

University of Groningen

## Capturing complex processes of human performance

den Hartigh, Jan Rudolf

**IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.**

*Document Version*

Publisher's PDF, also known as Version of record

*Publication date:*

2015

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

*Citation for published version (APA):*

den Hartigh, J. R. (2015). *Capturing complex processes of human performance: Insights from the domain of sports*. [Thesis fully internal (DIV), University of Groningen]. University of Groningen.

### Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

### Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

## **Chapter 9 : Résumé en Français (Summary in French)**



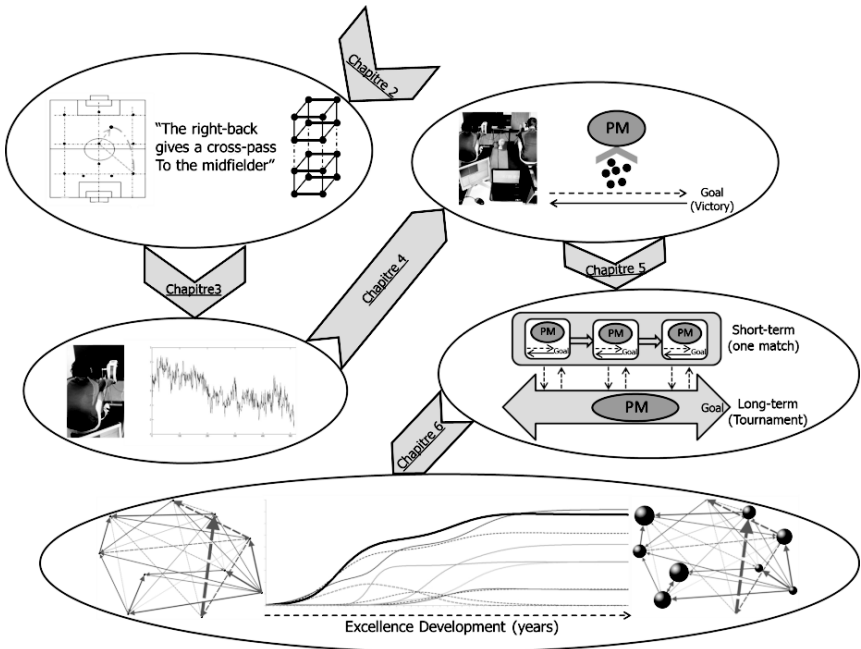
## 9.1 Vue d'Ensemble

La performance est influencée par de nombreux facteurs qui évoluent au cours du temps et s'influencent mutuellement. Par ailleurs, en cours de performance, un athlète passe par de nombreux états psychologiques. La confiance en soi, par exemple, associée aux facteurs environnementaux tels que le niveau de l'adversaire ou les décisions des arbitres, peut induire des variations dans la performance de l'athlète, elles-mêmes pouvant déclencher l'irruption de pensées et de sentiments particuliers, et ainsi de suite. Tout au long d'une carrière, un processus similaire est observable. Prenons le cas d'un enfant semblant avoir des prédispositions pour le tennis. Les parents encourageront probablement leur enfant en lui offrant des entraînements. Ceux-ci engendreront des progrès en termes d'amélioration de ses compétences, laquelle nourrira une motivation supplémentaire et l'envie de continuer dans ce sport. À son tour, cette motivation, pourra influencer le soutien de ses parents. Les processus entraînant la performance sont donc complexes et constamment influencés par des paramètres agissant tant à court qu'à long terme.

L'approche traditionnelle en psychologie et sciences du sport consiste à réduire l'explication de l'occurrence de certains états, comme par exemple les conséquences psychologiques d'un succès, à un certain nombre de facteurs spécifiques et essentiellement indépendants. De ce fait, cette approche considère implicitement que les états psychologiques et les performance sont déterminés par une addition d'éléments dont les contributions peuvent être analysées indépendamment les unes des autres. Par exemple, l'appartenance à l'élite mondiale de certains athlètes de haut niveau est classiquement imputée à une meilleure forme physique, des meilleurs entraîneurs, davantage de talent naturel, des facultés motrices supérieures, une meilleure vision stratégique, ainsi qu'un plus gros volume d'entraînement, comparativement aux autres sportifs (Van Rossum & Gagné, 1994). D'autres modèles et approches, basés sur notre hypothèse que les états psychologiques et la performance sont probablement émergents, sont exposés dans cette thèse. De manière générale, l'émergence est décrite par des états adaptatifs organisés émergeant de l'interaction de plusieurs composants au cours du temps. Un état (changeant) ne peut donc être directement corrélé aux valeurs des composantes individuelles du système duquel il émerge (Kelso, 1995; Nowak & Vallacher, 1998; Van Geert, 1994). Par

conséquent, une approche de la complexité est adoptée dans cette thèse, fondée sur la supposition qu'il est virtuellement impossible d'expliquer les différents états par des facteurs isolés, mais qu'ils évoluent et s'adaptent aux *interactions continues entre* différents éléments d'un système complexe (Ottino, 2004).

Certaines méthodes utilisées dans cette thèse sont relativement peu connues en psychologie, que celle-ci soit appliquée au sport ou non. Mais ces méthodes sont employées avec succès dans d'autres domaines, tels que la physique, l'économie ou la biologie, pour rendre compte de la complexité et de la dynamique des processus. En appliquant les méthodes et techniques de l'approche de la complexité, ce travail de recherche tente d'apporter de nouveaux éclairages aux phénomènes sous-jacents aux divers états psychologiques et de la performance, ce à différentes échelles temporelles (cf. tableau 1 et figure 22), tels que (a) les représentations (cognitives) que les footballeurs élaborent en continu lors de séquences de match, (b) les mouvements des rameurs sur ergomètre, (c) les changements des variables psychologiques et des performances lors de l'expérience d'un momentum positif (spirale ascendante) ou d'un momentum négatif (spirale descendante), et finalement, (d) le développement de la performance excellente (développement du talent). Les recherches spécifiques menées à ces fins ainsi que leurs résultats sont développés ci-dessous.



**Figure 23.** Vue d'ensemble de la thèse. Le chapitre 2 se concentre sur la complexité des capacités cognitives, telle que capturée via la verbalisation sur des extraits de vidéo de matches de football. Le chapitre 3 traite de la complexité de l'organisation dynamique de mouvements effectués par des rameurs lors d'une tâche d'aviron sur ergomètre. Le chapitre 4 est consacré à l'étude du développement d'un phénomène complexe—le momentum psychologique—lors d'une course d'aviron sur ergomètre. Le chapitre 5 teste la relation entre le momentum psychologique expérimenté lors d'une course et le momentum psychologique expérimenté sur plusieurs courses. Le chapitre 6 propose une explication du développement à long terme de la performance excellente basée sur un modèle dynamique et complexe.

### Chapitre 2

Dans le chapitre 2, la complexité des représentations que les joueurs de football élaborent lors du visionnage d'extraits vidéo est étudiée. Ces représentations sont formées par intégration d'éléments tels que les positions et

mouvements des joueurs sur le terrain (Helsen & Starkes, 2000) ou les actions réalisées par ceux-ci, comme les actions de joueurs en possession du ballon, les actions défensives, etc. (Roca et al., 2011). Des recherches ont démontré que les experts (joueurs de football professionnels) ont tendance à percevoir davantage d'éléments, tels que le joueur possédant la balle et les espaces (libres) autour de celui-ci que les non experts (Roca et al., 2011). Cependant, la façon dont les joueurs de football font le lien entre différents éléments, qui forme la base de la vision du jeu et de sa compréhension (i.e., les représentations) pendant un match ou un extrait de match, reste incomprise. Lors de notre étude empirique, un système de codage a été développé sur la base de la « théorie de l'habileté » (Skill Theory ; Fischer, 1980 ; Fischer & Bidell, 2006). Cette théorie suppose que les représentations ou impressions plus complexes sont fondées sur la liaison d'éléments simple (e.g., "le joueur envoie la balle à un autre joueur") en une structure plus complexe (e.g., "l'arrière gauche fait une passe au numéro 10", ce qui requiert une connaissance des positions des joueurs sur le terrain, des positions des coéquipiers ainsi que des types de passes). La complexité des représentations, telles que celles élaborées en continu lors du visionnage d'extrait de match, a été analysée de manière comparative parmi une population de joueurs professionnels et non professionnels (joueurs d'une ligue amateur) à l'aide du système de codage développé.

Les résultats ont montré que les joueurs possédant une plus grande expertise élaboraient des représentations d'un niveau de complexité supérieure. De plus, ces joueurs étaient capables de comprendre des actions de relativement plus grande complexité, au-delà du joueur possédant la balle (e.g., une relance ou une action défensive). En résumé, ce chapitre illustre la façon dont les facultés cognitives des joueurs peuvent être mesurées en termes de complexité ainsi que l'intégration des interactions des différents éléments par la formation (constante) de représentations.

### *Chapitre 3*

Alors que le chapitre 2 s'est intéressé aux compétences cognitives à l'œuvre au cours de visionnages d'extraits vidéos, le chapitre 3 aborde la complexité de l'organisation du comportement moteur à la base de l'exécution d'un exercice sportif. Plus spécifiquement, ce chapitre est consacré à l'étude des variations des

coups de rame au cours du temps lors d'une épreuve sur un ergomètre. Selon la littérature, la structure temporelle des fluctuations des mouvements fournit un aperçu de l'organisation dynamique sous-jacente (Van Orden et al., 2003). Si les mesures successives sont indépendantes des mesures précédentes, des variations aléatoires, appelées « bruit blanc », entre les mesures doivent être observables. Ce type de patron est censé apparaître au fil de mouvements contrôlés par un processus séquentiel, tels un programme moteur (Keele, 1986). Cependant, comme indiqué précédemment, nous avons commencé cette thèse avec le point de vue selon lequel la performance (dans ce cas les mouvements d'aviron) résulte de la complexité, ce qui signifie que les différents éléments impliqués dans la production motrice interagissent constamment entre eux, à différentes échelles temporelles. Un tel procédé peut être exprimé en un patron de variation plus structuré, appelé « bruit rose » (Kello et al., 2010 ; Van Orden et al., 2003). Lorsqu'une série de mesures montre du bruit rose, les mesures effectuées sur un grand intervalle de temps sont dépendantes à long terme (Diniz et al., 2011). Dans cette étude, par exemple, cela veut dire que le 400<sup>e</sup> coup de rame n'est pas indépendant du 300<sup>e</sup>, du 100<sup>e</sup>, etc.

Afin de tester cette hypothèse, nous avons demandé à des rameurs de deux équipes d'aviron de réaliser 550 coups de rame à leur cadence préférée. Les variations des intervalles de temps entre les pics de force de mouvements ont été relevées afin d'effectuer une analyse comparative, puis une analyse non linéaire des séries temporelles enregistrées (Detrended Fluctuation Analysis ; Peng et al., 1993). Les résultats ont montré que pour chaque participant la structure temporelle de la variance s'écartait significativement du bruit blanc, et plus particulièrement, que les rameurs de la meilleure équipe développaient un patron de variation proche du bruit rose. Ces résultats supportent l'hypothèse selon laquelle une organisation motrice complexe est à la base de l'exécution des mouvements sportifs cycliques (i.e., aviron). Par ailleurs, comme les séries temporelles des rameurs de la meilleure équipe montrent davantage de bruit rose, la complexité de l'organisation motrice, telle que reflétée par le bruit rose, peut être un indicateur de l'expertise d'un rameur. Cependant, ceci devra être examiné plus profondément.



#### *Chapitre 4*

Dans le chapitre précédent, nous avons examiné la complexité de situations hors contexte de compétition. Cependant, le contexte de compétition (à l'école, au travail, en sport), fournit aux acteurs des scénarios originaux d'évolution de leur progression (ou régression) à l'égard des buts qu'ils poursuivent, notamment au travers de l'évolution du score ou de la performance, des actions de l'adversaire, d'événements marquants comme les décisions arbitrales, du comportement du public, etc. Lorsqu'une personne ou une équipe voit son objectif de victoire s'approcher ou au contraire s'éloigner, cette même personne ou équipe peut entrer dans une spirale positive ou négative, appelée le momentum positif ou négatif (Briki, Den Hartigh, Hauw et al., 2012). Dans ce chapitre 4, nous cherchons à montrer cette dynamique du momentum psychologique au sein d'équipes de deux rameurs, telle qu'elle peut se manifester en termes de synchronisation motrice interpersonnelle, de performance, de cohésion perçue et de sentiment d'efficacité collective. Ce travail s'appuie sur une méthode d'investigation développée par Haken et al. (1985) – la méthode HKB – dans le but d'examiner expérimentalement la dynamique des processus complexes.

Dans cette étude, des équipes de deux rameurs sur ergomètre affrontaient un adversaire virtuel en compétition. Durant la course, les efforts – la force des coups de rame – et la coordination des mouvements des rameurs ont été mesurés continuellement. Afin de capturer la dynamique de variables psychologiques importantes pour une équipe, deux questions apparaissaient à l'écran toutes les minutes au cours de la course : une question sur la cohésion opératoire et une sur le sentiment d'efficacité collective. La cohésion opératoire représente le degré de coopération des membres d'une équipe pour atteindre un objectif commun (Carron & Hausenblas, 1998) ; l'efficacité collective représente le degré de confiance des membres de l'équipe dans leur capacité à exécuter avec succès la tâche collective. L'équipe a participé à deux courses avant lesquelles nous leur indiquions que le but était de battre l'adversaire en prenant une avance de 8 secondes sur celui-ci. Cependant, les scénarios de course étaient manipulés à l'insu des participants. Dans une des courses, les participants expérimentaient un scénario de momentum positif selon lequel l'équipe remontait progressivement d'une presque défaite (un retard de 6 secondes)

jusqu'à être proche de l'objectif (une avance de 6 secondes). L'autre course faisait vivre à l'équipe une expérience de momentum négatif sous la forme d'un scénario symétriquement inverse du précédent.

Les variables cohésion opératoire et efficacité collective ont montré une tendance à la baisse pour la course à momentum négatif. Cette baisse était plus prononcée que la hausse observée lors de la course à momentum positif. Il semble donc que les équipes développent plus rapidement un momentum psychologique négatif qu'un momentum positif. De plus, les efforts de l'équipe diminuaient plus rapidement dans la course à momentum négatif et la coordination des rameurs était meilleure dans la course à momentum positif. Le fait que deux scénarios de course exactement symétriques soient associés à des patrons d'évolution des réponses non-symétriques suggère que le momentum psychologique est un phénomène dynamique qui montre des caractéristiques de dépendance temporelle typiques des systèmes dynamiques complexes. Nous avons montré que les états psychologiques des équipes ne sont pas seulement influencés par la position dans la course, mais aussi par le scénario selon lequel cette position a été acquise (i.e., avoir commencé par perdre ou gagner des secondes avant de remonter ou de se faire remonter).

### *Chapitre 5*

Jusque-là, les recherches sur le momentum psychologique se sont principalement intéressées aux fluctuations psychologiques et (parfois) et aux variations des performances au cours d'une même compétition (cf. chapitre 4). Cependant, le momentum psychologique peut se développer à travers plusieurs compétitions, par exemple lors d'un tournoi ou sur une saison entière (Adler, 1981). Selon la théorie de la dynamique des systèmes complexes, les processus prenant place à court terme sont liés aux processus apparaissant à plus long terme (Newell et al., 2001). Basé sur le principe que le momentum psychologique est un phénomène complexe dynamique, ce chapitre avait pour but d'examiner la manière dont le momentum psychologique à long terme se développe à partir d'une série de matches distincts, ainsi que la manière dont le momentum psychologique intra-match est façonné par le momentum psychologique qui s'est développé sur le long terme.

Dans cette étude, nous avons demandé à des athlètes de participer à un tournoi d'aviron sur ergomètre se déroulant sur plusieurs courses. Nous avons informé les participants qu'ils pouvaient gagner de l'argent s'ils marquaient trois points sur le total des courses à réaliser, ces points dépendant du nombre de victoires. Pour chaque course, le vainqueur était le premier rameur à prendre une avance de 9 secondes sur son adversaire. Les scénarios de course étaient manipulés de sorte à répartir les participants sur deux groupes : un groupe gagnant les deux premières courses (groupe du momentum positif), le second perdant les deux premières courses (groupe du momentum négatif). Nous avons demandé aux participants de répondre à un item mesurant le momentum psychologique et un item mesurant le sentiment d'auto-efficacité, avant les deuxième et troisième courses. Les résultats ont montré que le groupe ayant gagné ses deux premières courses développait un momentum psychologique à long terme positif, alors que le groupe ayant perdu ses deux premières courses développait un momentum psychologique à long terme négatif.

Lors du troisième tour du tournoi, le cours de la course fut manipulé selon les principes de la méthode HKB (Haken et al., 1985). Dans cette course, tous les participants passaient progressivement d'une presque victoire (une avance de 6 secondes) à une défaite (un écart de 9 secondes). Dans le but d'examiner la dynamique du momentum psychologique durant cette dernière course, les participants ont répondu toutes les minutes de la course à des questions relatives à leurs perceptions de momentum psychologique à leur sentiment d'auto-efficacité. De plus, l'effort physique exercé par les rameurs a été continuellement mesuré. Les résultats ont montré que les perceptions de momentum et d'auto-efficacité diminuaient plus rapidement au sein du groupe ayant perdu les deux premières courses (le groupe ayant développé un momentum psychologique à long terme négatif) que pour le groupe ayant remporté les deux premières courses (le groupe ayant développé un momentum psychologique à long terme positif). En outre, les efforts des participants appartenant au groupe ayant développé un momentum psychologique à long terme positif pendant le tournoi étaient supérieurs.

Ces résultats fournissent une meilleure explication de la dépendance temporelle des réactions psychologiques que les précédentes recherches (Briki et al., 2013 ; Gernigon et al., 2010 ; chapitre 4) en démontrant que les processus à

court terme (au fil d'une course) sont liés aux processus à long terme et vice et versa. Plus spécifiquement, un athlète développe moins aisément un momentum psychologique négatif s'il a développé un momentum psychologique positif à long terme (e.g., sur plusieurs compétitions).

### *Chapitre 6*

Les chapitres précédents portaient sur l'analyse des processus dynamiques complexes sur une échelle temporelle relativement courte (pendant un match et sur plusieurs matchs). Ce type de processus peut généralement être analysé dans l'environnement spécifique dans lequel la performance a lieu. Cependant, pour des processus prenant plus de temps et s'étendant sur plusieurs environnements, cela devient malaisé. Prenons exemple sur le développement du talent ou le développement de la performance excellente. Les chercheurs et les philosophes s'interrogent sur les facteurs entraînant le développement de la performance depuis près de 150 ans. Bien que le débat sur l'identification de ces facteurs a toujours cours (Ericsson, 2013; Ericsson et al., 2013; Gagné, 2013), nous avons choisi une approche différente dans le chapitre 6. Sans nous intéresser davantage aux facteurs pronostiques spécifiques, nous avons, dans ce chapitre, examiné à partir de quel genre de modèle l'excellence se développe. Nous avons simulé différents modèles sur ordinateur, susceptibles de rendre compte des trajectoires de développement du talent individuel, mais aussi des différences interindividuelles associées à des distributions d'excellence spécifique à un domaine.

Nous avons supposé que l'excellence évolue au fil du temps, de débutant à un niveau final (excellent). Hormis cela, dans notre modèle, nous avons également émis l'hypothèse que plusieurs facteurs peuvent jouer, pouvant eux-mêmes varier avec le temps et s'influencer directement et indirectement. Par exemple, le don d'un enfant pour le tennis, le soutien de ses parents et de son entraîneur, etc. (Abbott et al., 2005; Baker et al., 2003; Phillips et al., 2010). Nous avons donc simulé des modèles sous forme des réseaux composés de 10 éléments, dans lesquels chaque élément est directement ou indirectement lié à d'autres composants (e.g., l'entraîneur influence les capacités de l'enfant, ce qui par la suite influence le soutien des parents, ce soutien à son tour influe positivement sur les capacités de l'enfant, etc.).

Le modèle de simulation a généré un certain nombre de patrons de trajectoires de développement du talent et de l'excellence conformes à la littérature sur le sujet (Simonton, 2001), tels que (a) un talent spécifique peut naître à des âges différents pour des individus différents, (b) les facteurs pouvant influencer le développement du talent peuvent changer avec le temps, (c) le processus de développement peut adopter plusieurs formes pour différents individus, (d) les indicateurs précoces annonciateurs de compétences excellentes futures sont souvent absents. De plus, les simulations de modèles ont généré des distributions asymétriques positives du rendement final de la performance, ce qui apparaît dans presque tous les domaines de performance (O'Boyle & Aguinis, 2012). Afin de clarifier ce dernier point, l'exemple suivant illustre une distribution asymétrique positive du rendement de la performance en sport. Seul 404 joueurs ont gagné un tournoi ATP. Parmi ceux-ci, 74 d'entre eux n'en ont gagné qu'un et uniquement trois joueurs exceptionnels ont gagnés plus de 80 tournois : Federer, Lendl et Connors ([www.atpworldtour.com](http://www.atpworldtour.com), consulté le 5 novembre 2014).

D'après les résultats des simulations, il est probable que le développement du talent puisse être considéré comme un processus complexe et dynamique. En d'autres termes, l'excellence se développe probablement à partir des structures de réseaux dynamiques.

## 9.2 Conclusion

Cette thèse s'est attachée à montrer comment les processus liés à la performance, impliquant plusieurs composants interagissent et évoluent avec le temps et peuvent être étudiés et compris en appliquant une approche de la complexité. Nous avons utilisé la « théorie de l'habileté » (chapitre 2), les techniques de séries temporelles non-linéaires (chapitre 3), la méthode HKB (chapitres 4 et 5) et la simulation informatique (chapitre 6). Les résultats des différentes études ont montré que (a) les joueurs de football les plus experts forment des représentations plus complexes lorsqu'ils visionnent des extraits de matches, (b) il semble qu'une organisation motrice complexe est sous-jacente à l'exécution des coups de rame en particulier pour les meilleurs rameurs, (c) le momentum psychologique est caractérisé par des changements dans les facteurs psychologiques et la performance qui sont dépendants du temps, c'est-à-dire de leur propre histoire, et (d) les excellentes performances se développent

probablement par l'interaction continue entre composants personnels et environnementaux directement et indirectement liés.

Les résultats de cette thèse montrent qu'une approche de la complexité fournit des techniques précieuses pour acquérir de nouvelles connaissances sur le quand, le pourquoi et le comment certains états psychologique changent. Les études effectuées étaient pour la plupart de nature fondamentale, mais peuvent offrir des suggestions concrètes pour les recherches futures et les applications pratiques. Ainsi, il semble particulièrement pertinent de mettre l'accent sur l'interaction entre les composants au cours de temps, ou sur la structure du réseau dans lequel les composants sont actifs. Cela signifie qu'il est important de considérer la manière dont nous pouvons intervenir d'une façon positive sur les interactions ou les propriétés des structures. Dans le chapitre 3, par exemple, nous avons proposé qu'une organisation dynamique plus complexe soit impliquée dans les coups de rames des meilleurs rameurs, comparativement à ceux de rameurs de niveau moins élevé. Ainsi, les meilleurs rameurs sont stables dans leurs mouvements, mais suffisamment souples pour s'adapter. La possibilité d'entraîner cette « stabilité souple » pourrait être étudiée, par exemple, en pratiquant des coups d'aviron selon un patron de fréquence à bruit rose en utilisant un métronome (Marmelat et al., 2014). Une telle stratégie pourrait être comparée à une stratégie plus classique basée sur la fixité et la rigidité des rythmes.

Dans le cas du momentum psychologique, il devrait être possible d'identifier les stratégies les plus à même de faire converger moins rapidement les variables psychologiques et la performance vers un patron de momentum psychologique négatif (Briki, Den Hartigh, Hauw et al., 2012). La manière de demander des temps mort dans un match pourrait relever de telles stratégies testées empiriquement (cf. Briki, Doron et al., 2014). Les temps morts seraient alors considérés comme des temps de relaxation (Haken et al., 1985) nécessaires au système pour se restabiliser après avoir été déstabilisé par un scénario événementiel de momentum négatif.

En ce qui concerne le développement des talents, il semble important d'introduire ou de renforcer des liens positifs au sein du réseau, favorisant ainsi le développement tout en protégeant des éventuels échecs. L'importance d'établir une structure optimale du réseau est par exemple illustrée par les travaux de Van

Yperen. Alors que la plupart des études ont misé sur l'importance du talent naturel et de la formation, Van Yperen a montré que le soutien des parents et certains éléments psychologiques, comme l'engagement envers un objectif, jouent un rôle important dans le développement d'un athlète (Van Yperen, 1995a; 1998; 2009). En termes de réseau, il semble important que les compétences d'un athlète se développent dans un réseau riche, dans lequel la probabilité de développer des liens positifs entre les différents éléments est maximisée (pour un exemple pratique intéressant, voir Van Yperen, 1995b). De ce fait, comparativement à des programmes où les enfants vivent en pensionnat, sont traités durement et dans lesquels l'accent est mis sur un seul élément (e.g., entraînement intense), il est probable que les réseaux riches entraînent une évolution positive pendant et après la carrière sportive, mais aussi dans des carrières relatives à d'autres domaines de performance (e.g. professionnelle).

En résumé, cette thèse a démontré plusieurs applications d'une approche de la complexité. Sur la base de cette approche, nous sommes arrivés à des nouvelles connaissances sur la complexité et la dynamique des processus de performance, à la fois lors de l'exécution des tâches (sportives) ainsi que sur du long terme au cours duquel le talent se développe. Le prochain défi sera de spécifier et de traduire les processus complexes et dynamiques sous-jacent aux processus psychologiques et de performance dans des applications concrètes pour la pratique.