. Contrairement à l'intelligence fluide, elle s'appuie sur des apprentissages et expériences, la rendant très dépendante de la culture et du contexte. D'autre part, Lubart (2005) précise que l'intelligence cristallisée joue un rôle-clé dans la créativité. En effet, la créativité requiert un certain niveau de connaissances (explicites ou implicites). Dans cette optique, *rien ne se perd et rien ne se crée, tout se transforme*⁶⁵ grâce à un processus d'association de « matériaux bruts ». Par conséquent, une base de connaissances associatives riche, structurée par de nombreuses connexions faibles entre éléments, est plus favorable qu'un petit nombre d'associations fortes entre différents concepts. Dès lors, la créativité – tout comme l'intelligence – est imprégnée de complexité. Enfin, le facteur de « visualisation générale » (g_v) recouvre les capacités primaires de visualisation, de souplesse/rapidité de structuration et d'orientation spatiale.

Alors que Cattell et Horn procèdent à une analyse « ascendante » des données, Burt et Vernon privilégient des analyses factorielles descendantes : « Ils extraient tout d'abord la variance du facteur général dans la batterie de test utilisée, puis observent que la variance restante se partage entre deux grands facteurs de groupe. Ils appellent le premier Verbal-Education (V-E) et le second Kinesthésique-Moteur » (Chartier & Loarer, 2008, p. 19).

Ces deux *modèles hiérarchiques* mirent ainsi en évidence que les deux camps avaient à la fois raison et tort. Néanmoins, le *modèle descendant* de Burt et Vernon comprend trois niveaux alors que le *modèle ascendant* de Cattell et Horn n'en contient que deux (pas de facteur général supérieur mais trois facteurs généraux). Par la suite, Carroll (1993) réalise une synthèse à partir d'une méta-analyse des travaux existants. Il observe que le modèle transcrivant le plus fidèlement les données se structure sur trois niveaux. Ce dernier « intègre l'ensemble des modèles précédemment fournis. On y retrouve ainsi le facteur g de Spearman, ainsi que la structure multifactorielle de Thurstone et une structure hiérarchique qui concilie à la fois le modèle de Cattell et Hornet celui de Burt et Vernon » (Chartier & Loarer, 2008, p. 21). Cette conception amène à modéliser la structure de l'intelligence de façon pyramidale :

- Une base composée de multiples aptitudes ;
- Reliées en « macrocompétences » à un niveau supérieur ;
- Constituant elles-mêmes un facteur unique « suprême », le facteur g .

⁶⁵ Cette maxime, attribuée à Lavoisier (*Traité élémentaire de chimie*, 1789), est une reformulation d'une phrase du philosophe grec Anaxagore : « Rien ne naît ni ne périt, mais des choses déjà existantes se combinent, puis se séparent de nouveau » (*De la nature*).

Le modèle hiérarchique de Carroll (1993), majoritairement reconnu en psychologie et utilisé pour la création de la plupart des tests d'intelligence « modernes », fait aujourd'hui l'objet d'un large consensus :

Le modèle hiérarchique des facteurs de l'intelligence est d'autant plus attractif qu'il apparaît compatible avec la conception communément partagée que l'intelligence refléchit ce que nous sommes capables de faire aussi bien que ce dont nous disposons qui nous en rend capables (Lautrey & Richard, 2005, p. 36).

Il permet de distinguer des formes variées d'intelligence (identifiées en particulier par les facteurs de niveau intermédiaire) relativement indépendantes entre elles. Parallèlement, les corrélations entre les épreuves témoignent d'une tendance statistique significative, justifiant la présence d'un facteur général. Néanmoins, on peut naturellement :

S'interroger sur le fait que ces modèles refléteraient la totalité de ce qui caractérise l'intelligence humaine. En particulier, dès lors que l'on considère l'individu engagé dans des tâches et des situations pratiques de la vie quotidienne, l'intelligence évaluée par les tests peut sembler insuffisante pour rendre compte de l'ensemble de ses fonctionnements adaptatifs (Chartier & Loarer, 2008, p. 21).

Tout en tenant compte du fait qu'un individu peut être performant dans un domaine sans nécessairement l'être dans tous les autres, cette conception n'étend pas suffisamment les aptitudes mesurées pour refléter l'ensemble des manifestations de l'intelligence.

Des intelligences « académiques⁶⁶ » :

- L'intelligence linguistique (ou verbale) : capacité à penser, saisir, formuler et exprimer ses idées. Elle consiste à utiliser le langage pour communiquer (à l'écrit et à l'oral). Éloquence, fluidité verbale et compréhension du langage en sont des manifestations.
- L'intelligence logico-mathématique : faculté de logique, d'analyse, d'observation ainsi que de résoudre des problèmes. Ce type d'intelligence facilite l'analyse des causes et conséquences d'un fait, l'émission d'hypothèses, la compréhension de phénomènes complexes, la manipulation des chiffres et l'exécution d'opérations mathématiques.

Des intelligences « relationnelles » :

- L'intelligence intrapersonnelle : capacité à se connaître, s'introspecter et faire preuve d'intuition. Elle est caractérisée par l'aptitude à faire preuve d'introspection, c'est-à-dire à s'auto-analyser. Identifier ses sentiments, analyser ses pensées, ses comportements et ses émotions en sont les principales manifestations. Cette forme d'intelligence permet de se comprendre soi-même, de voir ce que l'on est capable de faire, de constater ses limites et ses forces, en lien avec la métacognition. C'est aussi la propension à solliciter de l'aide si nécessaire.
- L'intelligence interpersonnelle : disposition à agir, collaborer et coopérer avec autrui. L'intelligence interpersonnelle – parfois appelée sociale – permet à l'individu d'interagir avec l'environnement humain/social. Elle permet de constater les différences de caractère, de nature, de motifs d'action d'un individu à l'autre. Elle se caractérise par l'empathie, la coopération, la tolérance et donne la possibilité de détecter les intentions de quelqu'un (théorie de l'esprit⁶⁷). Cette forme d'intelligence permet de résoudre des problèmes liés aux relations avec les autres et de résoudre des problèmes avec leur aide en générant des solutions collectives.

⁶⁶ Pour reprendre le terme employé par Sternberg (2000, 2003), par opposition à une *Successful Intelligence* – littéralement « intelligence de la réussite » mais que l'on pourrait traduire par intelligence « appliquée ».

⁶⁷ « Le concept de théorie de l'esprit (Theory of Mind en anglais [ToM]) désigne la capacité mentale d'inférer des états mentaux à soi-même et à autrui et de les comprendre. L'expression de « théorie de l'esprit » ne désigne donc pas une théorie psychologique mais une aptitude cognitive permettant d'imputer une ou plusieurs représentations mentales, par définition inobservables, aux autres individus. Le principe de base étant celui de l'attribution ou de l'inférence, les états affectifs ou cognitifs d'autres personnes sont déduits sur la base de leurs expressions émotionnelles, de leurs attitudes ou de leur connaissance supposée de la réalité » (Duval et al., 2011, p. 41).

Des intelligences « motrices » :

- L'intelligence visuo-spatiale : aptitude à percevoir et se représenter l'environnement physique. Grâce à elle chacun peut se faire une représentation spatiale du monde dans son esprit. Elle intervient notamment lors de l'interaction avec l'espace proche, dans la manipulation d'objet et l'appréhension des trajectoires (tâche d'anticipation-coïncidence).
- L'intelligence kinesthésique : capacité à utiliser son corps, à s'exprimer à travers lui. Elle permet de réaliser des tâches faisant appel à une motricité fine, lors d'exercices physiques, de pratiques sportives ou artistiques. On la retrouve également en lien avec l'artisanat, et plus généralement lorsque l'on évoque la notion de technique.

Des intelligences « environnementales » :

- L'intelligence musicale : propension à reconnaître, interpréter, créer des musiques, des rythmes, etc. Elle se manifeste par la sensibilité aux sons, rythmes et mélodies. L'oreille universelle en est une extension.
- L'intelligence naturaliste : tendance à observer, reconnaître, comprendre la nature et interagir avec elle. Plus récente dans le modèle TIM, elle se manifeste dans le rapport à la nature, la sensibilité au monde vivant en général.

II.H.1 *L'intelligence sociale*

Nous remarquons qu'un certain nombre d'intelligences portent sur le versant social, sont dirigées vers autrui. En effet, « la réalité humaine est fondamentalement sociale et l'exercice de l'intelligence, dans ce qu'il comporte d'aspects ou de composantes ou de déterminants, internes ou externes, ne peut se concevoir en dehors de ce contexte » (Oléron, 1989, p. 11).

La prise en compte de l'intelligence sociale a été évoquée relativement tôt. Dès 1920, Thorndike définit l'intelligence sociale comme la capacité de comprendre les autres et d'agir d'une façon adaptée dans les relations interpersonnelles. Elle recouvre deux aspects distincts : la *compréhension* d'autrui et l'*action* vis-à-vis d'autrui. Par la suite, Guilford (1967) – reprenant et étendant le modèle de classification tripartite de Thorndike – conçoit un modèle factoriel de l'intelligence composé de 120 habiletés intellectuelles. L'intelligence sociale y occupe un quart des habiletés. Au-delà de ces différences, ces auteurs ont en commun de considérer l'intelligence sociale comme la capacité à comprendre autrui et à mener des interactions sociales adaptées et efficaces.

Pour O'Sullivan, Guilford et deMille (1965), l'intelligence sociale fait référence à six habiletés cognitives :

- Habileté à identifier les états mentaux des individus
- Habileté à catégoriser les états mentaux d'autrui
- Habileté à interpréter les relations entre les comportements d'autrui
- Habileté à interpréter des séquences de comportements sociaux
- Habileté à répondre de façon flexible à des changements de comportements sociaux
- Habileté à prédire ce qui va se passer dans une situation interpersonnelle

Cette conception met l'accent sur la dimension finalisée de l'intelligence sociale⁶⁸ : elle permet à une personne de se comporter de façon adaptée dans une situation donnée.

Elle intègre le fait d'avoir une connaissance des règles sociales et de la vie sociale, de lire avec précision les indices non verbaux, de décoder les situations sociales, d'être flexible dans différentes situations sociales et d'être sensible dans des situations complexes (Traduction libre de Crowne, 2009, p. 151).

Ainsi, elle est définie comme la capacité à interagir efficacement avec les autres, en s'appuyant sur la connaissance des situations sociales et l'aptitude à percevoir/interpréter les situations avec précision (Crowne, 2009). Dans cette conception, l'intelligence sociale est un prolongement des intelligences interpersonnelles et intrapersonnelles de Gardner (1996).

Le social peut être *l'objet* sur lequel s'exerce l'intelligence, comme nous venons de l'évoquer. Toutefois il peut également en être la *source*. Lorsque les individus d'un collectif (équipe, groupe, organisation) « se trouvent en interaction, pour un travail en commun, la résolution d'un problème, un match de basket, une récolte par un fourmilière, ou dans une situation de désaccord ou de conflit » (Oléron, 1994, p. 52), ils peuvent produire une forme collective d'intelligence. Dans ce cas, Oléron évoque le concept de *systèmes multi-agents*⁶⁹, faisant également référence à une *intelligence distribuée*. Néanmoins, nous privilégions le terme d'intelligence collective reposant sur une cognition distribuée.

Par ailleurs Crowne (2009) affirme que l'intelligence sociale comporte un certain nombre de sous-ensembles : notamment l'intelligence émotionnelle et l'intelligence culturelle. A ce propos, Oléron considère que faire preuve d'intelligence sociale c'est « connaître les lois,

⁶⁸ Un premier instrument de mesure de l'intelligence sociale a été développé dès 1927 (Moss & Hunt, 1927). Il s'agit du *Washington Social Intelligence Test* (GWSIT) : échelle composite comprenant sept subtests permettant le calcul d'un score agrégé d'intelligence sociale.

⁶⁹ Le domaine des systèmes multi-agents (SMA) est une branche relativement récente de l'intelligence artificielle (IA). S'appuyant sur les métaphores biologiques ou sociologiques, les SMA suggèrent une conception « socialisée » des systèmes artificiels intelligents, s'inspirant directement des phénomènes collectifs naturels.

règles, pratiques de son groupe, savoir découvrir celles des autres groupes en contact ou en conflit avec le sien. C'est prévoir les modes de réaction des personnes, [...] leurs dispositions et capacités » (1994, p. 51). Dans cette perspective, si le groupe en question est issu d'une culture différente, il s'agit bien d'une intelligence sociale à portée culturelle, nous y reviendrons. D'autre part, de nombreux comportements sociaux humains et animaux (Waal, 2016) – qu'il s'agisse d'empathie, de coopération ou de compétition, – reposent sur les émotions.

II.H.2 *L'intelligence émotionnelle*

Peu à peu, les sciences biologiques dotent les émotions d'une valeur adaptative⁷⁰ permettant un équilibre psychologique (Damasio, 2005, 2010b). Si l'intelligence sociale a creusé son sillon dans certaines conceptions de l'intelligence dès 1920 :

De leur côté, les différents modèles psychométriques de l'intelligence proposés au cours du 20^e siècle passent largement sous silence les facteurs émotionnels et motivationnels qui peuvent influencer son fonctionnement. Toutefois, dans les années 1940, David Wechsler (1896-1981), créateur des échelles d'intelligence du même nom, publie plusieurs articles sur les facteurs non intellectuels de l'intelligence, en l'occurrence les traits de personnalité, la motivation et les émotions (Grégoire, 2022, p. 42).

Il faut attendre la fin du XX^{ème} siècle pour trouver trace d'une forme d'intelligence émotionnelle. Peter Salovey et John Mayer en publient un premier modèle en 1990. Elle est alors conçue comme une composante de l'intelligence générale, chargée de la gestion des émotions. En son sein, ils identifient quatre aptitudes coordonnées :

- La perception de nos propres émotions et de celles d'autrui (au travers du visage, de la voix, des images et des productions culturelles) ;
- La régulation de nos émotions et de celles d'autrui (le contrôle de leur intensité, de leur durée) ;
- L'utilisation des émotions pour faciliter différentes activités cognitives (comme stimuler sa créativité ou entretenir sa motivation) ;
- Enfin, la compréhension des émotions (distinguer la joie de la tristesse, identifier les causes d'un changement d'émotion).

La théorie exposée par Gardner, bien que dérangeant une partie de la communauté scientifique, va être étoffée au cours de la décennie suivante. Réfutant la conception d'une intelligence

⁷⁰ En publiant *L'Expression des émotions chez l'homme et les animaux* (1872), Charles Darwin, analyse l'expression des émotions du point de vue évolutionniste. Cet ouvrage amorce un changement majeur de regard sur les émotions (Grégoire, 2022).

générale nourrit par des aptitudes plus élémentaires, elle ouvre la porte à des conceptions nouvelles. Elle va donner naissance à une conception de « l'intelligence émotionnelle » différente du facteur g ou du QI, que popularise le psychologue américain Daniel Goleman (1995). Dans cette perspective, l'intelligence émotionnelle « correspond à la manière spécifique de chaque individu de percevoir ses émotions et d'y réagir de manière cohérente et systématique » (Grégoire, 2022, p. 45). Elle « fait référence aux processus impliqués dans la reconnaissance, l'usage, la compréhension et la gestion de ses propres états émotionnels et de ceux d'autrui, pour résoudre les problèmes et réguler son comportement » (Lautrey & Richard, 2005, p. 100-101). En pratique, elle repose sur la coalition de différentes ressources conatives, cognitives et somatiques pour faire face à une situation donnée. Ce qui renvoie à la définition de la compétence (Delignières, 2009). Comme le soulignent Lautrey et Richard (2005), plusieurs auteurs préfèrent d'ailleurs parler de *compétences émotionnelles* (Scherer, 2002) ou de *compétences sociales* (Argyle, 1994). Grégoire (2022) précise ainsi que la majorité des recherches utilisent à présent le terme *compétence émotionnelle*, dont les manifestations sont révélatrices d'une *intelligence émotionnelle*. Le débat entre une conception de l'intelligence émotionnelle comme *aptitude intellectuelle* ou *trait de personnalité* subsiste malgré tout.

Dans son ouvrage, Goleman (1995) passe en revue une série d'études menées dans les domaines des neurosciences et de la psychologie, réhabilitant les émotions jusqu'alors perçues comme ennemies de la raison. Il postule que celles-ci, par leur « caractère hautement adaptatif », nous permettraient de faire les bons choix dans des situations complexes, incertaines, urgentes. L'intelligence émotionnelle a l'avantage de la rapidité face au raisonnement rationnel. D'autre part, Goleman explique que l'intelligence émotionnelle prédit beaucoup plus efficacement la réussite professionnelle que ne peut le faire le QI. Toutefois, à trop étendre un concept, on le vide de sa substance. Sous le terme d'intelligence émotionnelle, « Goleman tend à saisir à peu près tout ce qui n'est pas le QI » (Hedlund & Sternberg, 2000, p. 146, cité par Lautrey & Richard, 2005, p. 100). Cette extension peut être contestée, car considérée comme « abusive » (Sternberg, 1999). Elle peut en effet regrouper l'habileté à interagir avec autrui, à démontrer un fonctionnement social efficace, à s'adapter à un milieu social nouveau, à juger des sentiments, humeurs et motivations d'autrui, à décoder les indices non verbaux, à faire preuve d'empathie, etc. Une telle inclusivité rend particulièrement hasardeuse la mise au point d'instruments d'évaluation⁷¹.

⁷¹ Malgré tout, Salovey et ses collègues ont développé un test d'intelligence émotionnelle nommé *Multifactor Emotional Intelligence Scale* (MEIS, *échelle multifactorielle d'intelligence émotionnelle*, Mayer, Salovey & Caruso, 1997).

Dans *L'Erreur de Descartes*, Damasio (2010b) montre que les systèmes impliqués dans le raisonnement « rationnel » et la prise de décision sont identiques à ceux intervenant dans la perception et les émotions. Les processus en jeu se produisent au niveau du cortex préfrontal et de l'amygdale. Nos émotions de base sont en réalité des calculs de notre système cognitif, utiles à l'organisme. Issue de notre évolution en tant qu'espèce, elles constituent une véritable *intelligence émotionnelle* non consciente (Dehaene et al., 2018, p. 46), mais déterminante pour la plupart de nos actions. Les travaux de Damasio (1999, 2005) pointent ainsi les avantages adaptatifs que nous confèrent nos émotions. En réalité, Damasio met en exergue l'intelligence des émotions, davantage que l'intelligence émotionnelle. D'autre part, « les émotions, en grande partie, nécessitent la capacité de prédire. Beaucoup de tâches intelligentes nécessitent d'ailleurs la capacité à prédire » (Dehaene et al., 2018, p. 205). Cette capacité est parfois rattachée à la notion d'intuition. A ce propos, certains auteurs suggèrent que les émotions sont le langage de l'intuition et que l'intuition permet de porter nos émotions à notre conscience (McCraty & Zayas, 2014). En effet, les émotions sont à l'origine de notre pensée (Grégoire, 2022), de notre conscience d'exister et du sentiment même de soi (Damasio, 1999).

II.H.3 *L'intelligente intuitive : heuristique versus conscience*

Selon Doré, l'anthropocentrisme et la rareté des comportements ne sont pas des critères suffisants pour être considérés comme un signe d'intelligence. En revanche, « la faculté de résoudre un problème de façon spontanée ainsi que l'innovation seraient des critères à retenir » (2019, p. 172). Ces caractéristiques sont souvent attribuées au concept d'intuition. Du latin *intuïtere*, « voir », l'intuition désigne une connaissance immédiate et, pour cette raison, évidente. Elle recoupe un ensemble complexe de processus cognitifs, affectifs et somatiques interdépendants, dans lesquels il n'y a pas d'intrusion apparente de pensée délibérée et rationnelle (Hodgkinson et al., 2008).

« L'intuition est cette reconnaissance immédiate qui ne recourt pas au raisonnement : elle va droit au but, instantanément [...] joueurs d'échecs, footballeurs, médecins, peintres et même pompiers, tous prennent des décisions très rapides qui sont autant de solutions à des problèmes, de voies nouvelles et d'ouverture créatrices » (Bohler et al., 2019, p. 47).

Ainsi, l'intuition regroupe plusieurs aptitudes qui renvoient directement aux intelligences émotionnelles, intrapersonnelle, interpersonnelle voire existentielle de Gardner (1983). Pour Varela, loin d'être une « entité brumeuse » ou une « chose vague » (2017, p. 311), l'intuition est – avec la réflexion – l'une des deux grandes aptitudes humaines élémentaires que nous mobilisons et cultivons dans la vie quotidienne.

Si d'un côté l'intuition est une forme de « raisonnement subconscient » (Dehaene et al., 2018, p. 178), intimement liée à nos expériences (Varela, 2017), la réflexion est son pendant pleinement conscient. Pour autant, Damasio (2010a) précise que les processus conscients – même les plus avancés – sont fondés sur des processus non-conscients antérieurs.

Dans la continuité de l'intelligence émotionnelle, la notion d'intelligence intuitive fait discrètement son apparition. Longtemps délaissée au profit de l'intelligence « rationnelle », la notion d'intelligence intuitive constitue peu à peu un thème de recherche privilégié pour les neurosciences. Bien souvent, elle est définie comme une forme d'intelligence reposant sur l'expérience et l'induction, nous permettant d'agir rapidement, avec une remarquable efficacité (Gigerenzer, 2007, 2009). Pour certains chercheurs, l'intuition est l'intelligence de notre inconscient (Hodgkinson et al., 2008; McCraty & Zayas, 2014). Ce dernier, véritable « espace de stockage » accessible de manière instantanée, nous permet de procéder par analogie, par association. En effet, « l'inconscient cognitif est beaucoup mieux formaté que la conscience pour trouver les solutions aux problèmes que l'on rencontre » (Nusbaum & Olano, 2022, p. 48). C'est pourquoi Gigerenzer considère l'intuition comme un véritable « inconscient d'adaptation », au point d'assimiler les termes « intuition » et « instinct », caractéristiques principales d'*Homo Heuristicus* (Gigerenzer & Brighton, 2009). D'autre part, « l'intuition se distingue de l'intellect par le fait qu'elle échappe au processus mental conscient » (Cholle, 2007, p. 21). Souvent associée à des processus mentaux immédiats, elle opérerait indépendamment de la raison. Mais est-ce véritablement le cas ?

En 2012, Daniel Kahneman formule la théorie du système « à deux vitesses ». Le système 1 repose sur des stratégies *heuristiques*, relativement rapides et automatiques ; opposé au système 2, basé sur des stratégies *analytiques*, plus lentes et contrôlables. Ce contrôle attentionnel s'appuierait sur des algorithmes logiques, qui correspondent au « système de Piaget » selon Houdé (2019). Pour Kahneman, le premier système pourrait conférer un avantage lorsque nous sommes confrontés à des situations critiques nécessitant de réagir rapidement, comme le footballeur en cours de jeu. Dans ce cas, le raisonnement rationnel s'avèrerait trop lent. En revanche, lorsque le temps le permet, le système de pensée rationnel commettrait moins d'erreurs car reposant sur une analyse méthodique, essentiellement déductive. Néanmoins, l'existence de ces deux systèmes de façon séparée (Kahneman, 2012), interroge certains chercheurs, qui défendent plutôt un continuum entre l'intuition et le raisonnement conscient.

Pour Gigerenzer, face à des situations complexes, nous avons recours à ces deux systèmes dans des proportions variées. Selon lui, croire que notre intelligence serait uniquement consciente et réfléchie constituerait une erreur, mais l'intuition ne s'oppose pas pour autant à la logique. Il avance que les décisions intuitives reposent sur ce qu'on appelle des *heuristiques* (Gigerenzer et al., 2011).

Ainsi, loin de s'opposer à une *intelligence rationnelle* parfaitement logique, les heuristiques sont complémentaires et bien souvent révélatrices d'un niveau élevé d'expertise. Par conséquent, le passage d'un système à un autre dépend de la complexité du problème d'une part, et des connaissances de l'individu d'autre part. Ce « changement d'aiguillage » reposerait sur un tiers système : Reprenant les postulats de Kahneman (2012), Houdé propose que « le système 3 inhibiteur, vicariant⁷², de nature métacognitive et autoévaluative, soit celui qui arbitre entre les stratégies heuristiques (système 1, Kahneman) et les stratégies algorithmiques (système 2, Piaget) » (2019, p. 139). Il précise également que le système 3 (inhibiteur) pourrait par la *pédagogie et un apprentissage intense* devenir inconscient, voire aussi rapide que les heuristiques du système 1. Dans cette perspective, la clé de l'intelligence résiderait dans un système d'arbitrage entre l'intuition et le raisonnement conscient : « C'est en tenant compte des trois composantes, heuristiques, algorithmes et inhibition, que l'on peut s'approcher de ce qu'est réellement l'intelligence » (Houdé, 2019, p. 20).

II.H.4 L'intelligence situationnelle de l'expert

Dans bien des cas, nous pouvons posséder des capacités hors du commun – qu'elles soient cognitives, athlétiques, relationnelles, artistiques, ou autres – mais ne pas être en mesure de les utiliser à certains moments ou dans certaines situations, c'est-à-dire inhiber les bons mécanismes au moment opportun. Cette *intelligence situationnelle*, est une « capacité de lecture du réel et de projection de celui-ci » (Autissier, 2009, p. 18). En effet, un des nombreux dénominateurs communs des manifestations de l'intelligence consiste à se projeter dans le temps de façon plus ou moins consciente et lointaine. Nous vivons ainsi la majeure partie du temps dans un *futur anticipé*, ayant pour préoccupation notre « à venir ».

⁷² En psychologie, la vicariance traduit la plasticité cognitive : « c'est le fait que le cerveau puisse chez un même individu (*intra*) ou chez des individus différents (*inter*) emprunter des chemins neuronaux différents (ou stratégies cognitives) pour atteindre le même but » (Houdé, 2019, p. 202). Elle « décrit l'aptitude à proposer des réponses différentes et d'en inventer de nouvelles, d'innover » (Picq, 2019, p. 75).

Une part considérable de notre intelligence vient alimenter les moteurs de recherche qui permettent de se remémorer — automatiquement et à volonté — les souvenirs de nos aventures passées. Ce processus est fondamental, car une immense partie de ce que nous stockons dans notre mémoire n'est pas liée au passé : ces éléments nous permettent plutôt d'anticiper le futur — celui que nous imaginons pour nous et pour nos idées. Ce processus d'imagination, [...] distingue à lui seul l'humain du reste des êtres vivants de cette terre. Cette recherche incessante de souvenirs liés au passé et à l'avenir nous permet en réalité de déceler la signification des situations présentes et de prédire leurs issues éventuelles, immédiates ou non, au fil de notre existence (Damasio, 2017, p. 141).

C'est pourquoi Nusbaum émet l'hypothèse que « l'intelligence n'est pas une capacité. Il s'agit davantage d'un état qui dépend du rapport que nous entretenons avec l'écosystème dans lequel nous nous trouvons » (Nusbaum & Olano, 2022, p. 46). L'intelligence serait alors un état dans lequel nous sommes à même de mobiliser nos capacités en lien avec un environnement, de façon située et dynamique. Sur ce dernier aspect, la chercheuse s'inspire des théories dynamiques pour caractériser trois niveaux d'intelligence. Du plus bas au plus haut, elle évoque :

- L'antiphase : décrit l'impossibilité d'exprimer ses capacités en adéquation avec la situation, le problème posé et l'environnement (le sportif balbutiant son jeu, le musicien n'étant pas dans le rythme) ;
- La compétence : caractérise le fait d'être « en phase » avec l'écosystème, de mobiliser ses capacités de manière adaptée ;
- La performance : illustre le niveau ultime de l'intelligence, qui se traduit par l'expression du plein potentiel de ses capacités, de façon optimale dans un contexte particulier (c'est l'éclair de génie, la partition parfaite, le coup imparable).

La performance est toujours éphémère, située car elle revient à s'adapter à son écosystème de manière proactive. D'autre part, Nusbaum (2021) considère la performance comme subjective, relevant nécessairement d'un consensus social. Dans cette conception, le passage de la compétence à la performance nécessite la reconnaissance collective. Ce qui ne manque pas de poser la question de l'objectivité d'un tel mécanisme d'évaluation. Par ailleurs, Nusbaum observe des spécificités constantes chez les individus « performants » :

- Une grande rigueur personnelle, une application et un sérieux dans l'action ;
- Un comportement très intuitif ;
- Une ouverture d'esprit, une curiosité, un intérêt marqué pour une multitude d'activités en dehors de leur domaine de compétences ;
- Une recherche perpétuelle du dépassement de soi, une tendance à se fixer des objectifs et à repousser ses limites ;
- Une grande confiance en soi et un fort sentiment de compétence.

Ces caractéristiques leur permettent d’absorber de nouvelles informations en permanence, d’être proactif en étant à l’initiative des actions et de prendre des risques « mesurés ». Pour Nusbaum, cela s’explique par une plus forte modularité cérébrale grâce à des réseaux locaux très développés. L’imagerie cérébrale révèle en effet une structure du système nerveux davantage basée sur de petits modules internes fonctionnant de manière très spécialisée. Autrement dit, le cerveau performant est fortement décentralisé, distribué. Ce qui se traduit par une sur-représentativité de l’intuition par rapport à la réflexion (Nusbaum & Olano, 2022). La performance nécessite alors d’optimiser son *inconscient cognitif* – ou plutôt son *non conscient cognitif* – d’autant que « 90 à 95% de notre activité cérébrale est inconsciente et [...] seulement 5 à 10% est consciente, comme l’analyse, le raisonnement ou la prise de décision, qui se situent surtout au niveau du cortex préfrontal à l’avant du cerveau » (p. 48).

Oléron souligne quant à lui l’antagonisme entre intelligence et compétence : La compétence « relève de la routine ou, au moins, risque de s’y enfoncer » alors que l’intelligence « s’en libère et va dans le sens de l’innovation » (1994, p. 124). Ce point de vue replace la créativité au centre de la conception de l’intelligence de l’expert. En effet, pour Oléron (1994), l’expertise – traits et caractéristiques de l’*expert* – correspond à des connaissances, mais aussi à la capacité de résoudre les problèmes du domaine concerné, donc à être performant. Puisque la performance constitue le niveau optimal d’intelligence (au-delà de la compétence), donc d’adaptativité, elle peut être mesurée en termes d’abondance, de persistance et d’efficacité⁷³. Par conséquent, nous pourrions qualifier d’expert, un individu produisant des performances abondantes, persistantes et efficaces dans un domaine spécifique. Ce qui constitue la preuve d’une intelligence situationnelle. Toutefois l’expert – pour le rester – doit être capable de prendre un certain recul sur son expertise. Cette distanciation le rend capable de *gérer* ses compétences. Ce qui pourrait conduire selon Oléron, à une nouvelle définition de l’intelligence. Ou bien simplement faire référence à une forme d’intelligence particulière, se rapprochant de l’intelligence intrapersonnelle de Gardner.

II.H.5 L’intelligence culturelle

Enfin, parmi les formes « sociales » ou « socialisantes » d’intelligence, abordons à présent le concept d’*intelligence culturelle*, qui est apparu récemment dans la littérature. Elle est considérée comme la capacité d’interagir efficacement dans plusieurs cultures. Nous entendons

⁷³ Cf. *De l’adaptation à l’adaptativité* (p. 229).

par culture « le large éventail de pratiques, techniques, de méthodes, d'outils, de motivations, de valeurs et de croyances que nous acquérons en grandissant, le plus souvent en apprenant des autres » (Henrich, 2019, p. 21). Crowne (2009) précise qu'il n'existe pas de compréhension claire de la façon dont elle est liée aux autres formes d'intelligence. Peterson (2004, p. 89), cité par Crowne, estime que l'intelligence culturelle est :

La capacité de s'engager dans un ensemble de comportements qui utilisent des compétences (par exemple, des compétences linguistiques ou interpersonnelles) et des qualités (par exemple, la tolérance à l'ambiguïté, la flexibilité) qui sont accordées de manière appropriée aux valeurs et attitudes culturelles des personnes avec lesquelles on interagit » (Crowne, 2009, p. 150).

Il s'agit d'une capacité qui permet aux individus de comprendre comment agir et d'interagir de façon adaptée dans un large éventail de cultures. A ce titre l'intelligence culturelle traduirait une forme de *méta-intelligence sociale*. D'ailleurs, l'intelligence culturelle regroupe quatre composantes, dont la métacognition. A celle-ci se joignent la motivation, le comportement et la cognition (Crowne, 2009). Cette position renforce encore le constat selon lequel « nous sommes une espèce extraordinairement cognitive : notre niche écologique, c'est apprendre, faire des découvertes, et nous avons des émotions particulières pour ça — des émotions épistémiques » (Dehaene et al., 2018, p. 254). Par ailleurs, notre cerveau se caractérise « par un nombre inégalé de neurones von Economo⁷⁴, impliqués dans l'intelligence sociale » (Bockaert, 2017, p. 131).

L'idée d'une spécificité – pour ne pas dire supériorité – humaine refait dès lors surface : « S'il y a une intelligence qui caractérise *Homo sapiens*, bien que non absente chez les grands singes, c'est l'intelligence culturelle, soutenue et alimentée par la communication culturelle » (Bockaert, 2017, p. 124). Doré (2019), réserve quant à lui la culture aux êtres humains. Tout juste accorde-t-il des « traditions » aux chimpanzés. Il évoque également une forme d'intelligence culturelle chez l'Homme :

En puisant à même le réservoir de connaissances que lui ont transmis les générations précédentes et en enrichissant à son tour ce réservoir, chaque génération d'*Homo sapiens* trouve des solutions nouvelles et efficaces aux problèmes qu'elle rencontre. La culture humaine est cumulative et elle est assurée notamment par l'enseignement (Doré, 2019, p. 146).

⁷⁴ En 1925, le psychiatre Autrichien Constantin von Economo décrivait, chez l'homme, ces neurones particuliers localisés dans le cortex et impliqués dans la cognition sociale.

L'intelligence culturelle est acquise, plutôt qu'innée⁷⁵, bien que nous ayons été dotés de mécanismes cérébraux pour la mettre en œuvre. Pour Bockaert, une des caractéristiques essentielles de l'intelligence culturelle est « la capacité à transmettre ses connaissances par la communication gestuelle, verbale et écrite via des médias divers » (2017, p. 125). On accumule et partage ainsi tout au long de sa vie, et au fil des générations, une quantité considérable de connaissances sur le monde. L'intelligence culturelle s'exprimerait alors sur une temporalité longue, nécessitant des capacités d'apprentissage d'une part, une volonté de transmission doublée d'un système d'enseignement d'autre part. Or, Doré précise qu'il « est tentant d'affirmer que l'apprentissage social chez les animaux inclut également l'enseignement » (2019, p. 146). Nous pensons en priorité à l'apprentissage de la chasse chez les félins, ou à la recherche de nourriture chez certains primates. Toutefois, il est bien difficile de vérifier cette hypothèse⁷⁶, *a fortiori* en milieu naturel.

Néanmoins d'après certains auteurs, plusieurs aspects importants des productions culturelles humaines ont été préfigurés par les comportements d'organismes moins complexes. Dans son dernier ouvrage, *L'ordre étrange des choses : La vie, les sentiments et la fabrique de la culture* (2017), Damasio avance que ce que nous considérons aujourd'hui comme des *Cultures*, sont « nées sans crier gare au sein des formes de vie mono cellulaires sous la forme d'un comportement social efficace guidé par l'impératif homéostatique. Les cultures pleinement dignes de ce nom n'ont émergé que plusieurs milliards d'années plus tard » (p. 263), guidées par nous autres êtres humains, animés d'une forme d'intelligence créatrice et culturelle.

Damasio affirme que les comportements sociaux complexes de ces organismes « simples » sont le produit de l'adaptation du processus vital qu'est l'impératif homéostatique. Varela (2017) souligne également le rôle de l'homéostasie dans l'émergence de stratégies individuelles et collectives avantageuses d'un point de vue évolutif. Ainsi, « les sentiments ont joué un rôle d'arbitre et ont contribué à la persistance de certains phénomènes (religion, musique, art, etc.) parce qu'ils recelaient d'innombrables avantages homéostatiques. La sélection culturelle a fait en sorte que les concepts et les institutions liés à ces idées soient adoptés » (Damasio, 2017, p. 262).

⁷⁵ Elle n'existe pas chez les enfants « sauvages » par exemple.

⁷⁶ A ce titre, Caro et Hauser de l'Université d'Harvard ont établi trois critères pour définir les situations d'enseignement : 1) un animal modèle doit produire un comportement différent de celui qu'il aurait émis en l'absence d'un observateur modifiant les conditions environnementales ; 2) en modifiant son comportement, l'animal modèle subit un coût sur le plan des ressources énergétiques, ou n'en tire pas un bénéfice immédiat ; et 3) il tire un bénéfice à long terme de l'enseignement qu'il a prodigué. Par ailleurs, l'enseignement doit permettre à l'apprenant d'acquérir de nouvelles connaissances/habilités plus tôt ou vite qu'il ne l'aurait fait par un autre moyen.

Or, depuis des millions d'années, certaines espèces – notamment les insectes sociaux – ont développé un ensemble d'instruments, de pratiques et de comportements sociaux que l'on peut qualifier de culturels, en comparaison à leurs homologues humains. D'ailleurs les organismes unicellulaires, à une période encore plus reculée montraient déjà – et montrent encore – des pratiques socioculturelles. Ces constats contredisent l'idée communément admise selon laquelle la culture se limiterait à la sphère des inventions humaines. Ces caractéristiques sociales sont nées au début de l'histoire de la vie et sont présentes en abondance dans la biosphère (Damasio, 2017). D'ailleurs, en conclusion de son ouvrage, Damasio nous livre la formule suivante : « notre ouverture d'esprit doit être grande lorsque nous entreprenons d'explorer l'inconnu » (p. 346). Tâchons de garder cette recommandation à l'esprit.

Si les sociétés animales ne sont pas dépourvues d'intelligence culturelle, l'Homme a la particularité de ne quasiment pas perdre ces pratiques culturelles et leurs produits (le reste du vivant étant soumis au phénomène de vicariance des « niches écologiques »). Il est raisonnable de penser que l'être humain porte les cimes de la culture à des hauteurs inédites. Il s'appuie pour cela sur les intelligences émotionnelle, créative et ludique, profondément ancrées dans le processus culturel. A ce propos, Damasio (2017) précise que les sentiments – en faisant émerger la subjectivité – permettent d'orienter l'intelligence créatrice⁷⁷ qui nourrit nos manifestations culturelles. De plus, il souligne le rôle de producteur de culture du jeu, qu'il considère avec la coopération, comme « intrinsèquement favorables à l'homéostasie » (p. 266). D'ailleurs, la performance ludique humaine n'est-elle pas :

L'occasion d'un « dépassement de soi », produisant des « œuvres » à chaque fois originales, qui contribuent au processus d'humanisation lui-même par accumulation d'expériences, ce qui est produit par une génération servant de point d'appui à la génération suivante (Bigrel, 2006, p. 15).

En récompensant le joueur avec des sentiments agréables, les jeux renforcent notre capacité à interagir avec autrui, à travailler ensemble pour atteindre un but commun, et par extension à produire de la culture. En retour, la culture crée « de toutes pièces un espace de jeu et de liberté qui prend sa dimension maximale chez l'être humain au point de faire de cet espace de jeu un des traits les plus fondamentaux de sa condition » (Bigrel, 2006, p. 26). Ce phénomène de renforcement, pourrait en partie expliquer pourquoi l'être humain fait feu de toute sa créativité pour inventer des jeux, méritant bien l'appellation : *Homo Ludens* (Huizinga, 1951).

⁷⁷ Notre espèce se démarque par sa capacité à produire et inventer des créations intelligentes. Nous nous attribuons ainsi l'exclusivité de l'intelligence créatrice⁷⁷ (Bonnet, 2016; Damasio, 2017), qui s'exprime tant au niveau individuel que collectif.

Notre culture contemporaine, portée par une société de plus en plus portée sur l'image du corps et le bien-être corporelle nous fait redécouvrir la valeur essentielle du corps, et par la même « redonne au jeu une place dont l'importance allait décroissant au rythme d'une démythification imposée à la fois par l'érosion du temps et par l'émergence d'une civilisation technicienne » (Menaut, 1998, p. 22). A ce propos, parmi l'ensemble des productions culturelles humaines, les techniques sont parmi les plus variées (Maus, 1936). Dans le domaine sportif, les techniques mobilisent la motricité de manière complexe, originale et créative. Bien souvent, les techniques font référence à une forme d'intelligence « pratique ». Sternberg (1985) définit l'intelligence pratique (ou contextuelle) comme la capacité à adapter nos comportements à l'environnement. Elle s'appuie sur l'application de nos connaissances aux différents contextes de la vie quotidienne en vue d'atteindre une finalité. D'après Oléron (1994), une des manifestations de l'intelligence s'exprime dans la fabrication et/ou l'utilisation d'outils, que l'on retrouve notamment chez certains animaux. Dans cette optique, l'*intelligence pratique* – qu'il nomme aussi *intelligence concrète*⁷⁸ – est remise au premier plan. Or cette dernière, loin de se limiter « à la fabrication ou à l'utilisation d'outils » (p. 14), s'intègre dans une forme moins triviale que l'on nomme *intelligence motrice*.

Dans la perspective des intelligences multiples – qui rééquilibre la place de chacune des formes d'intelligence dont nous pouvons faire preuve – une grande partie concerne une *intelligence en actes* (Nusbaum, 2021). Ce type d'intelligence « de l'action », ne se mesure pas à l'aide d'échelles psychométriques, mais davantage au travers d'indicateurs comportementaux et d'interactions avec l'environnement (Nusbaum & Olano, 2022). D'ailleurs, un niveau d'étude élevé – souvent associé à un haut potentiel intellectuel – s'avère bien souvent inefficace dans certaines situations en apparence aussi simple que la pratique d'un sport ou d'un instrument de musique. Grâce à l'imagerie cérébrale, Nusbaum (2021) a pu confirmer l'existence d'un fonctionnement cérébral singulier chez les individus les plus performants dans les tâches motrices. Afin d'étudier le fonctionnement des individus dans ces situations, une autre approche demande d'observer et d'analyser les comportements moteurs – dont on a vu qu'ils caractérisent l'intelligence lorsqu'ils sont adaptés et finalisés. Un comportement moteur représente la manifestation motrice observable et objectivable d'un individu agissant.

⁷⁸ Forme d'intelligence qui « renvoie à des activités de manipulation directe d'objets et de (dans) l'espace. On peut l'opposer aux activités qui s'exercent sur des représentations ou des symboles » (Oléron, 1994, p. 44).

Il se définit par ce que l'on perçoit de l'extérieur (Parlebas, 1999), à l'œil nu ou grâce à des enregistrements numériques notamment. Or, bien qu'objectivable, le comportement moteur en tant que porteur de signification, est sujet à interprétation. Cette relative subjectivité, nous permet d'introduire le concept de *conduite motrice*, qui décrit l'*organisation signifiante* du comportement moteur (Parlebas, 1999). En effet :

Une conduite motrice ne peut être observée qu'indirectement ; elle se manifeste par un comportement moteur dont les données observables sont investies d'un sens, vécu de façon consciente ou inconsciente par la personne agissante. Quand on filme par exemple un joueur de volley-ball, on enregistre ses immobilités, ses actes de déplacement, de saut, de frappe de balle, bref ses comportements moteurs ; on parle de conduite motrice quand on envisage de saisir, conjointement à ces manifestations objectives, la signification du vécu qui leur est directement associé (Parlebas, 1999, p. 69).

A cet égard, la conduite motrice ne se résume ni au comportement observable de l'extérieur, ni à la signification intérieure du vécu corporel. Selon Parlebas, « elle répond à la totalité de la personne agissante, à la synthèse unitaire de l'action signifiante ou, si l'on préfère, de la signification agie » (p. 69). Dans cette optique, les recherches de Parlebas renvoient à « une forme d'intelligence souvent négligée ou insoupçonnée, faute de l'avoir définie ou étudiée » (Dugas, 2011, p. 168). Ainsi, « agir dans une situation motrice fait appel à une forme d'intelligence originale, l'intelligence motrice » (p. 24), c'est-à-dire l'intelligence déployée au cours de l'action motrice. Mobiliser ce concept suppose de reconnaître l'existence de plusieurs formes d'intelligences (Gardner, 1996). Néanmoins, l'intelligence motrice ne se réduit pas à l'intelligence *kinesthésique* définie par Gardner, et se différencie par certains aspects de l'intelligence *pratique* de Sternberg (1985). En effet, cette dernière ne revêt pas nécessairement un caractère « moteur ». Par ailleurs, l'intelligence motrice peut s'appuyer sur un versant analytique ou créatif pour reprendre la théorie triarchique (Sternberg, 1985).

En outre, l'intelligence motrice nécessite d'interpréter la signification des situations, de déchiffrer l'environnement physique et/ou humain, pour réaliser des anticipations, des décisions et des coordinations motrices. D'ailleurs, « prendre des décisions *motrices* en agissant au sein d'une activité physique fait sûrement appel à une forme particulière d'intelligence bien éloignée du raisonnement abstrait d'un cerveau calculateur coupé du reste du corps » (Dugas, 2011, p. 169). Ce n'est donc pas – uniquement – une intelligence abstraite ou académique qui est mobilisée dans les pratiques physiques mais une intelligence motrice et surtout motricisante (Dugas, 2011). Cette expression « vise à souligner le fait que l'intelligence [...] peut à son tour être à la source des principes organisateurs de l'action motrice » (Parlebas, 1999, p. 170).

Par conséquent, l'intelligence motricisante serait à l'origine de la motricité, jouant en quelque sorte le rôle de support à l'intelligence motrice (*via* des perceptions, préactions et décisions). D'autre part, si « tous les mécanismes cognitifs reposent sur la motricité » (Piaget, 1956, cité par Parlebas, 1999, p. 171), alors « la motricité est au service de l'intelligence » (Dugas, 2011, p. 16). Elle nourrit l'intelligence de façon générale, ou plutôt une part importante des formes d'intelligence. Parlebas nomme ce phénomène *intelligence motricisée*, replaçant les expériences motrices au premier plan des apprentissages. Cette conception met en exergue l'interdépendance, doublée de circularité, entre processus cognitifs et motricité.

Aussi, l'étude des activités sportives nous dévoile « que le pratiquant produit des types d'action spécifiques selon la situation motrice jouée. Les conduites associées se déploient dans une organisation particulière liée aux règles du jeu » (Dugas, 2011, p. 17). Dugas différencie l'intelligence *sociomotrice* « liée à l'interaction opératoire avec autrui » (2011, p. 173), de l'intelligence *psychomotrice* convoquée dans les activités « individuelles » offrant des situations dénuées d'incertitude, en milieu stable (par exemple la gymnastique ou le lancer de poids). Dans les sports psychomoteurs (Parlebas, 2002), il ne fait nul doute que l'intelligence mobilisée est psychomotrice, se rapprochant d'une forme purement kinesthésique. Or concernant les duels (comme le tennis) et les coalitions d'individus (comme la course de relais), la distinction est moins aisée. En effet, s'agit-il d'une intelligence sociomotrice au même titre que les jeux sportifs collectifs ? Placer les duels d'équipes, les duels d'individus et les coalitions d'individus sur le même plan paraît difficile. Ainsi, en l'absence de coopération *stricto sensu* (interdépendance des objectifs et des tâches, but commun et même espace-temps) le pratiquant mobilise une intelligence sociomotrice individuelle qui ne nécessite pas de référentiel commun⁷⁹. En revanche, dans les activités de coopération reposant sur une interdépendance quasi constante, nous parlerons d'intelligence sociomotrice collective.

Par ailleurs, Dugas (2011) souligne l'incompatibilité entre ces deux formes d'intelligence motrice. D'un côté l'intelligence sociomotrice « valorise le déchiffrement du milieu humain, l'initiative ou encore la décision motrice face à l'incertitude » (p. 174) ; de l'autre l'intelligence psychomotrice valorise la sensibilité kinesthésique. Est-ce à dire que dans les activités dites coopératives, les pratiquants ne s'appuient pas sur une intelligence psychomotrice ?

⁷⁹ Dans les faits, il existe néanmoins une part de référentiel commun avec l'adversaire puisqu'ils doivent partager les règles de la pratique. En effet, « les conduites motrices des individus ne sont intelligibles que si nous avons la connaissance des règles du jeu » (Dugas, 2011, p. 184).

Que lors d'affrontements individuels les compétiteurs ne déchiffrent pas l'action de leur adversaire ? Ou que les activités de pleine nature ne produisent pas d'incertitude ? Face à ce paradoxe, nous pouvons enrichir les formes d'intelligence motrice, par l'ajout d'une forme *psychosémiotrice* permettant de décoder l'environnement physique lorsqu'il est mouvant (Dugas, 2011). Dès lors, la présence d'adversaires directs, de partenaires, d'un environnement stable ou instable, nécessitent de faire preuve d'une ou de plusieurs formes d'intelligence motrice pour le pratiquant.

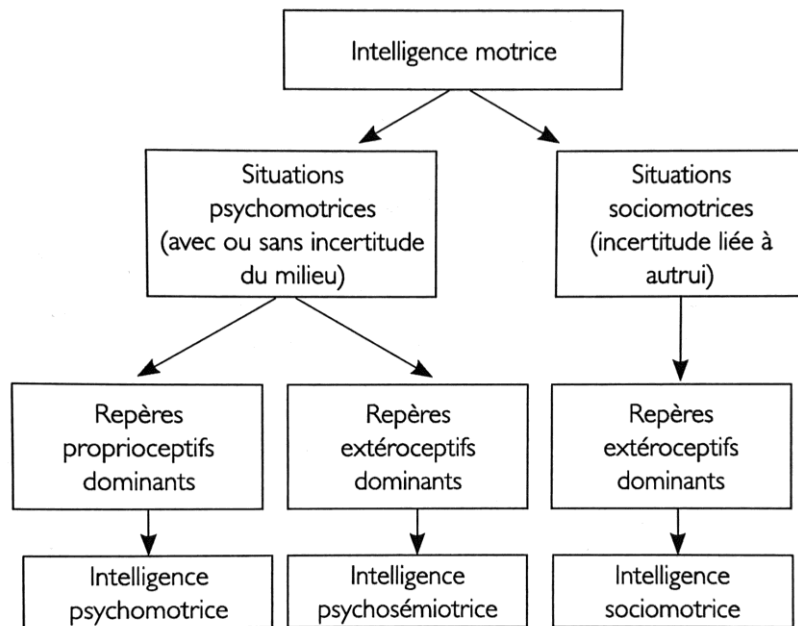


Figure II.5 Les trois types d'intelligence motrice au sein des pratiques ludomotrices (Dugas, 2011, p. 185)

Pour compléter ce schéma, nous devrions différencier les intelligences sociomotrices *individuelle* (interaction avec autrui reposant uniquement sur des contre-communications) et *collective* (communications et contre-communications). Notons cependant que les types d'intelligence mobilisés n'ont pas systématiquement le monopole dans toutes les activités. Pour exemple, le joueur de basketball est parfois amené à faire preuve d'intelligence psychomotrice (lancer-franc), idem pour le rugbyman (pénalité). Le cas du pénalty, au handball comme au football est quelque peu différent, sollicitant une intelligence sociomotrice individuelle⁸⁰. Dans les jeux sportifs collectifs, qui reposent tant sur la coopération que l'opposition, c'est l'interprétation des signes praxiques qui importe : « Faire le bon choix c'est deviner les

⁸⁰ Quoiqu'à de rares exceptions, un pénalty puisse être joué de façon indirecte comme ce fut le cas [le jour où Johan Cruyff tira un penalty à deux](#). Un épisode entré dans l'histoire.

intentions de l'autre à partir de la signification de la conduite motrice observée » (Dugas, 2011, p. 178). Parlebas distingue plusieurs catégories de signes ludomoteurs :

- Les gestèmes : « Classe d'attitudes, de mimiques, de gestes, de comportements moteurs accomplis dans le but de transmettre soit une demande, soit une indication, soit une injonction tactique ou relationnelle par simple substitution à la parole » (1999, p. 144). Ils sont des éléments de communication praxique indirecte ;
- Les praxèmes : « Conduite motrice d'un joueur interprétée comme un signe dont le signifiant est le comportement observable et le signifié le projet tactique correspondant tel qu'il a été perçu » (1999, p. 244).
- Les sociopraxèmes : « Praxème collectif porté par les conduites motrices d'interaction de plusieurs coparticipants qui s'interinfluencent dans l'accomplissement tactique d'une tâche motrice commune » (1999, p. 322).

L'interprétation de ces signes – dont découle une adaptation situationnelle – est considérée comme un des signes de l'intelligence motrice (Gréhaigne, 2011). Cette dernière peut être rapprochée de l'intelligence tactique (Gréhaigne, 2014).

II.H.7 *L'intelligence de la coopération, la coopération des intelligences*

L'intellect collectif, c'est le social équilibré par le jeu des opérations intervenant en toutes co-opérations.

Piaget, 1968, p. 100

La question de la nature de l'intelligence semble pour partie résolue, et nous postulons à ce propos qu'elle est multiple, bigarrée, protéiforme. Nonobstant cette avancée, la problématique de sa structure n'est pas tranchée. L'intelligence n'est pas *une* mais *multiple*, mais est-elle *individuelle* ou *collective* ? Comme l'avance Oléron, la question de l'unité et de la pluralité semble indécidable :

Prenons seulement le corps : est-il un ou multiple ? Il comporte de multiples organes que l'on peut dénombrer, mais chacun se décompose en sous-unités qui conduisent à des chaînes de molécules. Mais unités et sous-unités sont interdépendantes et le corps n'existe que par la coordination de leurs activités ; [...] ce qui est le cas de l'intelligence : elle n'existe que comme fonctionnement (ou mode de fonctionnement) d'un organisme (Oléron, 1989, p. 115).

Si l'intelligence de l'organisme en tant qu'unité ne fait aucun doute, à une échelle moindre, peut-on considérer nos organes, nos neurones, comme producteurs de comportements intelligents ? Bien que cela puisse paraître perturbant, ils coopèrent pourtant en permanence,

pour assurer l'adaptativité de l'individu⁸¹. Pour Dehaene (2018, p. 53), le fait que des assemblées de neurones prennent des décisions collectivement, peut nous amener à penser que fondamentalement, même notre intelligence « personnelle » et « individuelle » est *profondément collective*. « La recette de l'intelligence collective pourrait donc être celle de l'intelligence tout court » (Servan-Schreiber, 2018, p. 95). Est-ce à dire que tout comportement intelligent repose en vérité sur une coopération à une échelle inférieure ? L'intelligence, de quelque forme qu'elle soit, serait alors une *intelligence collective par essence*, puisque reposant sur l'interaction. Ainsi s'affirme :

Le caractère collectif et pragmatique de l'intelligence de la complexité : n'est intelligible que ce qui est pratiquement communicable. Et donc co-mémorisable dans un « tissu de relations... le Complexus » !... tout en sachant qu'il n'y a pas de fin à l'adaptation puisque les solutions conduisent toujours dans l'action à de nouvelles difficultés, à de nouveaux problèmes (Morin & Le Moigne, 1999, p. 319).

Tâchons de poursuivre notre raisonnement. Peut-on faire preuve d'intelligence séparément, puis en être dépourvu collectivement ? A l'inverse, peut-on produire des comportements collectifs intelligents sans s'adapter individuellement ? C'est toute la problématique de la coopération au sein d'une équipe de football. D'une part, l'intelligence est un système, c'est-à-dire « une unité complexe dans l'espace et dans le temps dont la constitution est telle que ses sous-unités constituantes, grâce à une coopération d'ensemble, conservent l'intégrité de sa structure et de son comportement et tendent à la restaurer après des perturbations » (Piaget, 1976, p. 89). Dans cette optique, l'intelligence est produite par les interactions complexes au sein d'une structure collective : un système cognitif. D'autre part, il existe entre l'adaptation (*infrastructure*) et l'intelligence collective (*supra* ou *superstructure*), un ensemble structuré par la cognition, sous toutes ses formes. Cet ensemble va du singulier au pluriel et du pluriel au singulier à mesure que la complexité augmente. Dans cette perspective, nos intelligences individuelles seraient le fruit de l'intelligence collective de nos neurones. En effet, l'accroissement de la complexité tend à intégrer des structures (comme celles de l'intelligence) dans des structures supérieures sans pour autant perdre leur « totalité » (Piaget, 2007). Que penser devant cette mise en abîme perpétuelle ? D'autant qu'elle trouve un écho particulier, au sein de notre société – récemment mondialisée – en phase de transition vers un équilibre unitaire de l'humanité qu'il nous faut trouver rapidement et qui nécessite de recourir à l'intelligence collective (De Rosnay, 2018).

⁸¹ Il est amusant de penser que dans notre cerveau lui-même, il y a des centaines de milliers d'années, chaque neurone était un individu. [...] Et aujourd'hui, il continue d'y avoir dans le cerveau une sorte d'autonomie de tous ces individus-neurones, même si désormais ils se coordonnent entre eux (Dehaene et al., 2018, p. 51).

Le cœur de l'intelligence humaine bat au rythme d'une intelligence collective.

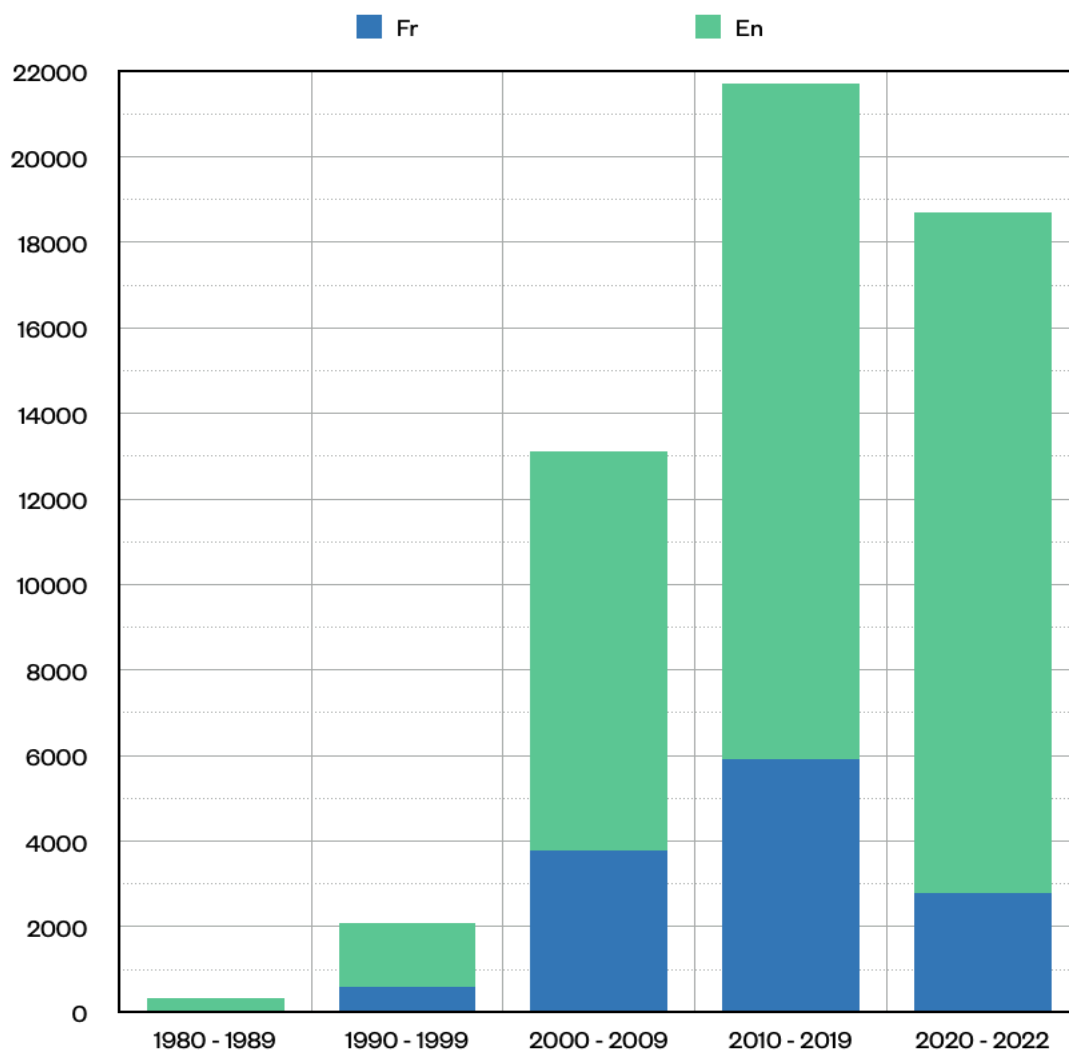
Servan-Schreiber, 2018, p. 83.

Sur le plan historique, il faut remonter au XIX^{ème} siècle pour trouver les premières traces écrites mentionnant ce concept (cf. Malone & Bernstein, 2015). Le physicien Robert Graves (1842) l'utilise pour décrire l'accélération du progrès des connaissances médicales, le philosophe politique John Pumroy (1846) l'emploie pour caractériser la souveraineté du peuple dans le gouvernement et C. W. Shields (1889) y fait référence en considérant la science comme une entreprise collective. Pour une première définition exacte, il faut convoquer Franck Ward, l'un des pères de la sociologie américaine. En 1906 il écrit : « la mesure avec laquelle la société va évoluer, dépendra de son intelligence collective. C'est à la société ce que la puissance du cerveau est à l'individu » (p. 39, cité dans Piazza, 2018, p. 4). Par la suite, John Dewey – philosophe des années 20 – en fait une des clés de son projet éducatif, incitant à l'intelligence collective pour opérer l'action coopérative. Toutefois, il faut patienter jusqu'en 1971 pour voir apparaître le terme dans un article scientifique (*Concept of collective intelligence*). David Wechsler insiste alors sur l'importance de l'émergence, de la communication et de la coopération. Il souligne qu'il ne faut pas confondre intelligence collective et psychologie des masses. Lévy confirme également que :

L'intelligence collective n'a rien à voir avec la sottise des foules. Les paniques, les enthousiasmes collectifs, etc. sont le fait de la propagation épidémique d'affects et de représentations parmi des masses d'individus isolés. Les personnes qui composent une foule en proie à la panique ou à l'enthousiasme *ne pensent pas ensemble*. Sans doute communiquent-elles, mais au sens minimal de la *conduction* passive et immédiate de messages simples, de sentiments violents ou de comportements réflexes. L'effet global des actions individuelles échappe absolument aux individus qui composent la foule. Les collectifs intelligents s'opposent trait pour trait à l'incohérence et à l'immédiateté brutale des mouvements de foule, sans canaliser pour autant la communauté dans une structure rigide (Lévy, 1994, p. 87).

D'ailleurs, Wechsler « postule que l'intelligence collective est plus que le seul comportement collectif et qu'il suppose une interaction ou une fertilisation croisée qui aboutit à quelque chose qui n'aurait pas pu être produite par les individus » (Guillain & Autissier, 2019, p. 80). Plus récemment, dans un ouvrage collectif – rédigé par des chercheurs de premier plan dans des domaines variés tels que l'informatique, la biologie, l'économie et la psychologie – Malone et Bernstein (*Handbook of Collective Intelligence*, 2015) posent les bases de ce domaine interdisciplinaire. Les auteurs y définissent l'intelligence collective de façon sommaire : « Des

groupes d'individus agissant collectivement d'une manière qui semble intelligente » (Traduction libre de Malone & Bernstein, 2015, p. 3). Ils soulignent que cette définition est compatible avec toutes les définitions de l'intelligence, tant qu'elles concernent un *comportement*⁸² s'inscrivant dans une activité collective. Comme le rapporte Piazza, « le phénomène d'intelligence collective est une propriété que la nature a façonnée depuis les origines de sa longue évolution » (2018, p. 3), mais qui n'a été étudiée que récemment. En guise d'illustration, nous remarquons l'explosion du nombre de publications faisant mention de ce concept depuis plusieurs décennies.



Source : Google Scholar

Figure II.6 Historiogramme des publications mentionnant l'intelligence collective depuis 1980

⁸² Ils précisent ainsi que le savoir partagé via Wikipédia ne représente pas une intelligence collective, mais que les groupes qui le conçoivent peuvent être considérés comme faisant preuve d'intelligence collective. Cf. à ce propos la différence entre intelligences collective, collaborative et connective (De Rosnay, 2018).

Plongeons à présent dans le détail de cet océan de publications. Un des domaines mentionnant le plus souvent l'intelligence collective ces dernières années est celui des sciences de gestion, qui englobent notamment le management des organisations, le marketing ou encore la gestion des ressources humaines. L'intelligence collective y désigne « la capacité des groupes à prendre de meilleures décisions que les individus isolés lors de la résolution de problèmes cognitifs » (Traduction libre de Kurvers et al., 2015, p. 2). Pour Gréselle-Zaïbet⁸³, le concept fait référence à l'ensemble « des capacités de compréhension, de réflexion, de décision et d'action d'un collectif de travail restreint issu de l'interaction entre ses membres et mis en œuvre pour faire face à une situation donnée présente ou à venir complexe » (2007, p. 47). Selon une approche interactionniste, l'intelligence collective est perçue comme « l'interaction entre l'organisation et l'environnement au travers de l'interprétation qui crée et définit un langage et un mode de coordination entre les personnes » (Ribette, 1996, cité par Gréselle-Zaïbet, 2007, p. 45). Il émane de ces définitions que l'intelligence collective :

Par la combinaison et la mise en interaction de connaissances, idées, opinions, questionnements, doutes... de plusieurs personnes, génère de la valeur (ou une performance ou un résultat) supérieure à ce qui serait obtenu par la simple addition des contributions (connaissances, idées, etc.) de chaque individu (Mack, 2003, cité par Guillain & Autissier, 2019, p. 82).

Concernant les sciences sociales – telles que la sociologie des masses et l'économie – l'intelligence collective peut être vue comme la « capacité d'un groupe de personnes à collaborer pour formuler son propre avenir et y parvenir en contexte complexe » (Noubel, 2007, p. 21). Dans une perspective plus politique, « les grandes phases de la dynamique de l'intelligence collective sont l'écoute, l'expression, la décision, l'évaluation, l'organisation, la connexion et la vision, chacune d'elles renvoyant à toutes les autres » (Lévy, 1994b, p. 77). De façon plus générale l'intelligence collective :

Constitue le fondement de ce qu'on appelle les économies à somme positive. Sur le plan purement comportemental et si l'on exclut le niveau symbolique de la culture, les collectifs intelligents ne sont pas l'apanage de l'humain, on les observe dans de nombreuses espèces animales sociales, de la fourmilière aux meutes de loups en passant par les bancs de poissons, lorsque l'entité émergente est manifestement plus intelligente que ses constituants individuels (Noubel, 2007, p. 7).

⁸³ Par ailleurs, Gréselle-Zaïbet cite certaines définitions complémentaires formulées antérieurement par divers auteurs : « L'intelligence collective d'une organisation mesure sa capacité à acquérir de la connaissance » (Courbon, 1979) ; « L'intelligence collective est la possibilité d'un groupe pour traiter, interpréter, coder, manœuvrer, et accéder à l'information d'une façon utile et dans un but précis, ainsi il peut augmenter son potentiel adaptatif dans l'environnement dans lequel il fonctionne » (Glynn, 1996) ; « L'intelligence collective est la mobilisation optimale des compétences individuelles à fin d'effets de synergies concourant à un objectif commun » (Rabasse, 1997).

Ainsi, nous retrouvons certains éléments communs aux définitions précédentes, notamment le *pouvoir supérieur* que confère l'intelligence collective au groupe. Un pouvoir qui repose en partie sur différents modes d'interactions en contexte complexe.

En complément, en tant que science « du comportement des individus et de leurs processus mentaux » (Demont, 2009, p. 6), la psychologie⁸⁴ considère que l'intelligence collective :

Émerge d'individus qui se regardent les uns les autres. Ils échangent des signaux locaux qui permettent une coordination globale. Comment se forme un banc de poissons, par exemple ? On a montré qu'un poisson est extrêmement sensible au nombre et à l'orientation des poissons qui l'entourent. C'est une forme d'intelligence numérique qui joue un rôle essentiel dans la formation de groupes sociaux (Dehaene et al., 2018, p. 50).

A cet égard, la frontière entre sciences du comportement humain et animal est labile. De l'éthologie aux neurosciences, en passant par la biologie, les chercheurs avancent que l'on peut parler d'intelligence collective « si la viabilité de l'entité supérieure émergente (super-organisme, colonie, équipe, société, etc.) est nécessaire à celle des agents individuels » (Bonabeau & Théraulaz, 1994, p. 22). Les auteurs précisent que cette *viabilité* dépend du contexte et n'est pas forcément à prendre au sens strict. Elle doit également permettre d'effectuer des tâches génériques (recherche de nourriture, protection, orientation, communication, etc.). La viabilité comme contrainte renvoie à l'autonomie selon Varela (1989). En football la viabilité fait référence à la préservation de l'équilibre et l'unité⁸⁵ de l'équipe. En accord avec les définitions précédentes, O'Bryan, Beier et Salas définissent l'intelligence collective comme « l'amélioration de la performance des groupes par rapport aux individus, qui survient lorsque les interactions entre les membres du groupe conduisent à l'émergence d'idées ou de capacités améliorées » (Traduction libre, 2020, p. 4). Par ailleurs, certains auteurs fournissent une précision supplémentaire concernant les différentes manifestations du phénomène. Ainsi, « le degré 0 de l'intelligence collective correspond à un collectif parfaitement homogène où les individus sont fonctionnellement identiques, mais on peut imaginer d'autres degrés d'intelligence collective, où tous les individus n'ont pas le même statut » (Bonabeau & Théraulaz, 1994, p. 19).

⁸⁴ Le terme « Psychologie » dérive du nom de la princesse Psyché, que les Grecs de l'antiquité utilisaient pour désigner le souffle, et par analogie, l'âme (Lieury & Léger, 2020, p. 9). Aujourd'hui, « la psychologie, loin de constituer une discipline unique, se caractérise par une extrême diversité – psychologie de l'enfant, psychologie du développement, psychologie sociale, psychologie du sport, de la santé, neuropsychologie, etc. Elle est éclatée en diverses sous-disciplines » (Demont, 2009b, p. 7).

⁸⁵ On parle de déséquilibre local ou total, par exemple quand l'équipe est « coupée en deux ».

Dans cette optique, les sciences de la complexité apportent quelques compléments. En particulier, il faut considérer que :

Le comportement du groupe est dit « intelligent » et même apparemment intentionnel, au sens de dirigé vers un but et adapté à des contraintes diverses, internes et externes, alors qu'aucun agent ni agence centralisée, ni interne ni externe, ne dirige ni n'oriente l'ensemble des comportements individuels. C'est ainsi qu'ont été modélisés des phénomènes d'auto-organisation observés dans des bancs de poissons et des colonies d'insectes sociaux (Atlan, 2010, p. 175).

Atlan précise ainsi que plusieurs phénomènes d'auto-organisation rencontrés dans la nature et « certaines simulations par modélisation d'agents font apparaître une sorte d'intelligence collective » (2010, p. 175).

Enfin, plusieurs auteurs de sciences du numérique, s'appuyant notamment sur les technologies de l'information et de la communication, font de l'intelligence collective un moteur de l'évolution qui « converge vers la constitution d'un nouveau milieu de communication, de pensée et de travail pour les sociétés humaines » (Lévy, 1994, p. 8). Ainsi selon Lévy, l'intelligence collective est « une intelligence partout distribuée, sans cesse valorisée, coordonnée en temps réel, qui aboutit à une mobilisation effective des compétences » (1994, p. 29). D'ailleurs, « loin de fusionner les intelligences dans une sorte d'indistinct magma, l'intelligence collective est un processus de croissance, de différenciation et de relance mutuelle des singularités » (p. 33). A ce titre, l'auteur considère que mutualiser et manifester les connaissances au sein d'un collectif « est la condition élémentaire de l'émergence d'une intelligence collective » (p. 15). En cohérence avec les définitions proposées au sein des divers champs disciplinaires, l'intelligence collective « se manifeste par le fait qu'une équipe d'agents coopérants peut résoudre des problèmes plus efficacement que lorsque ces agents travaillent isolément » (traduction libre de Reia et al., 2019, p. 1).

Pour Servan-Schreiber (2018), le premier principe de la sagesse des foules est que *la moyenne des estimations est plus fiable qu'une estimation individuelle moyenne*. La puissance de la moyenne « repose sur la neutralisation mutuelle des erreurs individuelles. Il en résulte que plus une foule est nombreuse, plus il y a de chances que l'erreur de l'un soit corrigée par l'erreur de l'autre » (Servan-Schreiber, 2018, p. 48). Ce qui nous amène au deuxième principe : *plus nombreuse est la foule, plus fiable est son estimation*. Par conséquent, lorsque le nombre d'estimation croît, l'erreur tend à diminuer, d'abord très rapidement, puis légèrement. Ce phénomène illustre l'impact immédiat et positif de l'intelligence collective, caractéristique du troisième principe selon Servan-Schreiber : *le gain de fiabilité va en diminuant à mesure que de nouvelles estimations s'ajoutent*. Par conséquent, le plus gros bénéfice provient des premiers avis que l'on récolte : « L'intelligence collective s'avère immédiatement payante, mais cela ne fonctionne que si les opinions sollicitées ont des bonnes chances d'être différentes ou complémentaires, sinon les biais ne pourront pas se neutraliser⁸⁶ » (2018, p. 50). Ainsi même dans les collectifs restreints comme les équipes, ce mécanisme peut être efficient.

⁸⁶ L'expérience de Pennock (*The wisdom of the ProbabilitySports crowd*, 2007) montre que les biais et erreurs de pronostics se neutralisent.

II.K.1 *Diversité versus homogénéité*

D'après Servan-Schreiber (2018), Nicolas de Condorcet (1785) est l'un des premiers à souligner l'intelligence collective sans la nommer. Il élabore un théorème⁸⁷ selon lequel la probabilité qu'un individu isolé prenne la bonne décision, est inférieure à la probabilité que la collectivité prenne la meilleure décision. Une décision collective prise à la majorité tendrait ainsi vers une conclusion optimale. Bien que rencontrant de multiples limites, ce théorème eut le mérite de soulever l'idée d'une diversité « rationnelle » et « objective ». Il précise plus loin que « ce qui compte vraiment, c'est la diversité des estimations plutôt que leur nombre, mais ces deux quantités sont le plus souvent intimement liées, donc l'approximation est utile » (Servan-Schreiber, 2018, p. 50).

L'un des plus fameux exemples est l'expérience⁸⁸ menée par Francis Galton en 1906. Pionnier des statistiques, Galton pensait que l'estimation moyenne d'une foule a priori non compétente, serait loin du résultat véritable. En effet selon toute vraisemblance, mélanger des individus « intelligents » et « médiocres » ne pourrait apporter qu'une réponse de piètre qualité. Toutefois il eut tort, la foule produisit une estimation quasi parfaite. Il publia par la suite ses résultats dans la prestigieuse revue *Nature* (Galton, 1907), inspirant un siècle plus tard la « sagesse des foules » (Surowiecki, 2008). Dès lors, si deux réponses fausses ne font pas une réponse juste, beaucoup de réponses fausses peuvent ainsi produire une « bonne réponse » (Fisher, 2011). Ce que tend à démontrer le sociologue Scott Page, concepteur de la formule mathématique qui décrit l'équilibre entre expertise et diversité (2007). D'après le *Théorème de la diversité* : « l'erreur d'une estimation collective (moyenne des estimations) est égale à l'erreur moyenne des estimations individuelles, moins la diversité des estimations » (Cité par Servan-Schreiber, 2018, p. 57). Mathématiquement, il existe ainsi deux manières de minorer l'erreur collective : diminuer les erreurs individuelles, ou augmenter la variance des estimations. Servan-Schreiber précise que selon le *Théorème de la diversité* : « il suffit de combiner ces insuffisances individuelles pour mettre au jour un phénomène étonnant : les parts de vérité se complètent, tandis que les biais s'annulent mutuellement.

⁸⁷ Le « Théorème du jury », développé dans *Essai sur l'application de l'analyse à la probabilité des décisions rendues à la pluralité des voix*.

⁸⁸ Lors d'une foire agricole se déroulant à Plymouth, un concours consistant à deviner le poids d'un bœuf était organisé. Quelques 800 participants tentèrent leur chance. A l'issue des jeux, Galton recueillit les bulletins de participation sur lesquels les personnes avaient indiqué leur estimation. A sa grande surprise, la médiane des réponses (1197 livres) était extrêmement proche du poids réel (1198 livres).

Le modèle collectif est ainsi globalement bien plus juste que les modèles individuels » (2018, p. 107). Par conséquent, il est possible d'optimiser l'intelligence collective « soit en recrutant de meilleurs experts, soit en multipliant les points de vue » (p. 57). Expertise et diversité « sont en quelque sorte interchangeables, comme masse et énergie dans l'équation d'Einstein » (p. 57). De son côté, Surowiecki souligne l'importance de la diversité parce que les meilleures estimations/décisions collectives :

Sont le produit de désaccords et d'affrontement, non de consensus et de compromis. Un groupe intelligent, en particulier quand il est confronté à des problèmes de cognition, ne requiert nullement que ses membres modifient leurs positions afin que le groupe parvienne à une décision satisfaisante pour tous (2008, p. 27).

L'importance de la diversité dans le groupe, dès lors que l'on parle d'intelligence collective, est un sujet récurrent. Henrich (2019) avance que la probabilité d'invention augmente avec la taille d'un groupe, c'est pourquoi l'évolution culturelle est plus rapide dans les groupes les plus larges. Cette créativité collective nécessite néanmoins une certaine diversité cognitive. Pour autant, il faut que les membres du groupe soient assez interconnectés socialement pour que leurs « inventions » se diffusent rapidement à l'intérieur du groupe⁸⁹. Or, Henrich note que « plus celui-ci est large, moins cette hypothèse est plausible. En plus de la taille du groupe, donc, le degré de connectivité sociale est un puissant facteur dans la production d'une évolution culturelle cumulative — plus puissant encore que l'intelligence de tel ou tel individu » (2019, p. 304). Selon Gardner, la diversité des intelligences au sein d'un groupe augmente son efficacité : « Grâce aux différents profils d'intelligence, nous pouvons pourvoir plus efficacement les nombreux rôles et fonctions sociales » (1996, p. 78). Il n'est pas le seul à reconnaître l'importance de la diversité à l'échelle collective. Surowiecki souligne l'importance de la diversité cognitive pour lutter contre les biais collectifs, notamment dans les équipes car l'influence sociale est plus présente dans les petits groupes. Ainsi, « nourrir la diversité est en réalité plus important dans les petits groupes et dans les organisations formalisées que dans les collectifs plus larges, comme les marchés ou l'électorat » (Surowiecki, 2008, p. 64).

Par ailleurs au niveau collectif, l'intelligence des individus ne fait pas tout, en accord avec Woolley et ses collaborateurs (2010). Scott Page (2008) montre ainsi qu'un groupe composé de façon aléatoire fait presque toujours mieux qu'un collectif formé des agents les plus intelligents. L'expertise ne peut assurer à elle seule la variété des perspectives portées sur un problème.

⁸⁹ A ce propos, cf. l'expérience de pensée des Génies et des Papillons (p. 305).

Toutefois, la diversité – quelles que soient les formes et les proportions qu'elle prend – est-elle toujours bénéfique au collectif ? Dans une étude récente (Aggarwal et al., 2019), les chercheurs montrent que la diversité des styles cognitifs est corrélée à l'intelligence collective selon une relation quadratique, formant un « U inversé ». En d'autres termes, une diversité cognitive trop faible ou trop forte fait décroître l'intelligence collective du groupe. Aggarwal et ses collaborateurs concluent qu'il existe une relation indirecte entre la diversité cognitive et l'apprentissage en équipe (*Team learning*), médiée par l'intelligence collective. Or nous avons vu précédemment qu'un référentiel commun – même minime – est nécessaire à l'organisation collective. Synonyme de connaissances partagées, donc d'homogénéité cognitive, il permet aux individus de se comprendre mutuellement et d'interagir efficacement. A cet égard, les recherches récentes soutiennent que la capacité d'un groupe à produire une intelligence collective dépend en partie des représentations mentales des intentions/objectifs d'autrui (Riedl et al., 2021).

Nous voyons poindre une première mise en tension, une dialectique comme évoqué en amont, entre diversité et homogénéité. Néanmoins, « l'importance de la diversité cognitive ne signifie pas qu'un simple groupe de personnes diverses mais dépourvues de la moindre information offrira une sagesse collective supérieure à celle d'un expert » (Surowiecki, 2008, p. 67). Pour que la diversité opère, il est nécessaire d'avoir un fonctionnement de groupe décentralisé.

II.K.2 *Décentralisation versus agrégation*

Dans un système décentralisé, le pouvoir ne réside ni en un lieu précis ni en un individu particulier. Comme le précise Surowiecki, la décentralisation des prises de décision « n'a de sens que s'il y a une hétérogénéité ou diversité suffisante. S'il y a de la diversité, les chances qu'au moins une personne mise sur une idée radicalement différente augmentent » (2008, p. 63). Il existe dans la nature de nombreux systèmes collectifs capables d'accomplir des tâches complexes, dans des environnements dynamiques et divers, sans pilotage central ni contrôle externe. De prime abord :

Une coordination totale paraît facilitée par l'existence d'un plan d'ensemble, mais les capacités limitées des agents paraissent incompatibles avec la mise en place d'un tel plan. On conçoit que des animaux simples réagissent l'un à l'autre, ajustent leurs réponses, échangent des signaux de menace, mais la coordination, dans des environnements variables et imprévisibles, semblent impliquer un échange de signaux qui dépasse ces capacités de « communication » (Bonabeau & Théraulaz, 1994, p. 14).

Récemment, O’Byrne, Beier & Salas (2020) soulignaient l’intérêt que pouvait présenter l’étude de l’intelligence collective animale (bancs de poissons, nuées d’oiseaux, etc.) pour comprendre l’intelligence collective humaine. Ces systèmes sont hautement décentralisés, c’est-à-dire qu’il n’existe nulle part de « superviseur » qui dirige les co-opérations en temps réel. La question est de savoir comment ces collectifs agissent de manière flexible, s’adaptent rapidement et avec efficacité, pour produire des performances dans des situations variées. Or les performances ne se mesurent pas uniquement en termes de promptitude. La qualité de la résolution, ainsi que la capacité à réitérer la performance sont également déterminantes. Les trois mesures de la résolution d’un problème sont ainsi : i) la vitesse de résolution ; ii) la qualité de la solution et iii) la réitération du résultat après de multiples essais.

Ainsi, la notion de performance collective « recouvre non seulement l’idée d’une réponse ajustée, mais également et surtout celle d’une réponse adaptative qui nécessite des capacités cognitives au niveau collectif » (Bonabeau & Théraulaz, 1994, p. 14). Parmi les formes de vie les plus simples, « les bactéries peuvent percevoir les effectifs de leur propre groupe et évaluer sa force de manière non réfléchie » (Damasio, 2017, p. 32). Elles utilisent pour cela des molécules chimiques leur permettant de percevoir, détecter certaines conditions de leur environnement, et ainsi y répondre⁹⁰. De leur côté, les abeilles ont un fonctionnement de prise de décision démocratique et décentralisé (Passino et al., 2008). « En l’absence de tout contrôle centralisé, la colonie peut “décider” (la décision elle-même est émergente), quand où et comment construire un nid et donc présenter un comportement auto-organisé collectif et coopératif » (Forrest, 1990, cité par Bonabeau & Théraulaz, 1994, p. 104).

Toutefois, « un système décentralisé ne produit des résultats vraiment intelligents que s’il y a un moyen d’agréger toutes les informations privées présentes dans le système » (Surowiecki, 2008, p. 116). Il existe de nombreux moyens d’agrégation⁹¹. Paradoxalement, l’agrégation — qui exprime une forme particulière de centralisation — est essentielle au succès de la décentralisation, formant notre deuxième dialogique. Ainsi, « quand nos jugements imparfaits sont agrégés comme il se doit, notre intelligence collective se révèle souvent excellente » (Surowiecki, 2008, p. 20). Les exploits intelligents générés par des groupes relativement importants, tels que les communautés en ligne ou les foules, sont généralement appelés

⁹⁰ Elles sont ainsi capables, en fonction de cette perception, de se « lancer ou non dans un conflit pour défendre leur territoire, en formant une barrière physique » (Damasio, 2017, p. 32).

⁹¹ Surowiecki précise que dans le cas des marchés (prédictifs, financiers, etc.), c’est le prix qui fait office de mécanisme d’agrégation. Les systèmes de vote démocratiques en sont également un exemple.

« sagesse de la foule » (Galton, 1907; Kets et al., 2014; Pennock, 2007). La sagesse de la foule » (*Wisdom of Crowds*) décrit une situation pour laquelle l'agrégation des estimations d'un collectif est plus proche de la valeur réelle à estimer que toutes – ou du moins la majorité – les hypothèses individuelles, y compris celles d'experts.

Le processus d'agrégation est également présent dans les foules animales, leur permettant notamment de se déplacer en groupe (Berdahl et al., 2018; O'Bryan et al., 2020; Simons, 2004). Pour cela, Simons (2004) précise que les collectifs s'appuient sur le « principe de nombreux torts » (*Many wrongs principle*). Ce dernier repose sur l'idée que l'agrégation de nombreuses réponses imprécises ou incorrectes conduira à une réponse plus proche de la solution optimale/valide que les tentatives individuelles. Concrètement, de nombreux individus se dirigent vers un objectif sans en connaître précisément l'emplacement ou le chemin, et chacun suit une trajectoire imprécise tout en essayant de rester coordonné avec ses congénères. Dans les faits, le collectif se déplacera dans la direction « moyenne » des membres du groupe, et celui-ci aura plus de chance d'atteindre la cible que n'aurait eu un individu isolé. A ce propos, Simons (2004) note que la précision de la navigation augmente avec la taille du groupe, ce qui est également le cas dans le cas d'estimations d'un résultat.

Notons que le principe d'agrégation combiné à une décentralisation est plus répandu chez les grands groupes comme les marchés prédictifs, qui reposent essentiellement sur ce mécanisme. Ces derniers, omniprésents dans notre société (Chen et al., 2005; Ray, 2006; Servan-Schreiber, 2012), déterminent non seulement le prix de la plupart des actifs financiers et des matières premières dans le monde aujourd'hui, mais sont également de plus en plus utilisés pour prédire un événement à venir : le résultat d'une élection, d'une introduction en bourse ou d'un affrontement sportif. Dans de nombreux cas, peut-être la plupart, les marchés peuvent prédire des événements objectifs avec une grande précision, souvent mieux que des avis d'experts ou des sondages⁹². Par ailleurs, ils offrent un moyen simple et rapide de transformer un grand nombre d'options distinctes en un seul jugement collectif. Au lieu que de combiner les réponses par le biais d'interactions sociales ou verbales, les estimations indépendantes sont rassemblées et combinées par une entité centralisatrice : ainsi *l'intelligence collective* peut émerger de la mise en commun de choix indépendants tant que le résultat émergent est interdépendant (Bettencourt, 2009), ouvrant sur notre troisième dialogique.

⁹² Mis au point par Servan-Schreiber, [Hypermind](#) en est le parfait exemple.

II.K.3 Indépendance versus interdépendance

De prime abord, nous pourrions concevoir l'interdépendance des agents au sein d'un collectif – c'est-à-dire ce qui fait sa complexité au sens propre – comme le facteur premier de l'intelligence collective. Or, « paradoxalement, plus chacun pensera et agira en toute indépendance, et plus le groupe sera astucieux » (Surowiecki, 2008, p. 27).

De même, Servan-Schreiber affirme que « c'est seulement quand chacun réfléchit de façon indépendante que le collectif peut être intelligent » (2018, p. 62). L'indépendance serait alors une condition *sine qua non* à l'émergence de l'intelligence collective, qui « peut naître de la mise en commun d'informations indépendantes, pour autant que les éléments soient conditionnellement dépendants, comme le prévoit un mécanisme d'agrégation » (traduction libre de Bettencourt, 2009, p. 606). Plus précisément, l'indépendance ne signifie pas l'isolement mais la liberté d'action⁹³. Elle limite d'une part la corrélation des erreurs, et renforce d'autre part le recueil d'informations « fraîches ».

Néanmoins, lors d'activités collectives réalisées dans le même *espace-temps* – donc une coopération – les individus ont tendance à s'influencer mutuellement lorsqu'ils interagissent pour résoudre des problèmes. Cette *influence sociale* constitue parfois un atout (qualité moyenne de solution plus élevée grâce à l'apprentissage social), parfois un inconvénient (efficacité maximale de la solution inférieure en raison d'une réduction de l'exploration individuelle de nouvelles réponses). Dans ce cas, le conformisme peut limiter la créativité du groupe, qui ne trouvera pas de solution optimale – s'il en existe une. Face à ce dilemme, certaines études signalent qu'une interaction discontinue offre de nombreux avantages en limitant les coûts (Bernstein et al., 2018). Les chercheurs montrent la supériorité d'une influence sociale *intermittente* sur une influence sociale *constante* ou *absente*, dans une tâche de résolution de problème disposant d'une solution optimale.

Dans cette étude, la performance de groupes de trois agents était mesurée selon deux valeurs : la qualité de la réponse moyenne, et la meilleure solution au sein du groupe. Il en résulte que les groupes « intermittents » ont cumulé les avantages des groupes « sans influence » (diversité des solutions permettant d'atteindre un optimum au sein du collectif) et avec « influence constante » (solution moyenne de meilleure qualité). Ainsi, une influence sociale intermittente,

⁹³ Surowiecki précise par ailleurs que cette autonomie relative renvoie à un « individualisme méthodologique », défini dans le chapitre précédent.

cyclique et alternée⁹⁴, permet aux collectifs d'apprendre les uns des autres, tout en maintenant un niveau élevé d'exploration (Bernstein et al., 2018). Dans ce type de tâche, l'influence sociale intermittente favorise donc l'intelligence collective.

Dans le même temps, la décision collective dépend de la précision des informations détenues par les membres du groupe, et influe notamment sur la vitesse de décision (Kurvers et al., 2015). Dans ce cas, les chercheurs précisent que l'influence sociale dans la prise de décision collective n'est pas nécessairement négative. A condition que les individus ne disposent pas des mêmes informations sur le plan qualitatif – faisant écho à la première dialogique (diversité/homogénéité). A cet égard, lorsque l'interdépendance croît dans un collectif, les besoins en connaissances et compréhensions partagées augmentent (Bourbousson et al., 2015). Les membres gagnent ainsi à partager un référentiel commun développé, qu'il prenne la forme de règles élémentaires et inamovibles, ou de principes d'action complexes et évolutifs. Par ailleurs, les insectes sociaux :

Ont développé des systèmes de décision collective qui fonctionnent sans aucune représentation symbolique, qui exploitent les contraintes physiques du milieu dans lequel ils évoluent, et enfin qui utilisent essentiellement les communications entre individus, soit directement lors de contacts, soit indirectement en utilisant l'environnement comme un canal de communication (Bonabeau & Théraulaz, 1994, p. 107).

Les membres du groupe peuvent parvenir à un consensus non seulement sur l'endroit où voyager, mais également sur les règles locales à utiliser (Seeley & Visscher, 2004). Ainsi, comme le cerveau, les groupes peuvent s'adapter pour calculer « la bonne solution » dans différents contextes, en faisant correspondre leur stratégie d'information collective avec les propriétés statistiques de leur environnement. (Couzin, 2007).

Ce principe de renforcement stigmergique est caractéristique de l'intelligence collective en essaim. Contrairement à la sagesse des foules qui repose sur une stricte indépendance des actions, la stigmergie utilise un phénomène de rétroaction positive ou négative pour produire un résultat collectif efficient (Bolici et al., 2016; Theraulaz & Bonabeau, 1999). Ce phénomène est présent notamment chez les insectes sociaux, concernant la recherche de nourriture. Pour ce faire, les individus doivent interagir les uns avec les autres, le plus souvent de manière indirecte. Ce type d'approche montre l'avantage d'un contrôle *distribué* et *parallèle*.

⁹⁴ Ces résultats viennent questionner les conditions d'utilisation des dispositifs interactifs comme le « débat d'idée » (Deriaz et al., 1998; Gréhaigne, 2007).

Les individus en groupe peuvent accéder à des capacités de calcul collectif d'ordre supérieur telles que l'acquisition et le traitement simultanés d'informations provenant de sources largement décentralisées mais agrégées (en référence à notre deuxième dialogique). La problématique est alors de déterminer les règles comportementales individuelles et locales qui permettront à un système collectif global de présenter un comportement coopératif efficient. A cet égard, les nuées d'oiseaux et les bancs de poissons sont de parfaits exemples d'organisations collectives poursuivant un but commun (interdépendance) et résolvant des problèmes de façon décentralisée (indépendance).

En effet, chaque agent suit un référentiel de règles simple : i) rester proche du collectif et se rapprocher du centre ; ii) maintenir une distance acceptable avec ses voisins ; iii) ne pas entrer en collision et iv) fuir si un prédateur se présente. Mais le mouvement collectif se produit sans décideur centralisé. Pour autant, les agents indépendants individuellement sont interdépendants collectivement (List et al., 2009), puisqu'influencés par les mouvements de leurs congénères. Dans cette perspective, la densité, la fréquence et les modalités des interactions influencent l'émergence de l'intelligence collective.

Nous identifions cinq caractéristiques fondamentales permettant de différencier les collectifs :

- La conscience de l'action collective : concernant les comportements de coopération, pouvant être « déterminés » instinctivement ou intentionnellement effectués, et dont les interactions sont réalisées à divers degrés de conscience ;
- L'intermittence des interactions : illustrant des interactions permanentes au sein du collectif, ou une alternance de temps « dissociés » ;
- La hiérarchisation des relations : caractérisant un fonctionnement vertical ou horizontal dans les interactions, sans occulter le jeu de nuances qui peut s'installer entre une hiérarchie immuable et une totale décentralisation ;
- Le type de communication : pouvant s'appuyer sur des interactions verbales, non verbales, plus ou moins volontaires ;
- L'hétérogénéité des agents : s'étend du « degré 0 de l'intelligence collective [qui] correspond à un collectif parfaitement homogène où les individus sont fonctionnellement identiques » (Bonabeau & Théraulaz, 1994, p. 19), à un degré culminant constitué d'agents hétérogènes, dont les fonctions sont distinctes.

Placer chaque collectif sur l'ensemble de ces axes permet d'en évaluer le degré de complexité. Au rang simple les agents sont homogènes, reliés par des interactions non verbales, non conscientes et égalitaires. Le plus souvent, ils ne perçoivent pas leurs interactions sémiotiques en tant que telles, comme nous le verrons dans le cas de l'intelligence collective en essaim. *A contrario*, lorsque l'intelligence collective atteint des échelons plus élevés de complexité, les agents *pensent* intentionnellement et consciemment leurs interactions. Ces dernières sont souvent hétérogènes, plutôt hiérarchiques, parfois intermittentes. Elles tendent vers une plus grande conscientisation, probablement liée à la verbalisation caractéristique des intelligences collectives mobilisées par les sociétés humaines. En bref : « une intelligence collective simple sait faire mais ne sait pas ce qu'elle fait contrairement à une intelligence collective complexe » (Bonabeau & Théraulaz, 1994, p.24). Toutefois, cela ne signifie pas qu'une *intelligence collective simple* est plus efficace, ou plus « intelligente » qu'une *intelligence collective complexe*. Concrètement, l'intelligence collective complexe dispose de davantage de moyens de s'auto-optimiser, de contrôler son propre fonctionnement, sa propre organisation, donc d'évoluer pour s'adapter à de nouveaux problèmes.

Afin de modéliser ces caractéristiques, nous pouvons utiliser le diagramme en étoile ci-dessous. Il permet de comparer différents collectifs selon les cinq axes identifiés, sur une échelle à quatre niveaux⁹⁵.

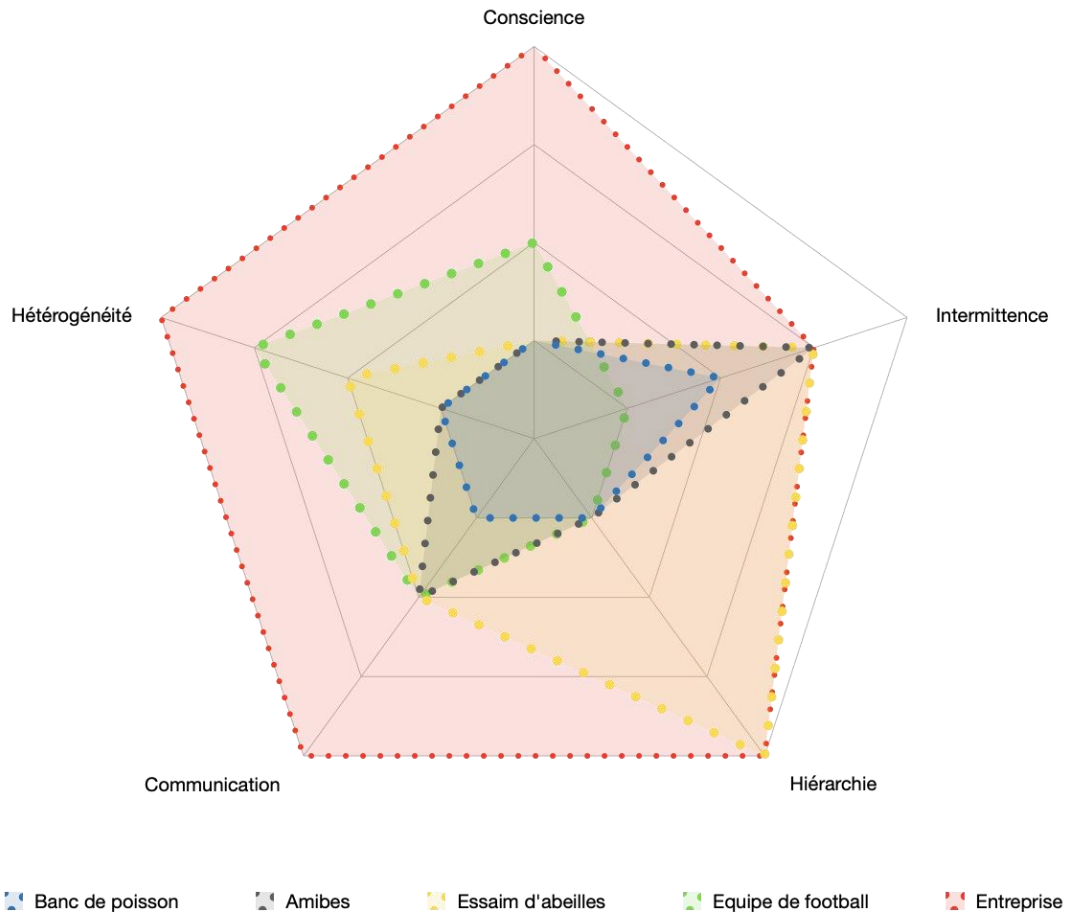


Figure II.7 Caractérisation du degré de complexité des intelligences collectives

⁹⁵ Un positionnement sur une échelle « paire » oblige à placer chaque collectif d'un côté ou de l'autre de l'axe. Précisons que le positionnement de chaque collectif est arbitraire, perfectible, ayant néanmoins le mérite de mettre en lumière des ressemblances et des différences.

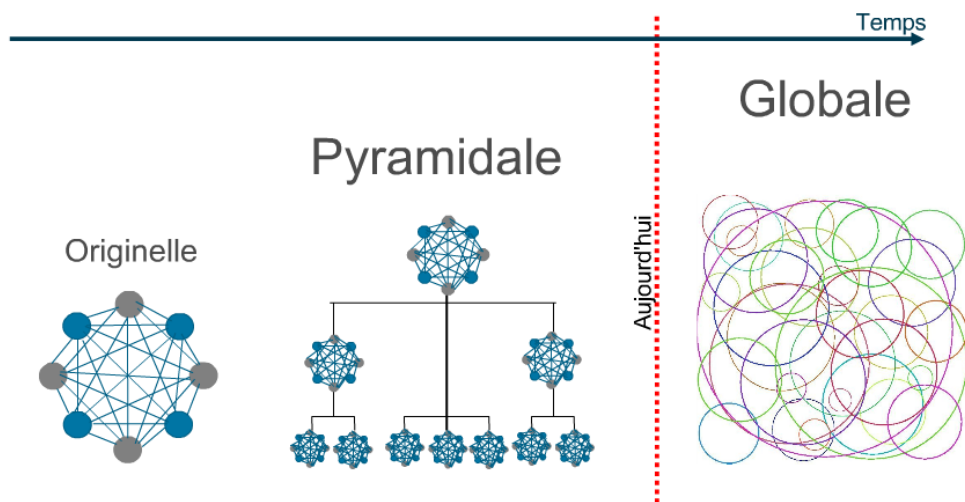


Figure II.8 Les formes d'intelligence collective selon Noubel (2007)

II.L.1 L'intelligence collective en essaim

Si certaines formes d'intelligence collective (notamment pyramidale⁹⁶) sont propres à l'être humain, le règne animal est également capable de s'organiser à grande échelle pour produire des comportements intelligents : recherche de nourriture, défense mutuelle, construction d'habitat, décision collective, etc. L'étude de ces comportements porte sur l'intelligence collective en essaim (ICE). Le concept d'*intelligence en essaim* (*Swarm Intelligence*) trouve son origine dans l'éthologie des insectes sociaux (Moussaid et al., 2009). Néanmoins, ce mode de fonctionnement peut décrire tout groupe d'agents naturels ou artificiels dont les règles de comportement sont relativement basiques, qui disposent d'informations strictement locales et coordonnent leurs actions pour réaliser une tâche globale dont ils n'ont aucune représentation. On peut ainsi observer de telles productions chez les insectes sociaux⁹⁷, les vols d'oiseaux ou encore les bancs de poissons :

On rencontre dans la nature de nombreuses sociétés animales ou groupes d'animaux qui sont le siège de phénomènes collectifs impliquant une coordination très précise des activités individuelles. Ainsi, les déplacements collectifs en formation comme les vols d'oiseaux, les bancs de poissons et les migrations d'ongulés sauvages, conduisent à la formation de structures spatio-temporelles parfois très complexes (Theraulaz, 2005, p. 111).

Les structures collectives formées par certains organismes sont d'une remarquable élégance, en plus d'être redoutablement efficaces dans l'atteinte de leur but. D'ailleurs, les différents types

⁹⁶ Même si hiérarchie et division du travail existent chez les insectes sociaux.

⁹⁷ Néanmoins, seule une faible proportion des insectes (environ 2 % selon Damasio, 2017, p. 37) sont capables de produire des comportements collectifs très complexes : c'est le cas des abeilles, des fourmis et des termites (Wilson, 2012).

de problèmes pouvant être résolus par une ICE ont en commun une forte composante spatiale. Pour exemple, certains bancs de poissons présentent une structure « en fontaine », dont la forme s'adapte lorsqu'ils sont attaqués par un prédateur. Également, nous observons chez les oiseaux volant sur de longues distances, l'adoption d'une formation triangulaire « permettant de minimiser la dépense énergétique et impliquant une sensibilité accrue aux subtils mouvements de l'air » (Bonabeau & Théraulaz, 1994, p. 117-118).

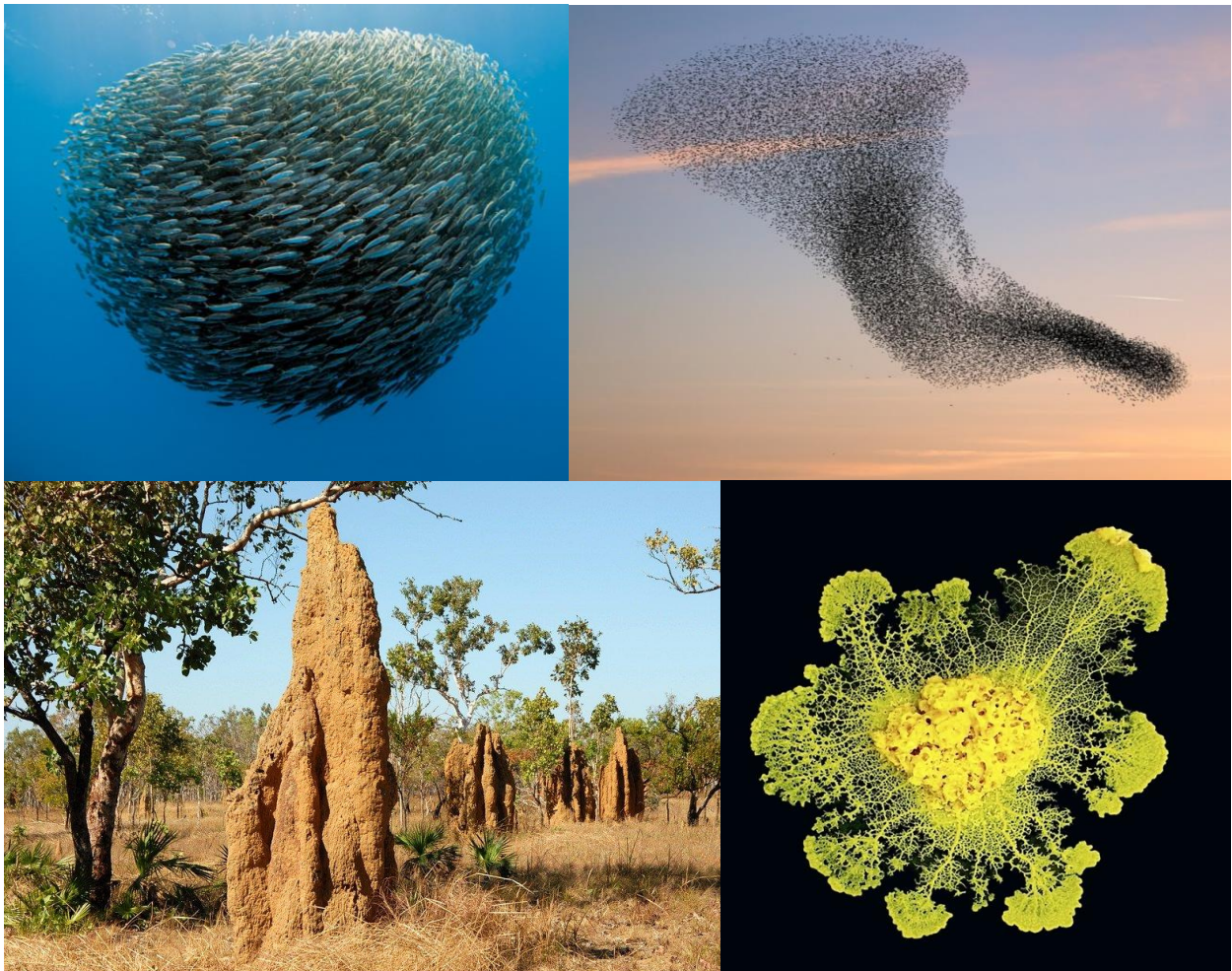


Figure II.9 Exemples de structures collectives morphotypiques

*De haut en bas et de gauche à droite : banc de poisson, nuée d'oiseau, termitière géante, colonie de *Physarum polycephalum*.*

Dans tous les cas, l'ICE implique des modalités de réponse simples mais rapides (à l'échelle de la motricité de l'espèce) : « Les colonies d'insectes s'adaptent également très rapidement aux changements d'environnement, et continuent à fonctionner alors même que certains individus échouent à accomplir leur tâche » (Théraulaz, 2005, p. 112).

Ce modèle de fonctionnement est bien différent du modèle humain, il est « décentralisé, fondé sur la coopération d'unités autonomes au comportement relativement simple et probabiliste, qui sont distribuées dans l'environnement et ne disposent que d'informations locales » (Noubel, 2007, p. 14). Pour autant, certains comportements humains s'en rapprochent, comme les mouvements de piétons ou la conduite de véhicule en milieu urbain⁹⁸. Grâce à une forte décentralisation, l'intelligence collective en essaim se différencie du modèle pyramidal par sa réactivité. Cependant, elle reste limitée à une gamme restreinte de comportements, dont l'absence de vision d'ensemble est une des causes. De ce fait, les groupes produisant de l'intelligence collective en essaim « *agissent* plus qu'ils ne *pensent* » (Damasio, 2017, p. 38).

Dès lors, quels mécanismes permettent l'activité coordonnée d'un très grand nombre d'individus, alors même qu'ils ne disposent d'aucune vision de l'ensemble, ni même du résultat souhaité ? Pour réaliser ces prouesses, les superorganismes sont contraints de respecter un ensemble de règles précises et inflexibles, qui constitue un référentiel commun peu complexe mais fortement partagé. Ces « routines inflexibles sont ancrées dans leurs gènes et garantissent la survie de leurs groupes. Ils semblent même se comporter avec altruisme chaque fois qu'un sacrifice est nécessaire » (Damasio, 2017, p. 37).

D'autre part, la qualité de superorganisme des colonies d'insectes sociaux repose en grande partie sur des propriétés émergentes : notamment des propriétés régulatrices étendues au collectif. Mais au-delà, « le comportement de l'ensemble laisse supposer l'existence d'une identité configurationnelle dotée de mémoire » (Varela, 2017, p. 135), malgré l'absence de centre opérationnel ou de soi localisé. Ainsi, les manifestations de l'ICE, pour lesquelles l'ensemble se comporte comme un tout unitaire, peuvent apparaître virtuellement coordonnées de façon centralisée à un observateur extérieur.

Pourtant dans les collectifs formant une ICE, le projet global émerge de la masse considérable d'interactions entre les individus, produisant parfois des structures d'une étonnante complexité à partir de nombreuses « simplicités individuelles » (Theraulaz, 2005, p. 113). Ceci explique pourquoi, dans le cas d'une ICE comme chez les insectes sociaux ou chez l'amibe *Dictyostelium discoideum*, « il faut que le nombre d'individus soit suffisant pour que l'ensemble se coordonne » (Angelier, 2008, p. 105).

⁹⁸ Diverses études tentent d'ailleurs de s'inspirer de l'intelligence collective en essaim pour réguler le trafic routier dans les mégapoles comme Tokyo grâce au *Physarum Polycephalum* (Tero et al., 2010).

La nécessité d'un nombre conséquent d'éléments interagissant est une des particularités de ce type d'intelligence collective, qui repose en partie sur la *stigmergie*⁹⁹. Il s'agit un type d'*interaction indirecte* qui consiste à transmettre un signal à autrui via l'environnement¹⁰⁰. Cette communication est nécessairement locale, ou en tout cas bornée à un espace proche/partagé, mais peut être qualifiée d'asynchrone puisque se réalisant selon une temporalité différente. Elle est également éphémère, les informations (ex : les phéromones) ayant une durée de « vie » limitée. On parle de stigmergie pour caractériser cette cognition distribuée dans l'espace et entre les individus. On peut dire que l'environnement joue le rôle d'une mémoire dynamique qui enregistre l'action passée de l'essaim en même temps qu'il sélectionne le régime dynamique de celui-ci.

D'ailleurs, le comportement collectif sera d'autant plus efficient que les individus de la colonie seront nombreux, puisque les interactions stigmergiques seront plus fréquentes. A ce propos, il faut bien distinguer *l'influence sociale*¹⁰¹ de *l'apprentissage social* (Doré, 2019). Lorsqu'un comportement produit par un individu modifie le comportement d'autrui et, on parle d'influence sociale par contagion¹⁰² ou facilitation¹⁰³.

Du fait de sa taille, contraignant en grande partie l'holoptisme, cette forme d'intelligence collective est « aveugle », c'est-à-dire qu'aucun individu n'a une quelconque idée de la structure d'ensemble, ou du plan global. Dans le même temps, elle est très sensible aux perturbations externes/internes. Pourtant, ces collectifs sont d'une grande adaptabilité, et conserve leur stabilité dans le temps :

Ce qui « stabilise » et dirige les sociétés d'insectes sociaux, ce sont en grande partie les conditions extérieures et une forme d'homéostasie à partir de « niveau » préréglé. L'intelligence en essaim fonctionne à cette condition qu'il y a uniformité et désindividuation de ses agents, c'est sa principale limite (Noubel, 2007, p. 14).

⁹⁹ Ce concept fut avancé à la fin des années cinquante pour expliquer la coordination des insectes sociaux (Grassé, 1959).

¹⁰⁰ « Schématiquement, les traces ou les ébauches de construction qui résultent de l'activité d'un insecte vont constituer autant de sources de stimulation qui vont orienter et déclencher en retour des comportements spécifiques chez les autres insectes de la colonie » (Theraulaz, 2005, p. 114).

¹⁰¹ « Le bâillement, les bancs de poissons, nuées d'oiseau en sont des exemples. Mais ce n'est pas un apprentissage social car le comportement produit n'est ni nouveau ni modifié » (Doré, 2019, p. 143).

¹⁰² Le même comportement est reproduit par autrui.

¹⁰³ La performance du comportement est améliorée par la simple présence d'autrui. Contagion et facilitation vont souvent de pair.

Ainsi, « la colonie d'insecte, où chaque individu est assimilé à un organe de majorité, est donc capable de fonctionner en présence d'un bruit de fond continu, et s'accommode des erreurs » (Bonabeau & Théraulaz, 1994, p. 49). Elle aurait même besoin d'un certain degré d'erreur – c'est-à-dire de bruit (Atlan, 1979) – pour pouvoir s'adapter aux perturbations et s'auto-organiser. D'ailleurs :

L'auto-organisation constitue un concept-clé pour comprendre les phénomènes collectifs chez les insectes sociaux. Elle caractérise des processus au cours desquels des structures spatiales [...] émergent au niveau collectif, à partir de la multitude des interactions entre individus, sans être codées explicitement au niveau individuel. Aucune règle locale de comportement ne dépend d'une information globale (Theraulaz, 2005, p. 118).

Les processus d'auto-organisation nécessitent la présence d'un grand nombre d'interactions entre les unités du système et se caractérisent principalement (Theraulaz, 2005, p. 118) :

- Par la présence de *feed-back* positifs grâce auxquels de petites fluctuations vont pouvoir être amplifiées et une structure se nucléer ; ces *feed-back* positifs sont généralement implémentés au niveau du comportement individuel ;
- Par la présence de *feed-back négatifs* grâce auxquels les structures produites sont stabilisées. Ces *feed-back* négatifs vont contrebalancer les effets produits par les *feed-back* positifs. Souvent l'inhibition résulte simplement de contraintes physiques qui peuvent prendre la forme d'une saturation, d'une compétition ou bien encore d'un phénomène dissipatif ;
- Par l'existence de *bifurcations*, lorsque certains paramètres du système varient.
- Ces processus se caractérisent par la coexistence possible de *plusieurs états stables*, le système pouvant en fonction de son histoire converger vers l'un ou l'autre de ces états.

Dès lors, l'ICE permet aux colonies d'insectes de se doter de capacités¹⁰⁴ qu'elles ne possèdent pas individuellement (Laniau, 2009). Chez les insectes sociaux (fourmis, termites, abeilles), l'intelligence collective en essaim repose sur une communication indirecte de type stigmergique : via l'environnement, et non directement d'agent à agent. Pour autant, d'autres espèces (poissons et oiseaux) mobilisent une ICE reposant sur des interactions tout aussi sommaires, mais plus directes. Dans tous les cas, l'intelligence collective en essaim repose sur une morphogénèse, dont la forme¹⁰⁵ permet de résoudre des problèmes qui se posent d'un point de vue stratégique, sécuritaire, technologique et énergétique (Theraulaz, 2005).

¹⁰⁴ Comme la capacité des termites à réaliser des constructions tridimensionnelles alors qu'elles ne possèdent qu'une vision bidimensionnelle.

¹⁰⁵ Vol en « V » des oiseaux migrateurs, amas dense chez les bancs de poissons et nuées de chauve-souris, réseaux tentaculaires chez les insectes sociaux et certaines bactéries, etc.

Les phénomènes de chasse en groupe sont également révélateurs d'une morphogenèse collective prototypique. Le front du groupe de prédateur présente le plus souvent une surface parabolique, mimant un entonnoir. Il semble que la chasse en groupe conduise assez souvent à une formation analogue : les lycaons chassant un zèbre ou une antilope montrent des « ailiers » courant latéralement et tendant à dépasser la proie puis à se rabattre vers elle (Bonabeau & Théraulaz, 1994, p. 117-118).

Par analogie, l'ensemble des comportements d'un joueur sur le terrain peut induire un comportement complémentaire chez ses coéquipiers : appels, passes, etc. Ces mouvements tendent également vers des formes prototypiques, qui dépassent la notion de « système de jeu » pour prendre vie dans l'animation collective du jeu. D'autre part, le terrain, via les différents « espaces » comme la surface de réparation, permet aussi d'engranger une mémoire des actions passées et une forme d'affordance liée aux caractéristiques des joueurs et leurs possibilités d'action dans telle zone, dans telle situation, etc.

Pour autant, dans les petits groupes, la coordination ne repose pas sur une forme de stigmergie ou sur l'utilisation de phéromones par exemple. Dans ce cas, l'intelligence collective s'appuie davantage sur la mémoire individuelle et la transmission d'information inter-agents. Or, « ce sont justement les deux caractéristiques qui font de nous, les hommes, des êtres socialement intelligents. Par conséquent, l'intelligence collective telle qu'elle existe chez l'homme devrait être très différente de l'intelligence en essaim » (Laniau, 2009, p. 84).

II.L.2 *L'intelligence collective pyramidale*

Pour dépasser les limites de l'intelligence collective originelle, l'être humain a inventé une forme plus adaptée aux collectifs de taille importante. Cette nouvelle forme d'intelligence collective « à grande échelle », est présente dans les entreprises, les administrations, les gouvernements ou tout autre organisation¹⁰⁶ fortement hiérarchique et centralisée. Comme toute forme d'intelligence collective, l'intelligence collective pyramidale s'appuie sur une technologie de communication (Lévy, 1994). Si pour l'ICO, les communications sont essentiellement « corporelles » ou « sémiotrices », l'ICP a été rendue possible par l'invention de l'écriture (Noubel, 2007). Grâce à cette avancée technologique – qui sera complétée par l'imprimerie et plus récemment l'informatique – la *noosphère*, jusqu'alors « invisible », est à présent matérialisée dans le monde physique¹⁰⁷. A cet égard, la plupart des organisations de moyennes et grandes tailles :

¹⁰⁶ Noubel (2007) emploie le terme générique « d'organisation » pour évoquer les entreprises, administrations, associations, institutions. C'est-à-dire tout collectif organisé et perçu comme tel

¹⁰⁷ Notons d'ailleurs qu'avec l'invention de l'informatique et de son langage propre, nous assistons à une nouvelle dématérialisation dans ce que Lévy (1994) nomme le « cyberspace ».

Ont en commun une infrastructure fondée sur l'autorité, le contrôle, la division du travail, les organigrammes « codés en dur », [...] pour piloter et organiser les édifices humains complexes. Nous l'appellerons *l'intelligence collective pyramidale*. Cette dernière demeure efficace tant que l'environnement demeure stable, mais elle devient vulnérable et inefficace dans les contextes fluctuants, c'est-à-dire quand les marchés, les savoirs, la culture, la technologie, les interactions extérieures, l'économie, la politique évoluent plus rapidement que la capacité de réaction du groupe (Noubel, 2007, p. 2).

Noubel précise que ces « édifices humains » reposent sur quatre principes dynamiques qui en constituent la *signature universelle* :

- La division du travail : chaque individu se voit attribuer un rôle spécifique qui s'accompagne communément d'un espace prédéfini. Chaque individu n'a accès qu'aux informations de son « espace de travail », à l'opposé de l'holoptisme ;
- L'autorité : dont dispose un seul individu, ou un petit groupe. Cette hiérarchie instaure une dissymétrie dans les rapports entre les membres du collectif, créant des interactions verticales apparentées à une « chaîne de commandement » ;
- Une monnaie rare : qui joue le rôle de valeur d'échange et de réserve, par convention sociale. Elle crée la dynamique d'action dans le collectif. Or, plus que la monnaie en elle-même, c'est sa rareté/valeur qui organise les rapports hiérarchiques au sein de l'organisation ;
- Des normes et des standards : qui constituent une forme de référentiel commun, par exemple le langage, les règles sociales, des artefacts en circulation, etc. Ils conditionnent également le sentiment d'appartenance au collectif.

Ces quatre principes se renforcent et se complètent mutuellement, contribuant à la stabilité de l'organisation : « L'autorité distribue les richesses, la monnaie catalyse les hiérarchies, la division du travail organise les autorités, les standards et les normes établissent les règles d'inclusion-exclusion, etc. » (Noubel, 2007, p. 11). Cette forme d'intelligence collective plus structurée a pour principale faculté d'économiser certaines ressources (temps, énergie, argent, etc.) et de rationaliser des activités collectives à grande échelle. Par ailleurs ce modèle est applicable dans de nombreux secteurs : politique, enseignement, armée, renseignement, commerce, etc.

L'intelligence collective pyramidale confère bien des avantages – ayant notamment permis la structuration de la société, ainsi que la réalisation de nombreux progrès. Toutefois, « contrairement à l'intelligence collective originelle, elle démontre une incapacité structurelle à s'adapter aux sols mouvants, imprévisibles et disruptifs de la complexité » (Noubel, 2007, p. 11). Sa lenteur et sa rigidité ne lui permettent pas de « s'automodifier au fil des circonstances comme dans le cas d'une équipe de sport » (p. 12).

Sa hiérarchie perturbe toute tentative de vision systémique, d'autant que l'aspect économique tend à minimiser la coopération au profit d'une compétition interne¹⁰⁸. Enfin, les normes et standards – souvent omniprésents – diminuent la perméabilité, c'est-à-dire les échanges avec l'environnement (par exemple d'autres organisations). A ce propos, Lévy explique que « les hiérarchies bureaucratiques, les monarchies médiatiques et les réseaux internationaux de l'économie ne mobilisent et ne coordonnent que très partiellement les intelligences, les expériences, les savoir-faire, les sagesses et imaginations des êtres humains » (1994, p. 12). C'est pourquoi les organisations adoptant ce modèle rencontrent des difficultés à s'adapter, en particulier lorsque des événements brusques et inattendus adviennent¹⁰⁹, nécessitant des réponses rapides et durables.

II.L.3 Vers une intelligence collective globale ?

Si l'être humain est fondamentalement – et par essence – social, il n'a connu pendant la majeure partie de son existence que la forme d'intelligence collective originelle, celle des petits groupes. Ce n'est que très récemment, et avec une croissance exponentielle, qu'il a été confronté aux grandes organisations qui favorisent l'intelligence collective pyramidale. Toujours en quête d'un « niveau supérieur de conscience qui lui permette de guider et comprendre sa condition présente » (Noubel, 2007, p. 16), il n'a pas eu le temps de s'adapter à ce nouveau mode de fonctionnement. Or selon Noubel (2007), les formes actuelles d'intelligence collective à grande échelle (en essaim et pyramidale) ne sont que des étapes transitoires de notre évolution vers une forme de conscience globale et harmonieuse : une intelligence collective globale (ICG). A l'inverse des intelligences collectives pyramidale et en essaim, cette forme supérieure ne dissout pas l'individu dans la masse mais l'inclut. Pour cela, l'ICG dépend des technologies informatiques et numériques, dont le rôle selon Lévy, serait de « favoriser la construction de collectifs intelligents où les potentialités sociales et cognitives de chacun pourront se développer et s'amplifier mutuellement » (1994, p. 25).

¹⁰⁸ Bien qu'elle ne soit pas toujours improductive.

¹⁰⁹ Les exemples de la crise économique de 2008, ou plus récemment de la crise sanitaire due à la Covid19 pointent les limites de ce modèle en particulier dans nos administrations.

Pour accéder à ce niveau supérieur, il faudrait ajouter aux sept conditions de l'intelligence collective originelle les suivantes (Noubel, 2007) :

- Une monnaie suffisante et disponible en temps réel : qui nécessite une harmonisation des marchés financiers, et qui pourrait être facilitée par l'émergence des cryptomonnaies notamment. Mais au-delà des monnaies « fictives », ce sont nos ressources énergétiques, leur production, disponibilité et mobilité qui seront déterminantes à l'avenir. En ce sens, la tendance aux circuits courts et aux énergies vertes constituera une base solide pour cette évolution.
- Des normes et des standards émergents et ascendants : qui remettent en question nos modèles de gouvernance et nos systèmes politiques actuels. Le taux d'abstention toujours plus important aux différentes élections est un symptôme de l'essoufflement de notre modèle descendant.
- Un système d'information interconnecté et indépendant : l'essor d'internet a été une véritable révolution concernant tant l'accès à l'information que l'interconnexion entre individus (Lévy, 1994). Il nécessite cependant d'évoluer, d'être régulé et « libéré » des contrôles étatiques ou de multinationales.
- Une interpénétration permanente avec le cyber espace : qui s'opère progressivement grâce aux progrès technologique, dont les « objets connectés » ne sont que les prémices (De Rosnay, 2018).
- Un développement personnel : qui doit prendre source dans l'éducation, et notamment « l'éducation à la condition humaine » (Morin, 1999).

Pour autant, cette forme d'intelligence collective reste utopique, au mieux théorique. Ainsi aboutissons nous à la définition à la fois pragmatique et idéaliste de Noubel pour qui : « l'intelligence collective est la capacité d'un groupe de personnes à collaborer pour formuler son propre avenir et y parvenir en contexte complexe ». Dans ce contexte complexe, « la science de l'Intelligence Collective a pour objet l'étude et l'optimisation des propriétés émergentes intérieures-subjectives et extérieures-objectives des collectifs, et ce dans le but d'augmenter leur capacité d'existence, d'évolution et de plénitude » (2007, p. 21). Celle-ci doit permettre de « maximiser le potentiel d'action et de liberté des collectifs humains dans un contexte où la plupart des challenges que nous rencontrons semblent trop complexes à résoudre » (p. 5). A ce titre, l'intelligence collective semble indispensable aux équipes de football, dont l'objectif consiste à produire une performance que les individus ne pourraient viser seuls.

Annexes au Chapitre III : De l'anticipation collective

Annexe III. A. Matériel utilisé pour le test



Figure III.1 Boitier QuizzBox

- Vous allez passer un test permettant d'évaluer votre capacité à décoder le jeu à partir de séquences vidéo courtes extraites de matchs de football.
- A l'issue de chaque vidéo une question sous la forme de « *que va faire le joueur X ?* » vous sera posée.
- Vous avez le choix entre trois propositions de réponses. Parmi celles-ci, UNE SEULE est la BONNE et correspond effectivement à ce que va faire le joueur.
- Un temps vous sera accordé avant la vidéo afin de mémoriser les verbes d'action correspondant aux trois propositions.
- Attention il vous est demandé de prédire le futur immédiat de l'action.
- En aucun cas il ne vous est demandé de choisir la réponse qui selon vous aurait été la plus adaptée.
- Un temps de 7 secondes est imparti pour répondre à chaque question.
- Une pause sera effectuée à la moitié du test.

Par ailleurs, il était précisé que :

- Le « porteur » désigne le joueur qui est en possession du ballon au moment de l'arrêt sur image.
- « Non porteur » désigne un joueur sans ballon de l'équipe qui attaque.
- « Défenseur » désigne un joueur de l'équipe qui n'a pas le ballon.

Enfin, concernant le fonctionnement des boitiers, il était rappelé :

- Attendez que la vidéo soit terminée et que le « chrono » s'affiche pour répondre, sinon votre réponse ne sera pas prise en compte.
- Vous devez cliquer sur le bouton correspondant à votre réponse puis sur le bouton VALIDER (en vert). « Ok » s'affiche alors sur le boitier (pensez à vérifier à chaque fois).
- Votre réponse ne sera pas prise en compte si vous n'avez pas validé dans le temps imparti !

Fiche de renseignement :

Nom : Prénom : Age :

Groupe : N° Boitier :

Spécialité sportive :

Regardez-vous régulièrement des matchs de football à la télévision ? Oui Non

Si oui combien par semaine (en moyenne) ? 1 2 3 4 et +

Regardez-vous des matchs de LIGUE 1 Française ? Oui Non

De LIGUE 2 Française ? Oui Non

Nombre d'années de pratique du football en club :
(Incluant la pratique en équipe de jeunes)

Au niveau national	
Au niveau régional	
Au niveau départemental	

Poste de jeu (pour les spécialistes) : Offensif / Défensif

Score personnel estimé à la fin du test : / 100

Score moyen de votre groupe estimé à la fin du test : / 100

Figure III.2 Questionnaire de renseignement

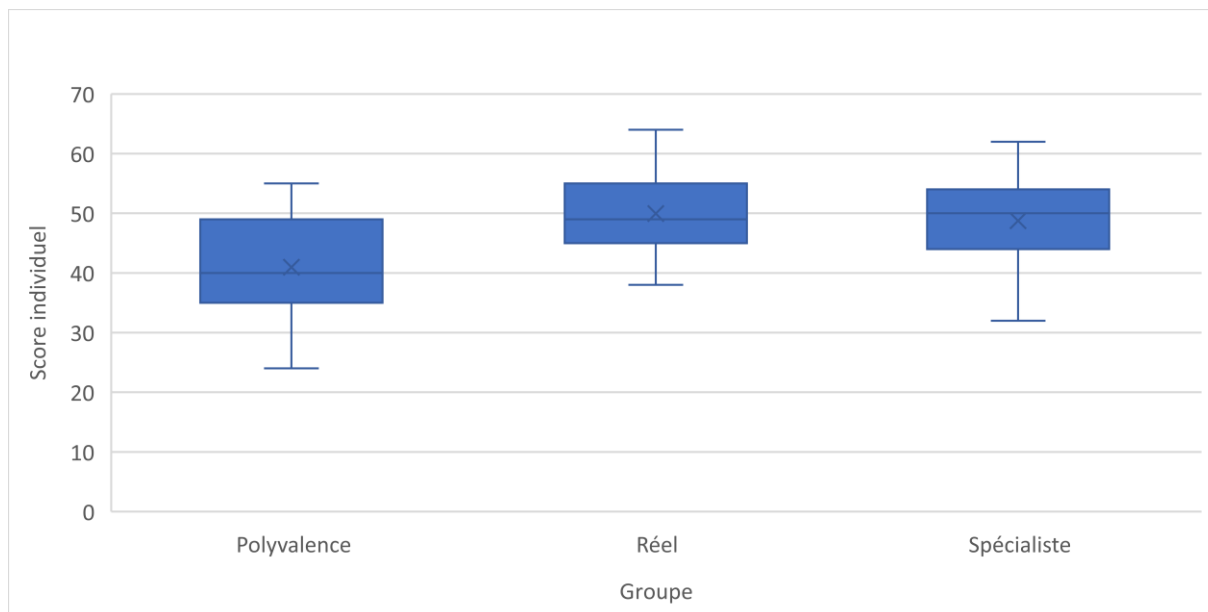


Figure III.3 Echantillons de scores individuels par groupe

Tableau III.1 Liste des équipes

ÉQUIPE	CARACTERISTIQUES	M _{EXPERIENCE}
Poly. 1	Étudiants en STAPS. Spécialité : activité individuelle.	1,2
Poly. 2	Étudiants en STAPS. Spécialité : activité collective.	3
Poly. 3	Étudiants en STAPS. Spécialité : Football (Débutants)	5,8
Spé. 1	Étudiants en STAPS. Spécialité : Football.	11,4
Spé. 2		13,5
Spé. 3		15,5
Spé. 4		17,7
Spé. 5		19,9
Spé. 6		26,7
Réel. 1	Joueurs de pôle espoir football. Classe : 4 ^{ème} .	10,2
Réel. 2	Joueurs de pôle espoir football. Classe : 3 ^{ème} .	16,8
Réel. 3	Joueurs de section sportive football. Classe : 2 ^{nde} .	12,5
Réel. 4	Joueurs de section sportive football. Classe : 2 ^{nde} .	14,9
Réel. 5	Joueurs de section sportive football. Classe : 1 ^{ère} .	17,5
Réel. 6	Joueurs de section sportive football. Classe : T°.	19,6
Top. 1 à 6	Équipes regroupant les 15 participants ayant obtenu les scores les plus élevés au test.	17,4 à 18,4

Tableau III.2 Récapitulatif de l'analyse de la variance par groupe

<i>Analyse</i>		<i>ANOVA 1F</i>	<i>Bonferonni</i>	<i>Test t</i>
Mesure		Polyvalence	Spécialiste	Spécialiste
		Réel (n = 15)	Réel (n = 12)	Réel (n = 12)
Données individuelles	Score	0,00	1,00*	0,34*
	Expérience	0,00	0,01	0,00
Données collectives	Expérience moyenne	0,00	1,00*	0,43*
	Score moyen	0,00	1,00*	0,29*
	Score émergent	0,04	1,00*	0,93*
	Score pondéré	0,00	1,00*	0,71*
Homogénéité	CCI	0,03	1,00*	0,77*
	Force réponse coll juste	0,00	1,00*	0,83*
	Hétérogénéité	0,51*	1,00*	0,75*

*Pas de différence significative entre les groupes

Tableau III.3 Mesures de l'homogénéité des équipes

Équipe	Coefficient de corrélation intraclasse	Force de la réponse collective juste	Hétérogénéité des réponses
Poly.1	0,18 ^{ns}	4,7	17,8
Poly.2	0,57	5,9	22,6
Poly.3	0,71	6,1	23,4
Spé.1	0,67	6,5	22,4
Spé.2	0,72	6,4	23,9
Spé.3	0,70	6,8	20,3
Spé.4	0,74	7,1	17,3
Spé.5	0,71	6,8	19,2
Spé.6	0,79	7,7	12,9
Réel.1	0,69	7,0	18,0
Réel.2	0,75	7,0	19,0
Réel.3	0,70	6,6	19,7
Réel.4	0,69	6,7	20,6
Réel.5	0,72	6,9	19,0
Réel.6	0,83	7,4	16,3
Top.1	0,86	8,0	13,2
Top.2	0,85	8,0	13,3
Top.3	0,86	8,0	13,2
Top.4	0,85	8,1	12,5
Top.5	0,86	8,1	12,4
Top.6	0,85	8,1	12,2

Tableau III.4 Données collectives

Équipe	Taux de réponse	Score moyen	Score émergent	Score pondéré	Score minimum	Score maximum
<i>Poly.1</i>	88,4%	36,9	33,3	15,5	24	51
<i>Poly.2</i>	88,3%	42,8	55,5	33,0	33	53
<i>Poly.3</i>	84,2%	43,2	59,3	35,9	34	55
<i>Spé.1</i>	88,7%	48,2	64,5	42,1	32	60
<i>Spé.2</i>	86,3%	49,0	66,5	42,6	34	58
<i>Spé.3</i>	85,0%	48,4	62,5	42,2	40	56
<i>Spé.4</i>	88,2%	49,9	60,0	42,7	32	61
<i>Spé.5</i>	83,3%	46,2	59,2	40,0	36	61
<i>Spé.6</i>	90,8%	50,8	55,5	42,6	44	62
<i>Réel.1</i>	93,1%	50,6	60,5	42,5	44	58
<i>Réel.2</i>	92,2%	50,9	63,0	44,0	45	60
<i>Réel.3</i>	89,3%	47,5	58,5	38,8	38	59
<i>Réel.4</i>	89,1%	48,5	62,0	41,4	39	61
<i>Réel.5</i>	89,0%	48,9	61,0	42,0	42	55
<i>Réel.6</i>	94,2%	53,3	62,3	46,0	40	64
<i>Top.1</i>	96,3%	60,7	66,5	53,3		
<i>Top.2</i>	96,5%	60,7	66,3	53,0		
<i>Top.3</i>	96,4%	60,7	66,0	52,8		
<i>Top.4</i>	96,2%	60,7	65,3	52,8	58	64
<i>Top.5</i>	96,4%	60,7	65,0	52,6		
<i>Top.6</i>	96,5%	60,7	64,5	52,3		

Les scores individuels minimum et maximum sont indiqués à titre indicatif.

Tableau III.5 Coefficients de variation (CV) par groupe

<i>Groupes</i>	<i>Polyvalence</i>		<i>Spécialiste</i>		<i>Polyvalence</i>	
	<i>Réel</i>	<i>Top</i>	<i>Réel</i>	<i>Top</i>	<i>Réel</i>	<i>Réel</i>
<i>CV (en %)</i>	<i>n =</i>					
<i>Expérience moyenne</i>	3	6	6	6	12	15
<i>Score moyen</i>	70	31	23	2	27	49
<i>Score émergent</i>	9	3	4	0	4	9
<i>Score pondéré</i>	28	6	3	1	5	13
<i>PAC</i>	39	2	6	1	4	19
<i>CCI</i>	125	37	15	16	29	46
<i>FR Coll (juste)</i>	56	6	7	1	6	22
<i>Hétérogénéité</i>	14	7	4	1	5	11
	14	20	8	4	15	15

Pour décrire la structure de notre test d'anticipation, nous avons recodé les variables de réponse selon le format suivant : absence de réponse dans le temps imparti (0) ; réponse fausse (1) ; bonne réponse (2). Les analyses statistiques ont été réalisées sur l'échantillon complet (100 questions ; 150 participants).

L'alpha de Cronbach présente une valeur satisfaisante (0,83) et cohérente avec l'unidimensionnalité présumée du test. Cette mesure suggère que notre instrument est homogène (Tavakol & Dennick, 2011). En cas de suppression d'élément (question), l'alpha de Cronbach ne descend pas en dessous de 0,82, renforçant notre dernière interprétation.

D'autre part, l'indice de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) est inférieur à 0,5 (0,35), indiquant qu'une analyse factorielle ne serait pas utile.

Annexes au Chapitre IV : De la décision collective

Annexe IV. A. Des phases aux intentions de jeu

Une partie de la logique interne du football est commune à tous les JSC interpénétrés. Elle concerne la notion de réversibilité des situations de jeu¹¹⁰, qui conduit à des changements récurrents de rôle (d'attaquant à celui de défenseur et inversement). Ces alternances (l'équipe attaque puis défend à tour de rôle) constituent ce que l'on nomme « situation à double effet » (Deleplace, 1979) et se traduisent pas la succession de « séquences¹¹¹ de jeu » :

La dynamique des groupes qui s'opposent, s'exprime dans la circularité des problèmes à poser et des problèmes à résoudre en vue d'atteindre à la fois l'objectif qui finalise l'action des joueurs partenaires, tout en faisant obstacle aux entreprises des joueurs adverses. Les multiples possibilités de placement, de déplacement donnent au jeu instantané un caractère d'incertitude, renforcé par le fait que l'initiative change de camp avec le gain ou la perte de la balle (Gréhaigne, 1992, p. 20).

La dynamique du jeu se caractérise ainsi par une alternance de continuité et de rupture dans les séquences de jeu, que les théoriciens de l'activité nomment « phases de jeu ». Ces dernières « traduisent la réversibilité, la dynamique du jeu, et la notion de rapport de force (quoi faire au plan défensif et/ou offensif) » (Fédération Française de Football, 2017, p. 5). Quatre phases de jeu sont ainsi identifiées et parfois groupées deux à deux : « conserver – progresser » et « déséquilibrer – finir ». Sur le terrain, ces phases sont liées à des espaces de jeu selon la Direction Technique Nationale (Fédération Française de Football, 2017, p. 4).

En première lecture, le carcan fédéral attribue ainsi à chaque phase de jeu une zone du terrain (Figure IV.1). Concernant notre analyse, qui se détache pour partie de la conception ci-dessus, nous convenons d'identifier cinq zones¹¹² sur le terrain sans leur attribuer de phase respective.

¹¹⁰ Cette logique diffère quelque peu des activités de raquette et plus largement des « sports de renvoi » pour lesquels le joueur est continuellement « attaquant » et « défenseur ». Le joueur de badminton qui effectue un « dégagé long » défend en même temps qu'il attaque. Cependant de ce point de vue, certains JSC s'appuyant sur le principe de « gagne terrain » se rapprochent également de cette logique. Qui plus est, au football, les longues séquences de possession de balle cachent une logique défensive (si je garde le ballon je ne peux encaisser de but) et les situations de « pressing défensif » participent d'une stratégie dite « offensive ». La frontière étant ainsi quelque peu ambiguë.

¹¹¹ Une séquence correspond à un temps de possession pour une équipe (Gréhaigne, 2018a), dont les joueurs ont le rôle d'attaquant, et un temps équivalent de non-possession pour l'autre équipe, dont les joueurs occupent le rôle de défenseur. Le changement de séquence s'effectue lors d'un moment de transition.

¹¹² Nous évoquerons ainsi, partant de son propre but et allant vers celui de l'adversaire, la « surface défensive », « zone basse », « zone médiane », « zone haute » et « surface offensive ». Ces zones étant évidemment symétriques, car la « surface défensive » d'une équipe correspond à la « surface offensive » de l'équipe adverse, de même pour les zones « basse » et « haute ». Gréhaigne quant à lui identifie quatre zones d'observation : défensive, pré-défensive, pré-offensive et offensive (2018a, p. 154).

En effet dans la réalité du jeu, il est tout à fait possible de conserver le ballon en zone basse ou haute, ou bien de marquer un but par une frappe hors de la zone de finition. Ainsi selon nous les phases de jeu font davantage références, tantôt à des « intentions¹¹³ de jeu », tantôt à des « moments¹¹⁴ de jeu ».



Figure IV.1 Phases et espaces de jeu d'après le modèle fédéral français (Fédération Française de Football, 2017)

¹¹³ Selon Walliser, « l'intentionnalité est une propriété affichée par un système » (1977, p. 32).

¹¹⁴ C'est le cas du « déséquilibre » produit par une action de jeu momentanée ayant pour effet de modifier le rapport de force de façon éphémère.

Nous reconnaissons deux intentions de jeu offensives fondamentales (« conserver » le ballon et « progresser » vers le but), deux intentions de jeu défensives fondamentales (« récupérer » le ballon et « s’opposer » à la progression), et deux « intentions de jeu supérieures¹¹⁵ » qui président aux autres : « marquer » un but et « protéger » son but.

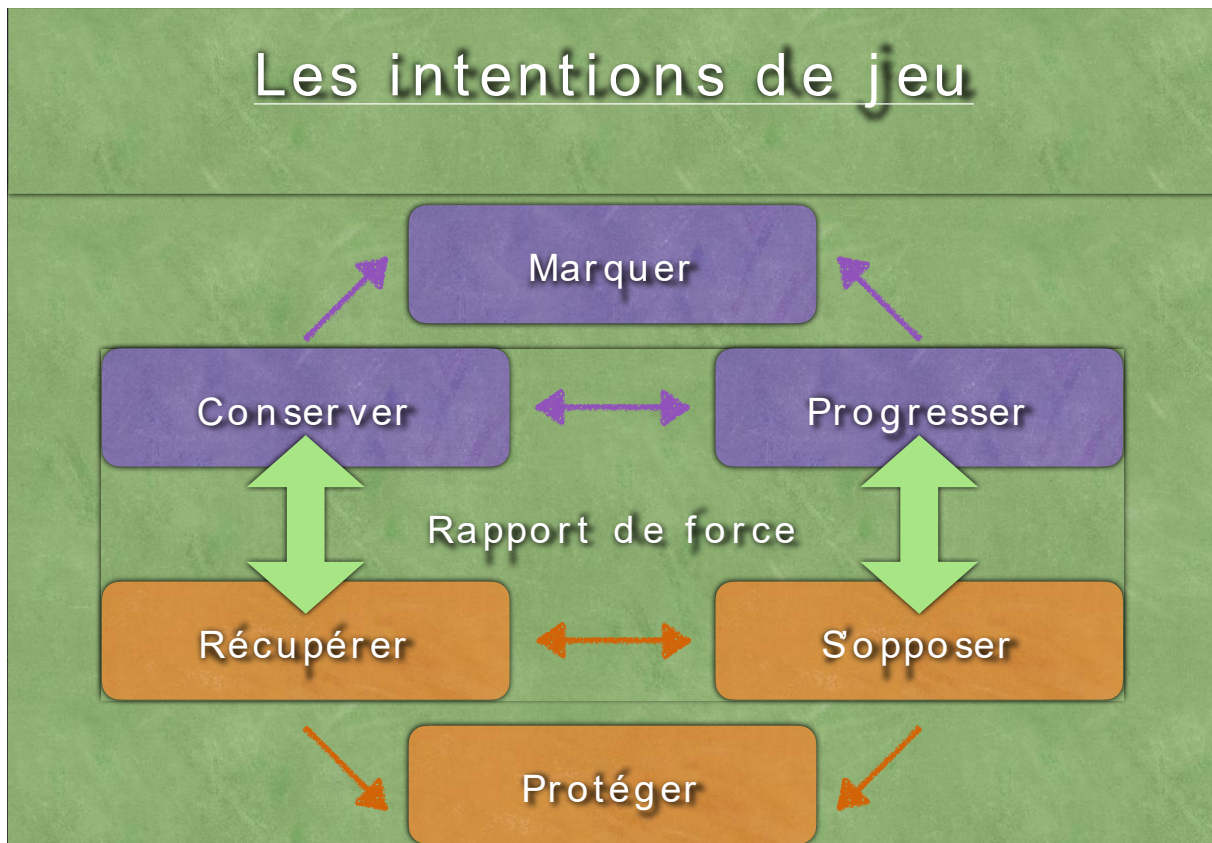


Figure IV.2 Une conception systémique et symétrique des intentions de jeu en football

Ces intentions peuvent se déployer dans différentes zones du terrain, à la fois individuellement et collectivement. En outre, une partie de l’équipe peut réaliser des actions de jeu s’inscrivant dans une intention divergente du reste de l’équipe.

¹¹⁵ Dans le sens où toutes les intentions fondamentales peuvent être orientées vers l’atteinte de ces intentions supérieures : le fait de chercher à conserver le ballon en zone haute dans l’attente de trouver la faille, comme le fait de chercher à progresser rapidement vers la cible par une contre-attaque ont pour finalité de marquer un but. Dans le même temps, ces deux intentions de jeu offensives fondamentales tendent, même si cela peut paraître contre-intuitif, vers la finalité de protéger son but : tant que l’équipe conserve le ballon elle ne peut encaisser de but, et le fait de progresser donc d’éloigner le ballon de son camp diminue également le risque de concéder un but. La logique de l’activité fait que « d’une manière générale, plus on joue loin du but adverse et de son bloc défensif plus on a de temps, et inversement plus on s’en rapproche, plus on pénètre ce bloc défensif, et plus la pression s’accroît » (Garbarino et al., 2001, p. 51).

Aussi le « déséquilibre » est-il considéré comme un « moment de jeu », non comme une phase ou une intention¹¹⁶. A l’initiative de la dynamique du jeu, l’opposition résulte de l’animation du jeu, qui « consiste à coordonner les déplacements défensifs et offensifs des joueurs. Elle s’appuie sur des principes fondamentaux de jeux défensifs et offensifs » (Fédération Française de Football, 2017, p. 2).

ON A LE BALLON	CONSERVER PROGRESSER	Créer et utiliser des espaces
		Jouer dans les intervalles et entre les lignes
		Jouer combiné (jeu à 2, à 3), enchaîner les actions
	DÉSÉQUILIBRER	Jouer à l’opposé après avoir fixé collectivement
		Jouer en profondeur après un décalage
		Rechercher un joueur lancé en profondeur dans le dos de la défense
		Jouer combiné pour créer un surnombre
		Se démarquer pour fixer et éliminer (notion de 1 contre 1) ou prendre de la vitesse
	FINIR	Se démarquer pour fixer et éliminer, passer ou finir
		S’ajuster ou se réajuster pour finir
ON N’A PAS LE BALLON	S’OPPOSER À LA PROGRESSION	Protéger le CJD (axe ballon-but) et organiser les prises en charge
		Anticiper la profondeur quand le porteur n’est pas cadré
		Freiner la progression de l’adversaire, organiser et réorganiser les alignements
	S’ORGANISER POUR RÉCUPÉRER	S’organiser en déséquilibre
		Densifier et être actif dans le CJD (axe ballon-but)
		Organiser la pression collective sur le « temps de passe »
		Couvrir le partenaire dans l’action défensive (moment d’intervention)
	PROTÉGER SON BUT	Défendre son but, récupérer ou dégager le ballon
		Anticiper, s’ajuster pour intervenir (moment d’intervention)

Figure IV.3 Les différents principes de jeu d’après le modèle fédéral français (Fédération Française de Football, 2017)

D’une action à l’autre, selon la phase de jeu qui se déroule, la pression spatiotemporelle au football varie et conduit à l’utilisation de tel ou tel principe de jeu qui peut se traduire par plusieurs types d’actions, notamment offensivement : attaque placée¹¹⁷, attaque rapide¹¹⁸ ou contre-attaque notamment. Pour exemple, concernant l’activité des joueurs non porteurs de balle lors des situations d’attaque placée :

- a) elle est basée sur des règles, b) elle est de nature essentiellement tactique : même sous pression temporelle élevée les joueurs décident peu à l’avance, c) elle privilégie la réaction : un système de contrôle des règles basé sur les conditions environnementales, d) elle sollicite peu le traitement contrôlé (Garbarino et al., 2001, p. 58).

¹¹⁶ Il est tout à fait possible de déséquilibrer l’équipe adverse en conservant la balle ou en progressant, de même il est possible de marquer sans déséquilibrer l’adversaire. Ce qui ne signifie pas pour autant, que le déséquilibre, fut-il partiel, n’est pas favorable à la marque.

¹¹⁷ « Progression collective face à un bloc défensif replacé » (Fédération Française de Football, 2017, p. 2).

¹¹⁸ « Action offensive, dans le sens de la profondeur, visant par sa rapidité à profiter d’un déséquilibre défensif adverse » (Fédération Française de Football, 2017, p. 2).

Enfin, les principes de jeu (collectifs) se déclinent en règles d'action (individuelles). D'après Gréhaigne, une règle d'action peut être caractérisée ainsi : « elle est consciente ; elle participe à la planification, à la sélection et à l'exécution de l'action en relation étroite avec les pouvoirs moteurs ; elle contribue à l'explication de l'action et elle possède un certain degré de généralisation » (1992, p. 117).

Ces dernières permettent de définir des *principes d'actions*, qui « sont à la source de l'action, et définissent des propriétés invariables du jeu sur lesquelles va se greffer l'activité du joueur pour répondre au déroulement des différents événements générés par l'opposition de deux équipes » (1992, p. 118). Gréhaigne définit la notion de principe d'action comme étant « *une construction théorique et un instrument opératoire qui oriente un certain nombre d'actions dont il représente la source et qui permet d'agir sur le réel* » (1992, p. 118). Parlebas évoque quant à lui la « mise en relation des éléments participant à l'organisation finalisée de l'action motrice d'un ou de plusieurs sujets, qui guide cette action par l'accomplissement d'opérations aux effets observables » (Parlebas, 1999, p. 255).

La DTN précise qu'ils « guident les joueurs en dirigeant et orientant leur activité » (Fédération Française de Football, 2017, p. 6). Par ailleurs, les principes d'action sont de nature déclarative, je peux dire que « j'ai l'intention de... » alors que les règles d'action sont plus directement liées au procédural, je fais car « ma logique interne est de... ».

Certains indicateurs n'ont pas été utilisés dans notre analyse, mais pourront l'être pour de futurs travaux.

A propos du « début de la séquence », nous avons identifié :

- Le **sous-rôle de transition à la récupération**, qui décrit le type d'action effectué par le joueur allant récupérer la balle avant son entrée en position. En référence aux sous-rôles défensifs recensés en football (Obœuf et al., 2009), nous identifions :
 - Le *tacleur* : joueur qui récupère la balle par un tacle (debout ou glissé) ou une charge (au sol ou aérienne) au contact direct du porteur de balle ;
 - L'*intercepteur* : qui récupère le ballon « lors d'une passe en jaillissant » (p. 250) ;
 - Le *récupérateur* : qui récupère après une perte de l'adversaire, sans action véritablement « intentionnelle » entraînant la transition ;
 - *Aucun* : lorsqu'il s'agit d'une « remise en jeu ».
- La **zone de récupération**, qui définit l'espace dans lequel se produit le sous-rôle de transition à la récupération¹¹⁹. Nous identifions cinq zones par symétrie de son propre but au but adverse :
 - La *surface défensive* ;
 - La *zone basse* ;
 - La *zone médiane* ;
 - La *zone haute* ;
 - La *surface offensive*.
- La **position de récupération dans le bloc**, qui précise à quelle « hauteur » la récupération a été effectuée au sein de l'équipe qui entre en possession de la balle :
 - *Arrière du bloc* : ligne des joueurs de champ les plus reculés ou gardien de but ;
 - *Milieu du bloc* : joueur situé entre la première et la dernière ligne ;
- *Avant du bloc* : ligne des joueurs ou joueur le plus haut sur le terrain.

¹¹⁹ Elle peut donc différer de la **zone de perte** de l'équipe adverse, dans le cas d'une transition à la suite d'une passe manquée par exemple. Nous reviendrons en détail sur ces zones plus loin dans ce Chapitre, concernant l'indice de progression.

En ce qui concerne la « première intention », nous distinguons :

- Le **comportement du premier porteur de balle**, parmi un ensemble de possibles à l'origine de la séquence de jeu :
 - *Jeu vers l'avant* : le joueur effectue une passe ou une conduite de balle vers l'avant mais peut également tirer au but ;
 - *Jeu latéral* : le joueur effectue une passe ou une conduite de balle latérale ;
 - *Jeu vers l'arrière* : le joueur effectue une passe ou une conduite de balle vers l'arrière ;
 - *Jeu de protection* : le joueur cherche à protéger son ballon sur place, notamment en mettant son corps en opposition.
- La **décision collective offensive**, liée au type d'attaque réalisé dans les premières secondes de la séquence. Elle révèle une « première intention collective émergente » qui peut être :
 - Un *jeu direct offensif* (JDO) : associé à l'intention collective de « progresser » vers la cible voire directement de « marquer » un but, le plus souvent par une contre-attaque ou une attaque rapide ;
 - Un *jeu indirect offensif* (JIO) : associé à l'intention collective de « conserver » le ballon, s'illustrant par une attaque placée ou un moment de temporisation.
- La **décision collective défensive**, déterminée par le type de défense mobilisé dans les premières secondes de la séquence. Tout comme son antagoniste offensive, elle désigne une « première intention collective émergente », pouvant conduire à :
 - Un *jeu direct défensif* (JDD) : associé à l'intention collective de « récupérer » la balle, par un pressing ou une défense en barrage ;
- Un *jeu indirect défensif* (JID) : associé à l'intention collective de « s'opposer » à la progression voire de « protéger » son but, s'illustrant par une défense qui recule, se replace, se replie ou est en poursuite.

Enfin, s'agissant de la « fin de la séquence », nous relevons les caractéristiques suivantes :

- Le **sous-rôle de transition à la perte**, qui décrit le type d'action réalisé par le dernier joueur en possession du ballon dans la séquence, parmi les sous-rôles (toujours en référence à Obœuf et al., 2009) suivants :
 - *Dribbleur* : le joueur en possession du ballon « tente de prendre le dessus sur son adversaire direct en le dribblant » (p. 250) ou cherche à s'engouffrer dans un espace libre balle au pied (dans ce cas, Obœuf le qualifie de « porteur ») ;
 - *Passeur* : tente une passe¹²⁰ – courte, longue, au sol ou aérienne – en direction d'un partenaire, voire un dégagement dans un espace libre ou non ;
 - *Tireur* : le joueur tente de battre le gardien par une frappe en direction de la cible adverse, pouvant déboucher sur un tir manqué, contré, cadré ou un but.
- La **zone de perte**, qui définit la zone dans laquelle la balle est perdue par le dernier joueur en possession du ballon. Comme précisé plus tôt, elle peut être différente de la zone de récupération de l'équipe adverse, mais reprend les cinq zones décrites en amont.
- Le **résultat de l'action**, parmi les possibilités suivantes :
 - *Perte rapide* : en moins de 6 secondes, soit le temps usuellement alloué à une équipe pour tenter de récupérer la balle – notamment par un pressing ;
 - *Perte sans progression* : à l'issue de la séquence, la balle est perdue dans la même zone ou une zone « plus basse » que la zone de récupération ;
 - *Perte après progression* : à l'issue de la séquence, la balle est perdue dans une zone « plus haute » que la zone de récupération, peu importe qu'elle ait reculé ou non au cours de la séquence ;
 - *Situation dangereuse* : il peut s'agir d'un centre ou d'une faute subie en « zone haute » ou dans la « surface offensive », mais ne débouchant pas sur un tir ;
 - *Tir manqué* : c'est-à-dire hors cadre ou étant contré par un joueur en dehors des « 6 mètres » – donc de la surface de but¹²¹ ;
 - *Tir cadré* : conduisant à un arrêt du gardien ou un contre d'un joueur à l'intérieur des « 6 mètres » ;
- *But* : le ballon franchit les montants adverses sur une action de jeu ou un coup de pied arrêté.

Ensemble, ces données permettent de retisser le « fil du match » à partir des caractéristiques les plus saillantes observées à la vidéo. Pour autant, une telle description ne nous dit rien des performances des équipes. Il faut pour cela s'appuyer sur une analyse plus fine des comportements collectifs en cours de jeu, qui découlent directement des décisions tactiques collectives (Bossard, 2008).

¹²⁰ Dans certains cas, il peut s'agir d'un centre. Par convention, le sous-rôle « *centreur* » est associé à celui de « *passer* » (Obœuf et al., 2009).

¹²¹ Les dimensions exactes sont précisées par l'*International Football Association Board* (IFAB) dans la Loi 1.5 du jeu. Il est défini que « deux lignes sont tracées perpendiculairement à la ligne de but, à 5,50 m (6 yds) de l'intérieur de chaque poteau du but. Ces deux lignes avancent sur le terrain sur 5,50 m (6 yds) et sont réunies en leur extrémité par une ligne tracée parallèlement à la ligne de but.

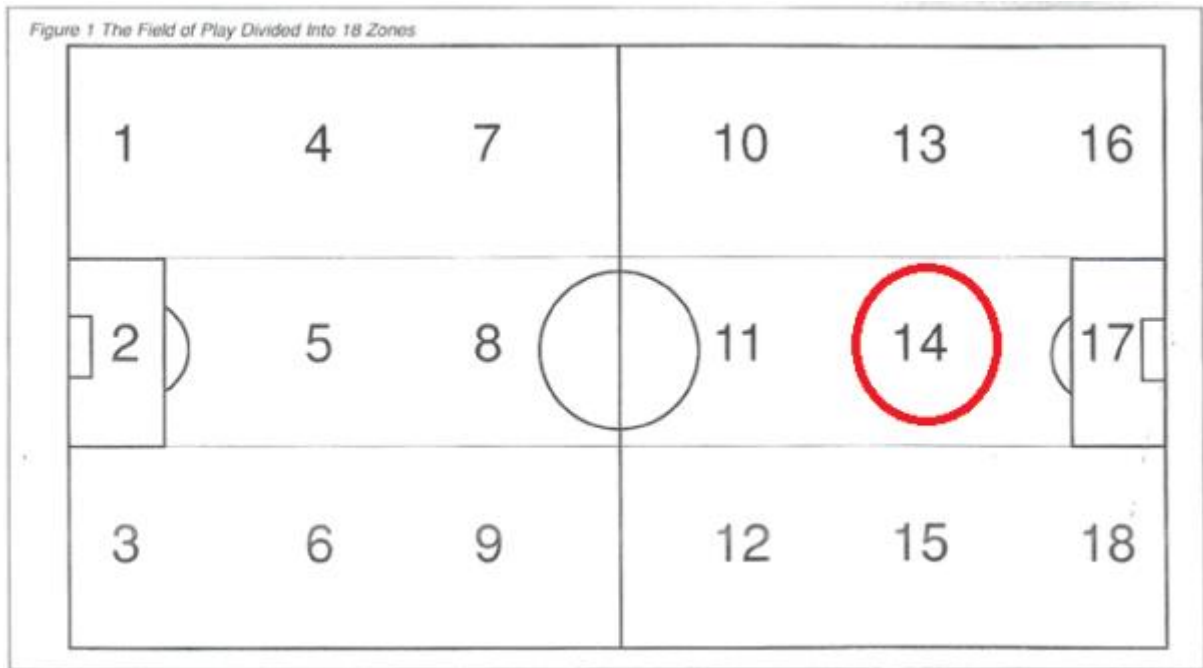


Figure IV.4 Emplacement de la zone 14 (Grant et al., 1999)

Sur la figure ci-dessus, la moitié de terrain défensive englobe les numéros 1 à 9, la moitié offensive ceux de 10 à 18.



Figure IV.5 Délimitation du terrain en cinq zones à partir du découpage de Grant et al. (1999)

Tableau IV.1 Échelle notationnelle des actions de jeu

But	Le ballon franchit les montants adverses sur une action de jeu ou un coup de pied arrêté	10
Tir cadré	Conduisant à un <i>arrêt du gardien</i> ou un <i>contre</i> d'un joueur à l'intérieur des « 6 mètres »	9
Tir manqué	C'est-à-dire <i>hors cadre</i> ou étant <i>contré</i> par un joueur en dehors des « 6 mètres » – donc de la surface de but	7
Situation dangereuse	Il peut s'agir d'un <i>centre</i> ou d'une <i>faute subie</i> en « zone haute » ou dans la « surface offensive », mais ne débouchant pas sur un tir	5
Perte après progression	À l'issue de la séquence, la balle est perdue dans une zone « plus haute » que la <i>zone de récupération</i> , peu importe qu'elle ait reculé ou non au cours de la séquence	3
Perte sans progression	À l'issue de la séquence, la balle est perdue dans la même zone ou une zone « plus basse » que la <i>zone de récupération</i>	1
Perte rapide	En <i>moins de 6 secondes</i> , soit le temps usuellement alloué à une équipe pour tenter de récupérer la balle – notamment par un <i>pressing</i>	0

La théorie des jeux a été fondée dans les années 1920, notamment par John von Neumann, Émile Borel et Ernst Zermelo. Selon Eber (2004), elle doit son nom au fait qu'elle consistait à l'origine en l'étude des jeux de société (comme les échecs ou le poker). Sur le plan scientifique, elle prend véritablement son essor avec la publication de *Game Theory an Economic Behavior*, l'ouvrage fondateur dû à Von Neumann et Morgenstern (1944). Elle assoie par la suite son importance notamment en science économique dès les années 1950, grâce aux travaux de John Nash.

Branche des mathématiques, philosophie des sciences sociales, outil incontournable de l'analyse moderne de l'évolution des espèces, noyau dur de la science économique, arme stratégique dans les conflits militaires [...], la théorie des jeux laisse rarement indifférent, fascinant les uns, intrigant voire inquiétant les autres (Eber, 2018, p. 5).

Parfois nommée *théorie de la décision*, elle s'appuie sur l'ensemble des décisions pouvant être prises par les joueurs, c'est-à-dire le champ des possibles qui constitue le modèle du jeu. La remarquable diversité de ses objets d'étude, se traduit par une multitude de types de jeu. Une première distinction concerne les jeux à somme nulle et non nulle. Les jeux pour lesquels « ce que l'un gagne, l'autre perd », comme les jeux sportifs collectifs, sont des *jeux à somme nulle*¹²². Un second point concerne le type d'interaction entre les joueurs. Lorsque ces derniers « sont interrogés séparément, sans qu'ils puissent communiquer entre eux et s'engager à prendre certaines décisions, on parle de jeu non coopératif » (Eber, 2018, p. 12). Un *jeu coopératif* est alors caractérisé par une entente mutuelle des joueurs dans la prise de décision. Si l'on considère chaque équipe comme un « joueur », le football est ainsi un *jeu non coopératif*, puisqu'en cours de jeu la tactique émerge sans entente commune explicite en temps réel.

Par ailleurs, le mode de décision détermine également une des caractéristiques fondamentales du jeu. Si les deux acteurs jouent simultanément, on parle alors de *jeu statique*, encore nommé *jeu simultané*. Dans le cas contraire, il s'agit d'un *jeu dynamique*, aussi appelé *jeu séquentiel*. A partir de là, la caractérisation du football selon la théorie des jeux devient plus délicate. En effet, considérant les deux équipes comme deux « joueurs », elles adoptent des comportements collectifs tantôt simultanés, tantôt séquentiels.

¹²² La grande majorité des jeux de société et des jeux sportifs sont des jeux à somme nulle. Les jeux à somme non nulle sont plus « nébuleux », mais régissent la plupart des comportements économiques et sociaux. Le *Dilemme du Prisonnier* est probablement l'exemple le plus connu illustrant ce type de jeu.

Cependant, considérant la permanence des rapports d’opposition, nous aurions tendance à caractériser (en simplifiant) le football comme un jeu statique pour lequel les décisions collectives sont actualisées continuellement.

Les règles du jeu définissent également les informations en possession des joueurs. Plus précisément, « un jeu à *information imparfaite* est un jeu dans lequel au moins un des joueurs ne connaît pas ce que les autres joueurs ont fait auparavant. On dit que le jeu est à *information parfaite* dans le cas contraire » (Eber, 2018, p. 42). Dans le même temps, on appelle jeu à *information incomplète*, « un jeu dans lequel au moins un des joueurs ne connaît pas parfaitement la structure du jeu. On dit que le jeu est à *information complète* dans le cas contraire » (p. 42). La transposition des jeux sportifs collectifs interpénétrés place ces derniers du côté des jeux à *information parfaite*¹²³ et à *information complète*¹²⁴. Dans un souci de précision, nous pourrions les considérer comme des jeux à *information subjective et indirecte*.

En complément, nous devons noter qu’un :

Jeu non coopératif statique est caractérisé par : (i) le nombre de joueurs, (ii) l’ensemble des stratégies pures (actions) à la disposition de chaque joueur, (iii) les résultats du jeu pour chaque joueur dans les différentes configurations possibles, (iv) les préférences des joueurs concernant les résultats du jeu (Eber, 2018, p. 12-13).

Au cours du jeu, chaque joueur est amené à choisir une stratégie, qu’Eber définit comme un « *plan d’actions* spécifiant l’ensemble des décisions que doit prendre le joueur au cours du jeu » (2018, p. 12). Les conséquences des décisions se concrétisent en gains ou en pertes : les *payoffs* (Eber, 2004). Elles sont modélisées sous la *forme normale* par la matrice du jeu, qui représente l’ensemble des stratégies possibles en leur attribuant un « paiement ».

		Joueur 2 («votre partenaire»)	
		Noir (N)	Rouge (R)
Joueur 1 («vous»)	Noir (N)	7, 3	7, 4
	Rouge (R)	3, 4	10, 5

Figure IV.6 Exemple de matrice de jeu sous sa forme normale (Eber, 2018, p. 13)

¹²³ Toute proportion gardée, cette dimension reste subjective puisque le « coup » joué par chaque équipe reste sujet à interprétation de la part des joueurs (de l’équipe). Il est ainsi dépendant de la connaissance et de l’expertise des membres de l’équipe.

¹²⁴ Du moins en apparence puisque si tous les joueurs connaissent (en théorie) les règles du « jeu réel », ils ne sont pas explicitement au courant des règles de ce que nous pourrions nommer « jeu théorique », c’est-à-dire la modélisation de l’affrontement réel par la théorie des jeux, représentée par la matrice du jeu. En outre, les joueurs constituant les équipes ne jouent pas directement au « jeu théorique ».

Il est également possible de représenter le jeu selon une deuxième manière, « appelée forme extensive ou forme arborescente. Il s'agit de le représenter sous la forme d'un arbre de jeu, encore appelé arbre de Kuhn [1953], du nom du mathématicien ayant développé le concept » (Eber, 2018, p. 14). Cette représentation alternative est utilisée de façon préférentielle pour les jeux dynamiques. Notons également que les jeux peuvent se dérouler par itération, c'est-à-dire succession de « manches » dépendantes ou indépendantes les unes des autres : « On parle de *jeu répété* lorsque le jeu considéré consiste en la répétition successive d'un même jeu (qualifié de jeu de base ou encore de jeu constituant) » (Eber, 2018, p. 37). Ainsi, chaque séquence de jeu au football peut être conçue comme une manche du jeu (le match).

Cependant, nous pouvons naturellement nous questionner sur l'usage de la théorie des jeux pour modéliser les rapports d'opposition entre deux équipes, a fortiori sous contrainte spatiotemporelle. A ce propos, Angelier note que « paradoxalement, moins les capacités de réflexion d'un organisme sont développées, et plus la théorie des jeux est applicable – aussi bien chez les végétaux que chez les animaux » (2008, p. 125). En outre, considérant les comportements de l'équipe comme des phénomènes émergents d'un *superorganisme* (Duarte et al., 2012; A. Gardner & Grafen, 2009), cette perspective peut s'avérer fructueuse. Elle offre en effet un œil nouveau sur les rapports d'opposition inter-équipes, et par la même sur le (super) système complexe « match ».

Annexe IV. D. Matrices de transition pour les matches étudiés

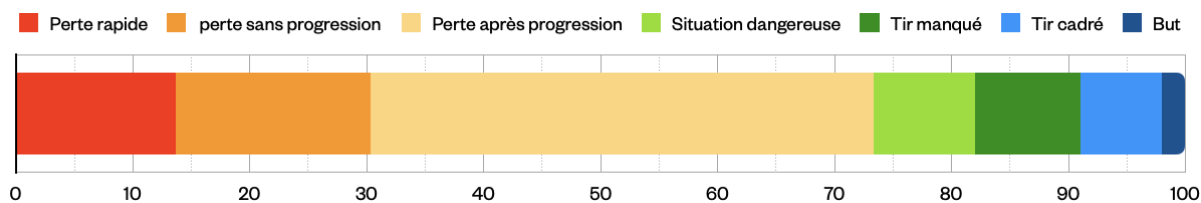


Figure IV.7 Répartition du résultat des actions consécutives à une transition exprimée en % ($n = 301$)

Près d'une action sur trois se conclut par une perte de balle sans progression, ce qui est relativement élevé. Par ailleurs, un peu plus de 25% des actions aboutissent au moins à une situation dangereuse. Autrement dit, les trois quarts des séquences de jeu faisant suite à une transition ne permettent pas d'atteindre le but et de se placer en situation de marquer. Ce constat repose en partie sur les décisions collectives prises à l'origine de l'action.

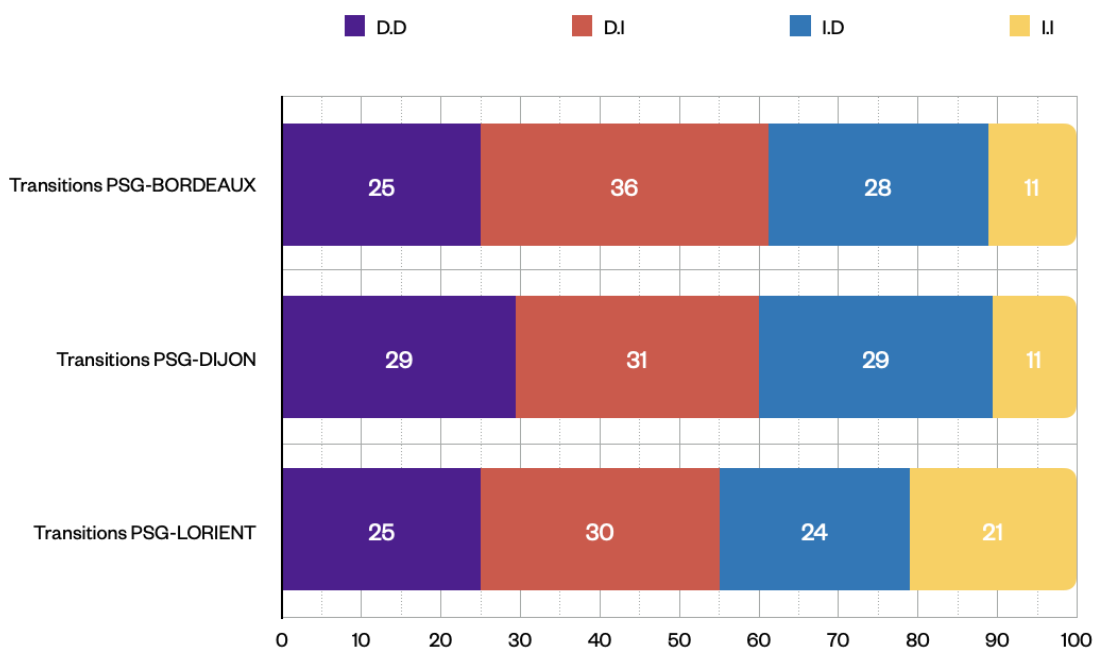


Figure IV.8 Pourcentages situationnels par match

Concernant les matrices de match ci-après, l'équilibre de Nash présent sur la matrice de transition (I.D) est conservé.

Figure IV.9 Matrice des transitions PSG – Bordeaux (2 – 2)

3,4		Phase			
		Défensive			
N = 116		<i>Jeu direct</i>	-2,3	<i>Jeu indirect</i>	-4,9
Phase Offensive	<i>Jeu direct</i>	2,2 ; -2,2	D.D	5,0 ; -5,0	D.I
	3,8		N = 29		N = 42
	<i>Jeu indirect</i>	2,4 ; -2,4	I.D*	4,2 ; -4,2	I.I
	2,9		N = 32		N = 13

Figure IV.10 Matrice PSG – LORIENT (2 – 0)

3,1		Phase			
		Défensive			
N = 100		<i>Jeu direct</i>	-2,0	<i>Jeu indirect</i>	-4,1
Phase Offensive	<i>Jeu direct</i>	1,6 ; -1,6	D.D	4,4 ; -4,4	D.I
	3,1		N = 25		N = 30
	<i>Jeu indirect</i>	2,5 ; -2,5	I.D*	3,7 ; -3,7	I.I
	3,0		N = 24		N = 21

Figure IV.11 Matrice PSG – DIJON (4 – 0)

3,6		Phase			
		Défensive			
N = 85		<i>Jeu direct</i>	-3,0	<i>Jeu indirect</i>	-4,4
Phase Offensive	<i>Jeu direct</i>	3,0 ; -3,0	D.D*	4,4 ; -4,4	D.I
	3,7		N = 25		N = 26
	<i>Jeu indirect</i>	3,0 ; -3,0	I.D*	4,2 ; -4,2	I.I
	3,4		N = 25		N = 9

Notons que pour l'opposition PSG – DIJON, un double équilibre peut être constaté puisqu'il y a égalité entre les scores distribués par les situations D.D et I.D. Toutefois, il s'agit du match impliquant le moins de phases de transition (85) de notre échantillon. Lors de ces trois rencontres la situation la plus fréquente était D.I, c'est-à-dire la combinaison de décisions tactiques conduisant au maximum de gains pour l'attaque (et inversement pour la défense). Nous pouvons supposer que les équipes ont su faire les bons choix et les imposer lors des phases offensives. Suivant la logique globale du jeu, la situation I.I était une fois de plus la moins courante.

Les deux matrices suivantes permettent une focale sur l'équipe du PSG, que nous avons suivi sur les trois matches étudiés. Chacune d'elles présentent les résultats cumulés sur l'ensemble des matches de l'échantillon, tantôt concernant l'équipe du PSG en phase offensive, tantôt en phase défensive.

Figure IV.12 Matrice PSG en phase offensive

3,6		Phase			
		Défensive			
N = 161		<i>Jeu direct</i>	-2,8	<i>Jeu indirect</i>	-4,3
Phase Offensive PSG	<i>Jeu direct</i>	2,8 ; -2,8	D.D	4,3 ; -4,3	D.I
	3,8		N = 31		N = 53
	<i>Jeu indirect</i>	2,9 ; -2,9	I.D	4,1 ; -4,1	I.I
	3,4		N = 46		N = 31

Figure IV.13 Matrice PSG en phase défensive

3,1		Phase			
		Défensive PSG			
N = 140		<i>Jeu direct</i>	-2,1	<i>Jeu indirect</i>	-4,7
Phase Offensive	<i>Jeu direct</i>	1,9 ; -1,9	D.D	5,0 ; -5,0	D.I
	3,4		N = 48		N = 45
	<i>Jeu indirect</i>	2,3 ; -2,3	I.D	3,5 ; -3,5	I.I
	2,6		N = 35		N = 12

Annexes au Chapitre V : De la coordination collective

Annexe V. A. Échantillon de données

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	frame	halftime	team_id	player_id	x	y	speed	acceleration
2	0	1	40	3676	47,55	38,18	4,67	0,41
3	0	1	52	581	65,85	33,71	11,47	-0,06
4	0	1	40	441	36,24	32,14	9,74	-0,01
5	0	1	52	2463	56,44	37,7	7,68	0,07
6	0	1	52	6141	69,08	43,26	5,09	-0,33
7	0	1	40	451	56,25	47,23	5,28	-0,22
8	0	1	52	619	57,66	74,47	1,29	-0,07
9	0	1	52	2589	63,04	19,77	4,59	0,09
10	0	1	40	8307	48,96	56,97	7,75	0,04
11	0	1	40	6758	57,22	16,9	1,92	0,6
12	0	1	40	2039	37,68	21,09	5,5	0,33
13	0	1	52	1187	68,98	10,02	2,76	-0,13
14	0	1	40	1366	40,87	43,94	4,27	0,22
15	0	1	52	8202	69,53	61,23	2,3	0,08
16	0	1	40	3722	37,77	57,52	4,17	0,25
17	0	1	40	5164	47,45	27,49	3,96	0,3
18	0	1	52	9170	74,54	24,76	2,77	-0,01
19	0	2	52	582	42,79	30,91	1,83	0,51
20	0	2	40	3676	67,94	35,65	2,14	0,3
21	0	2	52	581	49,33	42,85	8,51	0,42
22	0	2	40	441	83,59	43,2	0,87	0,17
23	0	2	52	2463	57,49	17,17	3,33	1,22
24	0	2	52	6141	48,15	34,71	3,93	0,57
25	0	2	40	451	57,31	37,18	4,8	0,19
26	0	2	40	6763	57,79	48,99	4,27	0,53
27	0	2	52	619	57,54	28,9	0,25	0,01
28	0	2	52	2589	55,68	56,26	4,03	0,19

Figure V.1 Illustration de l'échantillon du matériau brut fourni (manipulées sur Excel)

	Poste ID	DI MARIA ICARDI HERRERA SARABIA										
		Défenseur	Défenseur	Défenseur	Défenseur	Millieu	Millieu	Millieu	Attaquant	Attaquant	Attaquant	
		1187	9170	582	8202	2589	6141	581	6608	2463	619	
	Player frame	FLORENZI	PEMBELE	KIMPEMBE	BAKKER	RAFINHA	PAREDES	VERRATTI	KEAN	MBAPPE	NEYMAR	
	speed	speed	speed	speed	speed	speed	speed	speed	speed	speed	speed	
13:32,2	1PSGFCGB28	20305	3,34	8,11	5,58	2,72	5,09	5,77	2,68	9,89	0,11	3,39
13:32,4	1PSGFCGB28	20310	1,98	7,93	5,22	2,47	5,82	5,22	2,68	9,81	0,27	3,36
13:32,6	1PSGFCGB28	20315	1,37	7,42	4,81	2,04	5,98	4,58	2,71	9,33	0,52	3,33
13:32,8	1PSGFCGB28	20320	1,98	6,51	4,35	1,42	5,9	3,91	2,78	8,28	0,71	3,3
13:33,0	1PSGFCGB28	20325	2,82	5,36	3,75	0,69	6,3	3,2	2,79	6,66	0,76	3,26
13:33,2	1PSGFCGB28	20330	3,52	4,29	2,95	0,45	7,2	2,47	2,59	4,68	0,65	3,19
13:33,4	1PSGFCGB28	20335	4,07	3,71	1,93	1,2	7,86	1,72	2,09	3,07	0,41	3,08
13:33,6	1PSGFCGB28	20340	4,5	3,75	0,78	2,02	7,81	1,02	1,53	3,27	0,17	2,91
13:33,8	1PSGFCGB28	20345	4,84	4,11	0,39	2,79	7,01	0,43	2,02	4,76	0,34	2,68
13:34,0	1PSGFCGB28	20350	5,07	4,45	1,41	3,48	5,78	0,21	3,55	6,09	0,57	2,41
13:34,2	1PSGFCGB28	20355	5,19	4,63	2,2	4,06	4,55	0,4	5,2	6,79	0,66	2,12
13:34,4	1PSGFCGB28	20360	5,13	4,59	2,72	4,52	3,75	0,46	6,37	6,84	0,59	1,89
13:34,6	1PSGFCGB28	20365	4,87	4,31	3,01	4,9	3,56	0,36	6,81	6,48	0,43	1,79
13:34,8	1PSGFCGB28	20370	4,44	3,79	3,13	5,27	3,86	0,11	6,51	6,02	0,27	1,86
13:35,0	1PSGFCGB28	20375	4,07	3,06	3,21	5,74	4,4	0,3	5,77	5,74	0,18	2,11
13:35,2	1PSGFCGB28	20380	4,03	2,28	3,36	6,37	4,97	0,85	5,05	5,79	0,2	2,53
13:35,4	1PSGFCGB28	20385	4,38	1,61	3,67	7,21	5,42	1,5	4,81	6,18	0,35	3,06
13:35,6	1PSGFCGB28	20390	4,8	1,16	4,15	8,22	5,66	2,2	5,16	6,76	0,56	3,63
13:35,8	1PSGFCGB28	20395	4,94	0,88	4,72	9,38	5,7	2,89	5,9	7,35	0,86	4,19
13:36,0	1PSGFCGB28	20400	4,67	0,87	5,34	10,61	5,63	3,53	6,75	7,84	1,36	4,7

Figure V.2 Mise en forme finale des données pour la vitesse (remplaçants intégrés)

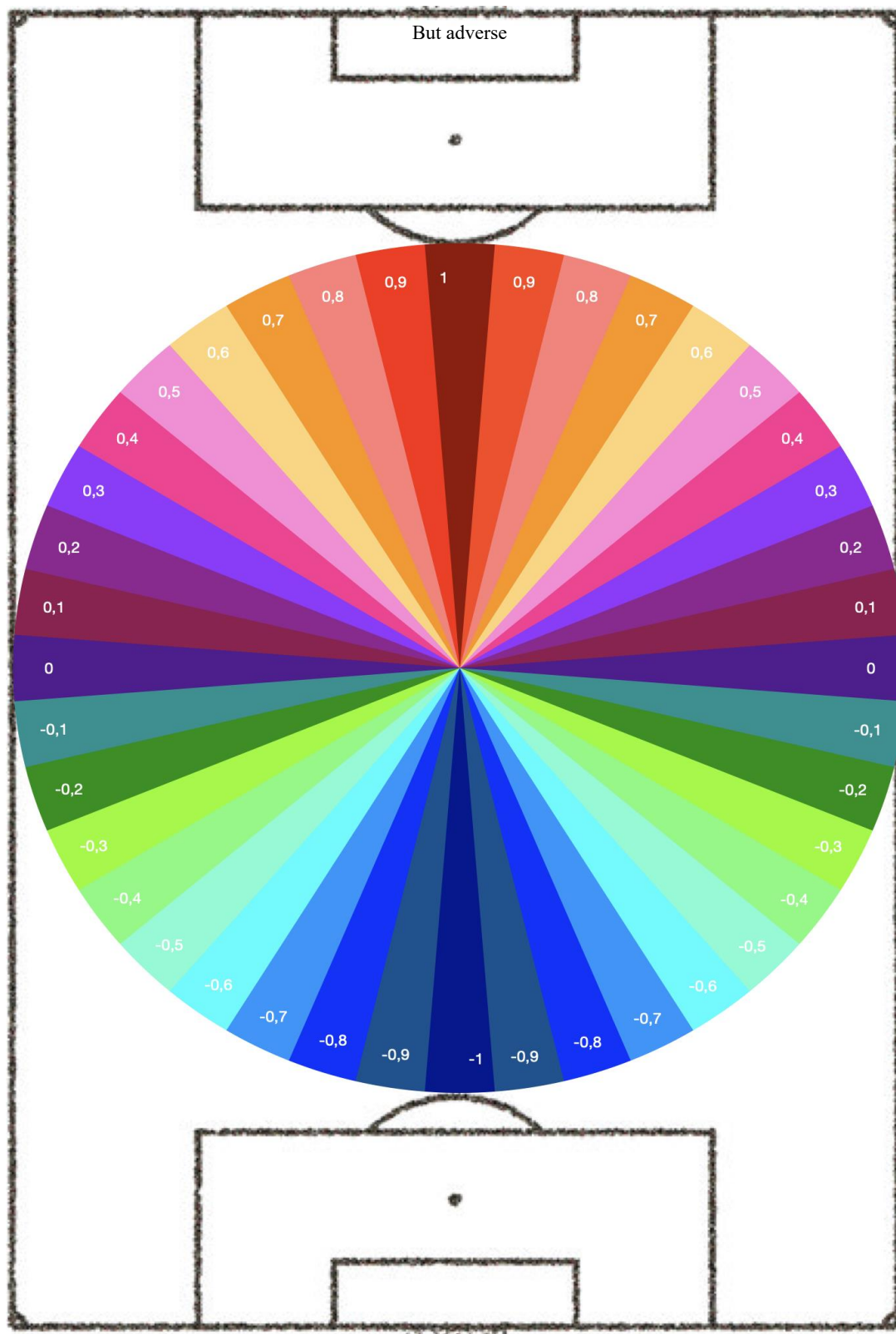


Figure V.3 « Palette » du coefficient angulaire

Tableau V.1 PSG – Bordeaux : mesure moyenne des CCI par joueur

<i>Joueur</i>	<i>CCI Vi</i>	<i>CCI Ca</i>	<i>Joueur</i>	<i>CCI Vi</i>	<i>CCI Ca</i>
Total PSG	5,2	7,3	Total Bordeaux	5,7	7,4
<i>FLORENZI</i>	0,51	0,73	<i>KWATENG</i>	0,61 +	0,73
<i>PEMBELE</i>	0,54	0,74	<i>KOSCIELNY</i>	0,60	0,76 +
<i>KIMPEMBE</i>	0,52	0,73	<i>BAYSSE</i>	0,60	0,76 +
<i>BAKKER</i>	0,56	0,71	<i>SABALY</i>	0,57	0,75
<i>RAFINHA</i>	0,51	0,74	<i>OTAVIO</i>	0,61 +	0,75
<i>PAREDES</i>	0,58 +	0,75 +	<i>BASIC</i>	0,59	0,75
<i>VERRATTI</i>	0,51	0,74	<i>ZERKANE</i>	0,60	0,75
<i>KEAN</i>	0,51	0,75 +	<i>BEN ARFA</i>	0,43 -	0,66 -
<i>MBAPPE</i>	0,45 -	0,72	<i>HWANG</i>	0,56	0,73
<i>NEYMAR</i>	0,47	0,70 -	<i>MAJA</i>	0,49	0,73

Tableau V.2 PSG – Dijon : mesure moyenne des CCI par joueur

<i>Joueur</i>	<i>CCI Vi</i>	<i>CCI Ca</i>	<i>Joueur</i>	<i>CCI Vi</i>	<i>CCI Ca</i>
Total PSG	5,1	6,4	Total Dijon	5,5	6,5
<i>DAGBA</i>	0,57 +	0,59 -	<i>BOEY</i>	0,57	0,65
<i>MARQUINHOS</i>	0,52	0,67 +	<i>MANGA</i>	0,59 +	0,67
<i>DIALLO</i>	0,53	0,66	<i>PANZO</i>	0,59 +	0,67
<i>BAKKER</i>	0,53	0,61	<i>MUZINGA</i>	0,59 +	0,64
<i>RAFINHA</i>	0,56	0,64	<i>LAUTOA</i>	0,58	0,69 +
<i>PEREIRA</i>	0,54	0,66	<i>EBIMBE</i>	0,53	0,64
<i>SARABIA</i>	0,46	0,63	<i>NDONG</i>	0,56	0,66
<i>NEYMAR</i>	0,37 -	0,59 -	<i>BALDE</i>	0,52	0,64
<i>DRAXLER</i>	0,52	0,66	<i>KONATE</i>	0,45 -	0,64
<i>KEAN</i>	0,49	0,66	<i>CHOUJAR</i>	0,49	0,62 -

Tableau V.3 PSG – Lorient : mesure moyenne des CCI par joueur

<i>Joueur</i>	<i>CCI Vi</i>	<i>CCI Ca</i>	<i>Joueur</i>	<i>CCI Vi</i>	<i>CCI Ca</i>
Total PSG	4,9	6,3	Total Lorient	4,9	6,5
<i>KEHRER</i>	0,52	0,68 +	<i>HERGAULT</i>	0,53 +	0,62 -
<i>PEREIRA</i>	0,55 +	0,66	<i>GRAVILLON</i>	0,47	0,63
<i>KURZAWA</i>	0,51	0,62	<i>FONTAINE</i>	0,48	0,68 +
<i>HERRERA</i>	0,50	0,66	<i>MOREL</i>	0,53 +	0,67
<i>RAFINHA</i>	0,47	0,65	<i>LE GOFF</i>	0,53 +	0,65
<i>FLORENZI</i>	0,53	0,62	<i>LE FEE</i>	0,50	0,66
<i>GUEYE</i>	0,49	0,64	<i>MONCONDUIT</i>	0,51	0,67
<i>BAKKER</i>	0,52	0,62	<i>ABERGEL</i>	0,49	0,67
<i>KEAN</i>	0,43	0,62	<i>WISSA</i>	0,48	0,66
<i>MBAPPE</i>	0,39 -	0,56 -	<i>MOFFI</i>	0,39 -	0,62 -

Annexe V. D. CCI selon le poste et la possession du ballon

CCI	Équipe	PSG	Bordeaux	PSG	Dijon	PSG	Lorient
Vitesse	Joueur Off	0,75	0,75	0,71	0,73	0,69	0,70
	En attaque	0,80	0,77	0,78	0,78	0,70	0,70
	En défense	0,61	0,73	0,60	0,66	0,66	0,71
	Joueur Déf	0,83	0,84	0,81	0,85	0,77	0,78
	En attaque	0,71	0,72	0,72	0,71	0,67	0,72
	En défense	0,84	0,88	0,84	0,90	0,84	0,79
Coefficient Angulaire	Joueur Off	0,89	0,87	0,83	0,82	0,79	0,84
	En attaque	0,87	0,85	0,80	0,79	0,76	0,85
	En défense	0,91	0,88	0,86	0,84	0,84	0,83
	Joueur Déf	0,88	0,90	0,83	0,86	0,85	0,83
	En attaque	0,87	0,89	0,81	0,83	0,83	0,81
	En défense	0,89	0,91	0,85	0,88	0,88	0,82

Annexe V. E. Illustration des systèmes de jeu des matches étudiés



Figure V.4 Système de jeu PSG – Bordeaux

Tableau V.4 Comparaison du système de jeu et de l'analyse en cluster hiérarchique (PSG – Bordeaux)

Système	PSG				Système	Bordeaux			
	Cluster $n = 3$		Cluster $n = 2$			Cluster $n = 3$		Cluster $n = 2$	
Joueur	Vi	Ca	Vi	Ca	Joueur	Vi	Ca	Vi	Ca
FLORENZI	1	1	1	1	KWATENG	1	1	1	1
PEMBELE	1	1	1	1	KOSCIELNY	1	1	1	1
KIMPEMBE	1	1	1	1	BAYSSE	1	1	1	1
BAKKER	1	2	1	1	SABALY	1	1	1	1
RAFINHA	2	1	1	1	OTAVIO	2	1	1	1
PAREDES	1	1	1	1	BASIC	2	1	1	1
VERRATTI	1	1	1	1	ZERKANE	2	1	1	1
KEAN	3	3	2	2	BENARFA	3	2	2	2
MBAPPE	3	3	2	2	HWANG	3	3	2	2
NEYMAR	3	3	2	2	MAJA	3	3	2	2



Figure V.5 Système de jeu PSG – Dijon

Tableau V.5 Comparaison du système de jeu et de l'analyse en cluster hiérarchique (PSG – Dijon)

Système 4-5-1	PSG				Système 4-3-3	Dijon			
	Cluster $n = 3$		Cluster $n = 2$			Cluster $n = 3$		Cluster $n = 2$	
Joueur	Vi	Ca	Vi	Ca	Joueur	Vi	Ca	Vi	Ca
DAGBA	1	1	1	1	BOEY	1	1	1	1
MARQUINHOS	1	2	1	1	ECUELE	2	2	1	2
DIALLO	1	2	1	1	PANZO	2	2	1	2
BAKKER	1	2	1	1	MUZINGA	2	2	1	2
RAFINHA	1	3	1	2	LAUTOA	2	2	1	2
PEREIRA	1	2	1	1	EBIMBE	3	3	2	1
SARABIA	2	3	2	2	NDONG	1	1	1	1
NEYMAR	3	3	2	2	BALDE	1	1	1	1
DRAXLER	1	2	1	1	KONATE	3	3	2	1
KEAN	2	3	2	2	CHOUJAR	3	3	2	1



Figure V.6 Système de jeu PSG – Lorient

Tableau V.6 Comparaison du système de jeu et de l'analyse en cluster hiérarchique (PSG – Lorient)

Système 3-5-2	PSG				Système 5-4-1	Lorient			
	Cluster $n = 3$		Cluster $n = 2$			Cluster $n = 3$		Cluster $n = 2$	
Joueur	V_i	Ca	V_i	Ca	Joueur	V_i	Ca	V_i	Ca
KEHRER	1	1	1	1	HERGAULT	1	1	1	1
PEREIRA	1	1	1	1	GRAVILLON	1	2	1	1
KURZAWA	1	1	1	1	FONTAINE	1	2	1	1
HERRERA	2	1	1	1	MOREL	1	3	1	2
RAFINHA	2	1	1	1	LEGOFF	1	3	1	2
FLORENZI	1	2	1	1	LEFEE	2	2	1	1
GUEYE	2	1	1	1	MONCONDUIT	2	2	1	1
BAKKER	1	1	1	1	ABERGEL	2	2	1	1
KEAN	3	3	2	2	WISSA	3	3	2	2
MBAPPE	3	3	2	2	MOFFI	3	3	2	2

Annexe V. F. Données d'accélération

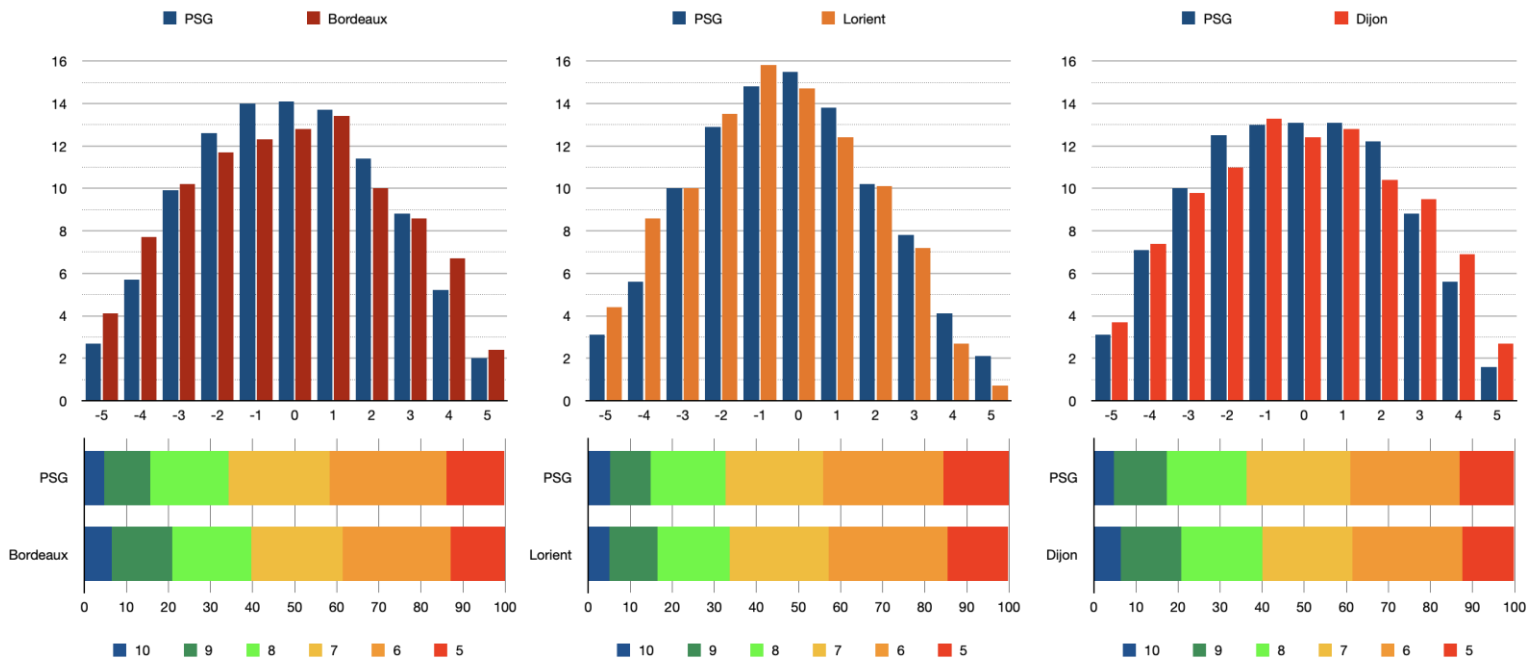


Figure V.7 Représentation fréquentielle (%) du degré de phase (Acc) de l'équipe

BIBLIOGRAPHIE DES ANNEXES

- Adami, C. (1995). Self-organized criticality in living systems. *Physics Letters A*, 203(1), 29-32. [https://doi.org/10.1016/0375-9601\(95\)00372-A](https://doi.org/10.1016/0375-9601(95)00372-A)
- Aggarwal, I., Woolley, A. W., Chabris, C. F., & Malone, T. W. (2019). The Impact of Cognitive Style Diversity on Implicit Learning in Teams. *Frontiers in Psychology*, 10. <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fpsyg.2019.00112>
- Angelier, E. (2008). *Les sciences de la complexité et le vivant*. Technique Et Documentation Lavoisier.
- Atlan, H. (1979). *Entre le cristal et la fumée : Essai sur l'organisation du vivant*. Éditions du Seuil.
- Atlan, H. (2010). *Le vivant post-génomique ou Qu'est-ce que l'auto-organisation ?* O. Jacob.
- Autissier, D. (2009). *L'intelligence de situation : Savoir exploiter toutes les situations*. Eyrolles : Éd. d'Organisation.
- Bak, P., & Paczuski, M. (1995). Complexity, contingency, and criticality. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 92(15), 6689-6696.
- Berdahl, A. M., Kao, A. B., Flack, A., Westley, P. A. H., Codling, E. A., Couzin, I., Dell, A. I., & Biro, D. (2018). Collective animal navigation and migratory culture : From theoretical models to empirical evidence. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 373(1746), 20170009. <https://doi.org/10.1098/rstb.2017.0009>
- Bernstein, E., Shore, J., & Lazer, D. (2018). How intermittent breaks in interaction improve collective intelligence. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 115(35), 8734-8739. <https://doi.org/10.1073/pnas.1802407115>
- Berthoz, A. (2009). *La simplicité*. Odile Jacob.
- Berthoz, A. (2013). *La vicariance : Le cerveau créateur de mondes*. Odile Jacob.
- Bettencourt, L. M. A. (2009). The Rules of Information Aggregation and Emergence of Collective Intelligent Behavior. *Topics in Cognitive Science*, 1(4), 598-620. <https://doi.org/10.1111/j.1756-8765.2009.01047.x>
- Bigrel, F. (2006). *La performance humaine : Art de jouer, art de vivre*. Les éditions du CREPS Aquitaine.
- Bockaert, J. (2017). *La communication du vivant : De la bactérie à Internet*. Odile Jacob.
- Bohler, S., Kutsch, L., Gobet, F., & Moutier, S. (2019). Savoir écouter son intuition. *Cerveau & Psycho*, 7(112), 47-66.

- Bolici, F., Howison, J., & Crowston, K. (2016). Stigmergic coordination in FLOSS development teams: Integrating explicit and implicit mechanisms. *Cognitive Systems Research*, 38, 14-22. <https://doi.org/10.1016/j.cogsys.2015.12.003>
- Bonabeau, E., & Théraulaz, G. (1994). *Intelligence collective*. Hermès.
- Bonenfant, M. (2010). Le jeu comme producteur culturel : Distinction entre la notion et la fonction de jeu. *Ethnologies*, 32(1), 51-69. <https://doi.org/10.7202/045212ar>
- Bonnet, M. (2016). *L'intelligence mode d'emploi et questions complémentaires*. Editions L'Aencre.
- Bossard, C. (2008). *L'activité décisionnelle en situation dynamique et collaborative : Application à la contre-attaque au football* [Thèse de doctorat]. Université de Bretagne occidentale.
- Bourbousson, J., Bossard, C., & Adé, D. (2015). L'intelligence collective. In *L'activité collective* (p. 31-51). EP&S.
- Bourbousson, J., & Sève, C. (2010). Construction/déconstruction du référentiel commun d'une équipe de basketball au cours d'un match. *ejRIEPS*, 20, 5-25.
- Burke, C. S., Stagl, K. C., Salas, E., Pierce, L., & Kendall, D. (2006). Understanding team adaptation: A conceptual analysis and model. *Journal of Applied Psychology*, 91(6), 1189-1207. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.91.6.1189>
- Caillé, A. (2015). Jouer/donner/s'adonner. *Revue du MAUSS*, n° 45(1), 231-254.
- Caillois, R. (1967). *Les jeux et les hommes : Le masque et le vertige* (1ère édition 1958). Gallimard.
- Cannon-Bowers, J. A., Salas, E., & Converse, S. (1993). Shared mental models in expert team decision making. In *Individual and group decision making : Current issues* (p. 221-246). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Cédile, G. (2013). Les tests psychométriques. In G. Cédile, G. Lopez, & D. Labadie, *L'Aide-mémoire de l'expertise civile psychiatrique et psychologique* (p. 71-78). Dunod. <https://www.cairn.info/l-aide-memoire-de-l-expertise-civile-psychiatrique--9782100584949-page-71.htm>
- Chartier, P., & Loarer, E. (2008). *Évaluer l'intelligence logique*. Dunod. <https://doi.org/10.3917/dunod.loare.2008.01>
- Chen, Y., Chu, C.-H., Mullen, T., & Pennock, D. M. (2005). Information markets vs. opinion pools : An empirical comparison. *Proceedings of the 6th ACM conference on Electronic commerce*, 58-67.
- Cholle, F. (2007). *L'intelligence intuitive : Pour réussir autrement*. Eyrolles.

- Cotta, A. (1993). *La société du jeu* (Nouv. éd. revue et corrigée). Fayard.
- Couzin, I. (2007). Collective minds. *Nature*, 445(7129), Art. 7129. <https://doi.org/10.1038/445715a>
- Crowne, K. A. (2009). The relationships among social intelligence, emotional intelligence and cultural intelligence. *Organization Management Journal*, 6(3), 148-163. <https://doi.org/10.1057/omj.2009.20>
- Damasio, A. R. (1999). *Le sentiment même de soi : Corps, émotions, conscience*. ÉdOJacob.
- Damasio, A. R. (2005). *Spinoza avait raison : Joie et tristesse, le cerveau des émotions*. Odile Jacob.
- Damasio, A. R. (2010a). *L'autre moi-même : Les nouvelles cartes du cerveau, de la conscience et des émotions*. Odile Jacob.
- Damasio, A. R. (2010b). *L'erreur de Descartes : La raison des émotions* ([Nouvelle édition]). Odile Jacob.
- Damasio, A. R. (2017). *L'ordre étrange des choses : La vie, les sentiments et la fabrique de la culture*. Odile Jacob.
- De Rosnay, J. (2018). *Je cherche à comprendre : Les codes cachés de la nature*. Babel.
- Dehaene, S., Le Cun, Y., & Girardon, J. (2018). *La plus belle histoire de l'intelligence : Des origines aux neurones artificiels vers une nouvelle étape de l'évolution*. Robert Laffont.
- Delahaye, J.-P. (2017, juillet). Le tout est-il plus que la somme de ses parties ? *Pour la science*, 477, 80-85.
- Deleplace, R. (1979). *Rugby de mouvement, rugby total*. Éditions Education Physique et Sports.
- Delignières, D. (2009). *Complexité et compétences*. Revue EPS.
- Delignières, D. (2017). *Psychologie du sport* (3ème édition). Presses Universitaires de France. <https://www-cairn-info.ezproxy.uca.fr/psychologie-du-sport--9782130792826.htm>
- Demont, É. (2009). *La psychologie*. Éditions Sciences Humaines; Cairn.info. <https://www.cairn.info/la-psychologie--9782912601766.htm>
- Deriaz, D., Poussin, B., & Gréhaigne, J.-F. (1998). Le débat d'idées. *Revue EP&S*, 273. <http://uv2s.cerimes.fr/media/revue-eps/media/articles/pdf/70273-80.pdf>
- Detienne, M., & Vernant, J.-P. (1978). *Les ruses de l'intelligence : La mètis des Grecs*. Flammarion.
- Doré, F.-Y. (2019). *Dans la tête des animaux : Ce que l'on sait vraiment sur leur intelligence*. Guy Trédaniel.
- Douçot, J. (2008). Le vivant en activité. *Archives de Philosophie*, 71(2), 245-268.
- Duarte, R., Araújo, D., Correia, V., & Davids, K. (2012). Sports Teams as Superorganisms.

- Sports Medicine*, 42(8), 633-642. <https://doi.org/10.1007/BF03262285>
- Duflo, C. (1997). *Le jeu : De Pascal à Schiller*. Presses Universitaires de France; Cairn.info. <https://www.cairn.info/le-jeu-de-pascal-a-schiller--9782130486886.htm>
- Dugas, É. (2011). *L'homme systémique : Pour comprendre les pratiquants de jeux sportifs*. Presses Universitaires de Nancy.
- Duval, C., Piolino, P., Bejanin, A., Laisney, M., Eustache, F., & Desgranges, B. (2011). La théorie de l'esprit: Aspects conceptuels, évaluation et effets de l'âge. *Revue de neuropsychologie*, 3(1), 41-51. Cairn.info. <https://doi.org/10.3917/rne.031.0041>
- Eber, N. (2018). *Théorie des jeux* (4e édition). Dunod.
- 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. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 26(4), 542-561.
- Eccles, D. W., & Tran, K. (2012). Getting Them on the Same Page : Strategies for Enhancing Coordination and Communication in Sports Teams. *Journal of Sport Psychology in Action*, 3(1), 30-40.
- Ehrenberg, A. (1991). *Le culte de la performance*. Calmann-Lévy.
- Elias, N., & Dunning, E. (1994). *Sport et civilisation : La violence maîtrisée* (J. Chicheportiche & F. Duvingneau, Trad.). Fayard.
- Endsley, M. R. (1995). Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems. *Human Factors*, 37(1), 32-64. <https://doi.org/10.1518/001872095779049543>
- Famose, J.-P. (1993). Performance motrice : Un essai de définition. In J.-P. Famose (Éd.), *Cognition et performance* (p. 21-40). INSEP-Éditions. <https://doi.org/10.4000/books.insep.1412>
- Fédération Française de Football. (2017). *Livret interactif du football d'excellence U12—U18*. Direction Technique Nationale.
- Fisher, L. (2011). L'intelligence collective. *Cerveau & Psycho*, 43. <https://www.cerveauetpsycho.fr/sd/psychologie/https://www.cerveauetpsycho.fr/sd/psychologie/l-intelligence-collective-3430.php>
- Flavell, J. H. (1979). *Metacognition and Cognitive Monitoring : A New Area of Cognitive-Developmental Inquiry*. 34(10), 906-911. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.34.10.906>
- Fonseca, S., Milho, J., Travassos, B., & Araújo, D. (2012). Spatial dynamics of team sports exposed by Voronoi diagrams. *Human Movement Science*, 31(6), 1652-1659. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2012.04.006>
- Fournier, M. (2022). D'Ulysse aux neurosciences. *Sciences Humaines*, 3(345), 30-33.

- Galton, F. (1907). Vox Populi. *Nature*, 75(7), Art. 1949. <https://doi.org/10.1038/075450a0>
- Garbarino, J.-M., Esposito, M., & Billi, E. (2001). L'orientation de l'action chez les joueurs de football experts : Une approche par les verbalisations. *Staps*, 55(2), 49-60.
- Gardner, A., & Grafen, A. (2009). Capturing the superorganism : A formal theory of group adaptation. *Journal of Evolutionary Biology*, 22(4), 659-671. <https://doi.org/10.1111/j.1420-9101.2008.01681.x>
- Gardner, H. (1996). *Les intelligences multiples : Pour changer l'école la prise en compte des différentes formes d'intelligence* (Trad. Ed 1983). Retz.
- George, C. (1985). Comment conceptualiser l'apprentissage. *Revue française de pédagogie*, 72(1), 61-70. <https://doi.org/10.3406/rfp.1985.1535>
- Gigerenzer, G. (2007). *Gut feelings : The intelligence of the unconscious*. Viking. <http://www.myilibrary.com?id=705549>
- Gigerenzer, G. (2009). *Le génie de l'intuition : Intelligence et pouvoirs de l'inconscient*. Belfond.
- Gigerenzer, G., & Brighton, H. (2009). Homo Heuristicus : Why Biased Minds Make Better Inferences. *Topics in Cognitive Science*, 1(1), 107-143. <https://doi.org/10.1111/j.1756-8765.2008.01006.x>
- Gigerenzer, G., Hertwig, R., & Pachur, T. (2011). Heuristics : The Foundations of Adaptive Behavior. In *Heuristics*. Oxford University Press. <https://oxford.universitypressscholarship.com/view/10.1093/acprof:oso/9780199744282.001.0001/acprof-9780199744282>
- Gorman, J. C., Cooke, N. J., & Winner, J. L. (2006). Measuring team situation awareness in decentralized command and control environments. *Ergonomics*, 49(12-13), 1312-1325. <https://doi.org/10.1080/00140130600612788>
- Grégoire, J. (2022). Les émotions et l'intellect, un dialogue continu. *Sciences Humaines*, 3(345), 42-45.
- Gréhaigne, J.-F. (1992). *L'organisation du jeu en football*. Actio.
- Gréhaigne, J.-F. (Éd.). (2007). *Configurations du jeu : Débat d'idées & apprentissage du football et des sports collectifs*. Presses Univ. Franche-Comté.
- Gréhaigne, J.-F. (Éd.). (2011). *Des signes au sens : Le jeu, les indices, les postures et les apprentissages dans les sports collectifs à l'école*. Presses universitaires de Franche-Comté.
- Gréhaigne, J.-F. (2015). L'opposition et ses concepts associés en sports collectifs. *Ejournal de la recherche sur l'intervention en éducation physique et sport, Hors-série N° 1*, 92-108. <https://doi.org/10.4000/ejrieps.1308>

- Gréhaigne, J.-F. (2018a). Observer et évaluer en sport collectif : Des éléments quantitatifs et qualitatifs. *Ejournal de la recherche sur l'intervention en éducation physique et sport - eJRIEPS, Hors-série N° 2*. <https://doi.org/10.4000/ejrieps.516>
- Gréhaigne, J.-F. (2018b). Tactique, stratégie, combinaison, schéma et intelligence tactique. *eJRIEPS. Ejournal de la recherche sur l'intervention en éducation physique et sport, Hors-série N° 2, Art. Hors-série N° 2*. <https://doi.org/10.4000/ejrieps.512>
- Gréselle-Zaïbet, O. (2007). Vers l'intelligence collective des équipes de travail : Une étude de cas. *Management Avenir, n° 14(4)*, 41-59.
- Guillain, J.-Y., & Autissier, D. (2019). De l'intelligence collective à l'intelligence collaborative. In J.-Y. Guillain & D. Autissier, *Le SwitchLab : Accélérateur des projets interentreprises* (p. 79-94). EMS Editions. <https://www.cairn.info/le-switchlab--9782376873075-page-79.htm>
- Helmrich, S., Arias, A., Lohead, G., Wintermantel, T. M., Buchhold, M., Diehl, S., & Whitlock, S. (2020). Signatures of self-organized criticality in an ultracold atomic gas. *Nature, 577(7791)*, Art. 7791. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1908-6>
- Henrich, J. (2019). *L'intelligence collective : Comment expliquer la réussite de l'espèce humaine* (P. Hersant, Trad.). Les Arènes / Markus Haller.
- Hoc, J.-M. (2003). Coopération humaine et systèmes coopératifs. In G. Boy, *Ingénierie cognitive. IHM et cognition* (p. 139-187). Paris : Hermès. <http://jeanmichelhoc.free.fr/pdf/Hoc%202003.pdf>
- Hodgkinson, G. P., Langan-Fox, J., & Sadler-Smith, E. (2008). Intuition : A fundamental bridging construct in the behavioural sciences. *British Journal of Psychology, 99(1)*, 1-27. <https://doi.org/10.1348/000712607X216666>
- Hoffman, R. R. (1998). How Can Expertise be Defined? Implications of Research from Cognitive Psychology. In W. Faulkner & J. Fleck (Éds.), *Exploring Expertise : Issues and Perspectives* (p. 81-100). Palgrave Macmillan UK. https://doi.org/10.1007/978-1-349-13693-3_4
- Houdé, O. (2019). *L'intelligence humaine n'est pas un algorithme*. Odile Jacob.
- Huizinga, J. (1988). *Homo ludens : Essai sur la fonction sociale du jeu* (C. Seresia, Trad.; [1e éd. 1951]). Gallimard.
- Hutchins, E. (1995). *Cognition in the wild*. M.I.T. Press.
- Jeu, B. (1977). *Le sport, l'émotion, l'espace : Essai sur la classification des sports et ses rapports avec la pensée mythique*. Vigot. <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k3373630c>
- Kahneman, D. (2012). *Système 1 - système 2 : Les deux vitesses de la pensée* (R. Clarinard,

Trad.). Flammarion.

Kermarrec, G., & Bossard, C. (2017). La prise de décision intuitive et coordonnée : Contribution à la formation tactique des joueurs de football. In F. Dosseville & C. Garnarczyk, *Jugement et prise de décision en football* (p. 13-32). Presses Universitaires de Caen.

Kets, W., Pennock, D. M., Sethi, R., & Shah, N. (2014, juin 21). Betting Strategies, Market Selection, and the Wisdom of Crowds. *Twenty-Eighth AAAI Conference on Artificial Intelligence*. Twenty-Eighth AAAI Conference on Artificial Intelligence. <https://www.aaai.org/ocs/index.php/AAAI/AAAI14/paper/view/8387>

Kurvers, R. H. J. M., Wolf, M., Naguib, M., & Krause, J. (2015). Self-organized flexible leadership promotes collective intelligence in human groups. *Royal Society Open Science*, 2(12), 150222. <https://doi.org/10.1098/rsos.150222>

Lakemeyer, G., Sklar, E., Sorrenti, D. G., & Takahashi, T. (2007). *RoboCup 2006 : Robot Soccer World Cup X*. Springer.

Laniau, J. (2009). Vers une nouvelle forme d'intelligence collective ? *Empan*, 4(76), 83-91. Cairn.info. <https://doi.org/10.3917/empa.076.0083>

Latour, B., Jensen, P., Venturini, T., Grauwin, S., & Boullier, D. (2013). « Le tout est toujours plus petit que ses parties ». *Reseaux*, n° 177(1), 197-232.

Lautrey, J., & Richard, J.-F. (2005). *L'intelligence*. Hermès science publications : Lavoisier.

Lestienne, R. (2012). *Dialogues sur l'émergence*. Éditions Le Pommier.

Lévy, P. (1994). *L'intelligence collective : Pour une anthropologie du cyberspace*. Éditions la Découverte.

Lhéréty, H. (2022). Qu'est-ce que l'intelligence ? *Sciences Humaines*, 3(345), 74.

Lieury, A., & Léger, L. (2020). *Introduction à la psychologie cognitive: Vol. 2e ed*. Dunod; Cairn.info. <https://www.cairn.info/introduction-a-la-psychologie-cognitive--9782100801862.htm>

List, C., Elsholtz, C., & Seeley, T. D. (2009). Independence and interdependence in collective decision making: An agent-based model of nest-site choice by honeybee swarms. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1518), 755-762. <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0277>

Louis, F. (2019). L'essence du sport. Pour une approche anthropologique et métaphysique. *Staps*, 2(124), 59-73.

Lubart, T. (2005). Intelligence créative. In J. Lautrey & J.-F. Richard, *L'intelligence*. Hermès science publications : Lavoisier.

Malone, T. W., & Bernstein, M. S. (Éds.). (2015). *Handbook of Collective Intelligence*. MIT

Press.

Mancuso, S., & Viola, A. (2019). *L'intelligence des plantes* (R. Temperini, Trad.). Editions de La Loupe.

McCraty, R., & Zayas, M. (2014). Intuitive Intelligence, Self-regulation, and Lifting Consciousness. *Global Advances in Health and Medicine*, 3(2), 56-65. <https://doi.org/10.7453/gahmj.2014.013>

Menaut, A. (1991). *Méthodologie et pédagogie des sports collectifs : Actes de la journée d'études 15 avril 1991*. Université de Bordeaux II.

Menaut, A. (1998). *Le réel et le possible dans la pensée tactique : Contribution à une théorie du jeu sportif*. Presses universitaires de Bordeaux.

Missoum, G. (1998). Modélisation de la performance sportive de haut niveau : Système, stratégies, méthodes et techniques. *Cahiers de l'INSEP*, 22(1), 239-266. <https://doi.org/10.3406/insep.1998.1407>

Morin, E. (1972). Le retour de l'événement. *Communications*, 18(1), 6-20. <https://doi.org/10.3406/comm.1972.1254>

Morin, E. (1990). *Introduction à la pensée complexe*. ESF éditeur.

Morin, E. (1999). *Les sept savoirs nécessaires à l'éducation du futur*. Seuil.

Morin, E., & Le Moigne, J.-L. (1999). *L'intelligence de la complexité*. L'Harmattan.

Mouchet, A. (2010). Co-construire un projet de jeu en rugby. In F. Darnis, *Interaction et apprentissage* (Revue EPS, p. 67-82).

Moussaid, M., Garnier, S., Theraulaz, G., & Helbing, D. (2009). Collective Information Processing and Pattern Formation in Swarms, Flocks, and Crowds. *Topics in Cognitive Science*, 1(3), 469-497. <https://doi.org/10.1111/j.1756-8765.2009.01028.x>

Neisser, U., Boodoo, G., Bouchard, T. J. Jr., Boykin, A. W., Brody, N., Ceci, S. J., Halpern, D. F., Loehlin, J. C., Perloff, R., Sternberg, R. J., & Urbina, S. (1996). Intelligence : Knowns and unknowns. *American Psychologist*, 51(2), 77-101. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.51.2.77>

Noubel, J.-F. (2007). Intelligence collective, la révolution invisible. *The Transitioner*.

Nusbaum, F. (2021). *Le secret des performants*. Odile Jacob.

Nusbaum, F., & Olano, M. (2022). « Écoutez votre inconscient cognitif ! ». *Sciences Humaines*, 3(3), 46-48.

Obœuf, A., Collard, L., Pruvost, A., & Lech, A. (2009). La prévisibilité au service de l'imprévisibilité. À la recherche du « code secret » du football. *Rezeaux*, n° 156(4), 241-270.

O'Bryan, L., Beier, M., & Salas, E. (2020). How Approaches to Animal Swarm Intelligence Can Improve the Study of Collective Intelligence in Human Teams. *Journal of Intelligence*,

- 8(1), Art. 1. <https://doi.org/10.3390/jintelligence8010009>
- Oléron, P. (1989). *L'intelligence de l'homme*. Armand Colin.
- O'Sullivan, M., Guilford, J. P., & deMille, R. (1965). *The Measurement of Social Intelligence*. University of Southern California.
- Page, S. E. (2008). *The Difference : How the Power of Diversity Creates Better Groups, Firms, Schools, and Societies*. Princeton University Press.
- Parlebas, P. (1999). *Jeux, sports et sociétés : Lexique de praxéologie motrice*. INSEP-Éditions. <https://doi.org/10.4000/books.insep.1067>
- Parlebas, P. (2002). Réseaux dans les jeux et les sports. *L'Année sociologique*, 52(2), 314-349.
- Passino, K. M., Seeley, T. D., & Visscher, P. K. (2008). Swarm cognition in honey bees. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 62(3), 401-414. <https://doi.org/10.1007/s00265-007-0468-1>
- Pennock, D. (2007). The wisdom of the ProbabilitySports crowd. *Oddhead Blog*. <http://blog.oddhead.com/2007/01/04/the-wisdom-of-the-probabilitysports-crowd/>
- Piaget, J. (2007). *Le structuralisme* (1ère édition 1968). Presses universitaires de France.
- Piazza, O. (2018). *Découvrir l'Intelligence collective*. InterÉditions.
- Picq, P. (2019). *L'intelligence artificielle et les chimpanzés du futur : Pour une anthropologie des intelligences*. Odile Jacob.
- Plotkin, H. (2001). Intelligence, Evolution of. In N. J. Smelser & P. B. Baltes (Éds.), *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences* (p. 7641-7645). Pergamon. <https://doi.org/10.1016/B0-08-043076-7/03125-9>
- Ray, R. (2006). Prediction Markets and the Financial « Wisdom of Crowds ». *Journal of Behavioral Finance*, 7(1), 2-4. https://doi.org/10.1207/s15427579jpfm0701_1
- Reia, S. M., Amado, A. C., & Fontanari, J. F. (2019). Agent-based models of collective intelligence. *Physics of Life Reviews*, 31, 320-331. <https://doi.org/10.1016/j.plrev.2018.10.004>
- Rheingold, H. (2005). *Foules intelligentes : La nouvelle révolution sociale* (P.-E. Brugeron, Trad.). M2 éditions.
- Riedl, C., Kim, Y. J., Gupta, P., Malone, T. W., & Woolley, A. W. (2021). Quantifying collective intelligence in human groups. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(21), e2005737118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2005737118>
- Romainville, M., Noël, B., & Wolfs, J.-L. (1995). La métacognition : Facettes et pertinence du concept en éducation. *Revue française de pédagogie*, 112(1), 47-56. <https://doi.org/10.3406/rfp.1995.1225>
- Rosen, M. A., Fiore, S. M., Salas, E., Letsky, M., & Warner, N. (2008). Tightly Coupling

Cognition : Understanding How Communication and Awareness Drive Coordination in Teams. *The International C2 Journal*, 2(1), 33.

Salas, E., Cooke, N. J., & Rosen, M. A. (2008). On Teams, Teamwork, and Team Performance : Discoveries and Developments. *Human Factors*, 50(3), 540-547. <https://doi.org/10.1518/001872008X288457>

Salas, E., Prince, C., Baker, D. P., & Shrestha, L. (1995). Situation Awareness in Team Performance : Implications for Measurement and Training. *Human Factors*, 37(1), 123-136. <https://doi.org/10.1518/001872095779049525>

Sarremejane, P. (2016). *Éthique et sport*. Éditions Sciences Humaines; Cairn.info. <https://www.cairn.info/ethique-et-sport--9782361064150.htm>

Seeley, T. D., & Visscher, P. K. (2004). Quorum sensing during nest-site selection by honeybee swarms. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 56(6), 594-601. <https://doi.org/10.1007/s00265-004-0814-5>

Servan-Schreiber, E. (2012). Prediction Markets : Trading Uncertainty for Collective Wisdom. In *Collective wisdom : Principles and mechanisms* (p. 21-37). Cambridge University Press.

Servan-Schreiber, E. (2018). *Supercollectif. La nouvelle puissance de nos intelligences*. Fayard.

Sève, C., Bourbousson, J., Poizat, G., & Saury, J. (2009). Cognition et performance collectives en sport. *Intellectica*, 52(2), 71-96. <https://doi.org/10.3406/intel.2009.1199>

Simons, A. M. (2004). Many wrongs : The advantage of group navigation. *Trends in Ecology & Evolution*, 19(9), 453-455. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2004.07.001>

Sternberg, R. J. (2000). The Theory of Successful Intelligence. *Gifted Education International*, 15(1), 4-21. <https://doi.org/10.1177/026142940001500103>

Sternberg, R. J. (2003). A Broad View of Intelligence : The Theory of Successful Intelligence. *Consulting Psychology Journal: Practice and Research*, 55(3), 139-154. <https://doi.org/10.1037/1061-4087.55.3.139>

Surowiecki, J. (2008). *La sagesse des foules* (E. Riot, Trad.; 1ere ed. 2004). JC Lattès.

Taine, H. (1870). *De l'intelligence*. Hachette.

Tavakol, M., & Dennick, R. (2011). Making Sense of Cronbach's Alpha. *International Journal of Medical Education*, 2, 53-55. <https://doi.org/10.5116/ijme.4dfb.8dfd>

Tero, A., Takagi, S., Saigusa, T., Ito, K., Bebber, D., Fricker, M., Yumiki, K., Kobayashi, R., & Nakagaki, T. (2010). Rules for Biologically Inspired Adaptive Network Design. *Science*, 327, 439-442. <https://doi.org/10.1126/science.1177894>

Terret, T. (2019). *Histoire du sport* (6ème édition). Presses Universitaires de France. <https://www-cairn-info.ezproxy.uca.fr/histoire-du-sport--9782130817215.htm>

- Theraulaz, G. (2005). L'intelligence collective. In J. Lautrey & J.-F. Richard, *L'intelligence*. Hermès science publications : Lavoisier.
- Theraulaz, G., & Bonabeau, E. (1999). A Brief History of Stigmergy. *Artificial Life*, 5(2), 97-116. <https://doi.org/10.1162/106454699568700>
- Varela, F. J. (1989). *Autonomie et connaissance : Essai sur le vivant*. Éditions du Seuil.
- Varela, F. J. (1996). *Invitation aux sciences cognitives* (Nouvelle édition [remise à jour par l'auteur et augmentée d'une préface]). Éditions du Seuil.
- Varela, F. J. (2017). *Le cercle créateur : Écrits (1976-2001)*. Éditions du Seuil.
- Varela, F. J., Thompson, E., & Rosch, E. (1993). *L'inscription corporelle de l'esprit : Sciences cognitives et expérience humaine*. Éditions du Seuil.
- Waal, F. de. (2016). *Sommes-nous trop « bêtes » pour comprendre l'intelligence des animaux ?* (L. Chemla & P. Chemla, Trad.). Les Liens qui libèrent.
- Williamson, K., & Cox, R. (2014). Distributed Cognition in Sports Teams : Explaining successful and expert performance. *Educational Philosophy and Theory*, 46(6), 640-654. <https://doi.org/10.1080/00131857.2013.779215>
- Wohlleben, P. (2017). *La vie secrète des arbres : Ce qu'ils ressentent, comment ils communiquent, un monde inconnu s'ouvre à nous* (C. Tresca, Trad.). Éditions des Arènes.