



**HAL**  
open science

**Du mouvement au comportement dans les Activités Physiques et Sportives. Analyse des stratégies en faveur de la santé et du bien être. Une approche écologique et interdisciplinaire**

Francois Potdevin

► **To cite this version:**

Francois Potdevin. Du mouvement au comportement dans les Activités Physiques et Sportives. Analyse des stratégies en faveur de la santé et du bien être. Une approche écologique et interdisciplinaire. Sciences du Vivant [q-bio]. Université de Lille, 2018. tel-04474431

**HAL Id: tel-04474431**

**<https://hal.univ-lille.fr/tel-04474431>**

Submitted on 23 Feb 2024

**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.

## **Habilitation à Diriger des Recherches**

Soutenue le 7 décembre 2018 à l'Université de Lille

**Du mouvement au comportement dans les Activités Physiques et Sportives**  
**Analyse des stratégies en faveur de la santé et du bien être**  
**Une approche écologique et interdisciplinaire**

**Par François POTDEVIN**

Maitre de Conférences à l'Université de Lille

Unité de Recherche Pluridisciplinaire, Sport, Santé, Société

**Garant de l'HDR** : Professeur Patrick Pelayo, Université de Lille

### **Jury:**

Professeur Dominique Berger, Ecole Supérieure du Professorat et de l'Éducation de Lyon

Professeur Marc Cloes, Université de Liège

Professeur Keith Davids, Université de Sheffield

Professeur Carole Sève, Inspectrice Générale de l'Éducation Nationale

Professeur Sylvain Turcotte, Université de Sherbrooke

## Sommaire

<b>Introduction</b>	<b>4</b>
<b>Partie 1. Positionnement épistémologique : de l'analyse de la motricité à l'analyse des stratégies comportementales : l'apport des cadres théoriques issus des sciences de la complexité.</b>	<b>6</b>
1. Cadre d'analyse d'étude de la locomotion terrestre et aquatique	6
2. De la dimension motrice à la dimension comportementale : une approche écologique pour analyser les stratégies de promotion et d'éducation à la santé et au bien être par l'activité physique et le sport	20
<b>Partie 2. Analyse de l'effet des contraintes sur l'organisation motrice</b>	<b>28</b>
1. Analyse de la marche et de son asymétrie : mise en évidence d'une stratégie de contrôle freinage vs propulsion.	28
2. Analyse des conditions d'émergence des coordinations en crawl et en brasse.	31
2.1. Analyse des effets de contraintes de tâches sur l'émergence des coordinations en crawl.	32
2.2. Analyse des contraintes de tâches sur l'apprentissage des coordinations en brasse.	35
2.3. Analyse des compétences aquatiques relatives au savoir nager	40
2.4. Stratégie d'utilisation du vidéo feedback et EPS : effet d'un environnement numérique sur l'expérience d'apprentissage des élèves.	45
<b>Partie 3. Agir sur la santé et le bien-être par l'activité physique</b>	<b>55</b>
1. Promouvoir et éduquer à la santé par l'activité physique en Education Physique et Sportive	56
1.1. Les connaissances en santé mobilisées par les enseignants d'EPS pour promouvoir et éduquer à la santé grâce à l'activité physique	56
1.2. Effet d'un emploi du temps favorisant l'activité physique sur la qualité de vie des lycéens.	62
2. Promouvoir la santé par la pratique prolongée de la natation : le cas des nageurs masters.	67

<b>Partie 4. Promouvoir un engagement durable et responsable dans les activités physiques et sportives.</b>	<b>73</b>
1. Analyse des stratégies d'auto-entraînement des nageurs « loisirs »	74
2. Comparaison des jeunes adultes sportifs et non sportifs à la sortie du système scolaire : analyse des conditions nécessaires à la persistance de l'engagement dans l'activité physique : le cas du jogging.	78
<b>Bibliographie.</b>	<b>96</b>

## **Introduction :**

Depuis mon DEA (2002), mon activité de recherche s'est développée autour de deux thématiques centrales : i) l'analyse de la motricité sportive en s'intéressant plus spécifiquement aux coordinations inter segmentaires ; ii) les interventions dans le domaine de l'éducation en faveur de la santé et du bien être. Ce parcours est corrélé à mon rattachement à des équipes successives en tant que PRAG, doctorant puis Maître de Conférences à l'université de Lille 2 (Laboratoire d'Etude de la Motricité Humaine en 2000-2002, Unité de Recherche en Sciences Cognitives et Affectives en 2004-2007, Equipe de Recherche Septentrionale Sport Santé Société en 2008-2012, et depuis 2013 Unité de Recherche Pluridisciplinaire Sport Santé Société).

Si mes thématiques de recherche centrées dans un premier temps sur l'analyse de la motricité se sont « déplacées » vers l'analyse des stratégies développées par les pratiquants sportifs et les enseignants en faveur de la santé et du bien-être, le cadre théorique général a été largement marqué par les sciences de la complexité (De Rosnay, 1975 ; Morin, 1990) avec plus particulièrement le cadre des théories dynamiques et écologiques qui expliquent l'émergence du comportement et des stratégies (Kelso, 1980 ; Newell, 1986 ; Davids, 2008). La posture scientifique consiste à considérer que l'objet à étudier (la motricité, les stratégies déployées par un acteur), n'est pas la conséquence d'une cause simple et isolée, mais résulte de l'interaction de facteurs et contraintes qui « pèsent » sur l'acteur faisant émerger un comportement dynamique. Ce dernier peut évoluer dans le temps selon le jeu des différents types de contraintes liées à l'organisme, au but des actions poursuivies, et à l'environnement social et physique. Cette approche nécessite le recours à des outils scientifiques multidisciplinaires comme la biomécanique et la psychologie pour analyser les évolutions de la motricité mais aussi la physiologie et la psychologie pour analyser les stratégies en faveur de la santé et du bien être. Les travaux présentés dans cette HDR recouvrent donc différents champs scientifiques et se placent dans une logique de recherche inter-disciplinaire.

Dans une première partie, nous exposons les cadres théoriques qui ont guidé notre activité de recherche dans les domaines de l'analyse du mouvement sportif et de l'éducation à la santé par l'activité physique. Nous réalisons un état des lieux des évolutions théoriques qui ont guidé la recherche dans ces domaines. Nous expliquons

comment l'approche écologique peut nous permettre à la fois d'étudier un aspect précis du comportement ( le mouvement) mais aussi d'appréhender celui-ci dans une acception plus large (comportement de santé et engagement dans les pratiques physiques et sportives).

La seconde partie expose nos travaux concernant plus particulièrement l'analyse de la motricité et l'effet des interventions sur les acquisitions motrices dans le cadre de l'entraînement ou de l'enseignement de l'EPS. Nous débutons par les principaux résultats issus de la thèse dans le domaine de la marche, puis montrons comment ce cadre théorique peut être appliqué à des habiletés motrices comme la natation ou les apprentissages en EPS en utilisant le vidéo feedback.

La troisième partie traite des travaux relatifs à la promotion et à l'éducation à la santé grâce à l'activité physique dans les cadres scolaires et hors scolaires. Il s'agit de montrer que les cadres théoriques mobilisés par les enseignants d'EPS ont évolué en rapport avec une transformation du concept de santé et de bien être. Nous synthétisons également deux études ayant pour objectif de mesurer un état de santé et de bien être dans une population lycéenne vivant un emploi du temps original vis à vis des rythmes, et une population de sportifs confirmés en natation.

Enfin, la dernière partie présente des travaux visant à mieux comprendre les facteurs qui engagent les individus vers des pratiques physiques et sportives jugées comme bénéfiques sur la santé. Nous utilisons dans cette partie une méthodologie originale consistant à cerner différentes dimensions des sportifs autonomes, en natation et en course à pied (jogging). L'enjeu est de mieux identifier les caractéristiques d'une population modèle de 18-24 ans, correspondant aux jeunes sortant du système scolaire et étant engagés durablement dans la pratique physique. La dernière étude présentée n'a pas fait l'objet de publication et présente donc des résultats inédits.

## **Partie 1 : Positionnement épistémologique : de l'analyse de la motricité à l'analyse des stratégies comportementales : l'apport des cadres théoriques issus des sciences de la complexité.**

Notre parcours de recherche nous a amené à analyser et comprendre la dimension motrice de la locomotion lors de la marche et de la natation. Le défi de comprendre les mécanismes sous jacents à la mise en place et au contrôle de ces habiletés spécifiques de déplacement nous a intéressés car elles semblaient peu enseignables et peu modifiables avec le recours aux pédagogies traditionnelles. En effet, la consigne verbale visant à une certaine conscientisation du geste n'a que peu d'impact sur ce type d'habiletés complexes mettant en jeu de nombreuses articulations. Ce défi de comprendre les processus par lesquels nous pilotons nos segments pour nous adapter à l'environnement et nous déplacer, nécessite en effet de mobiliser des cadres théoriques originaux. Nous avons donc choisi d'étudier deux des motricités les plus singulières de notre espèce dans deux environnements différents : la bipédie terrestre et la natation. Nous sommes ainsi amenés à décrire l'évolution des cadres théoriques qui ont structuré la pensée et les méthodes de recherche à mobiliser pour analyser la motricité et l'apprentissage moteur. Nous montrerons que l'émergence des sciences de la complexité a largement influencé la vision de l'acte moteur et différencier les outils pour l'étudier.

Cette vision complexe du mouvement nous a également influencé dans l'étude des comportements plus globaux relatifs aux effets de la pratique physique sur la santé et le bien être, provoqués par un engagement durable dans la pratique sportive. Les parties qui vont suivre ont comme enjeu de présenter les cadres théoriques mobilisés dans nos démarches d'investigation et dans ces objets de recherche.

### **1. Cadre d'analyse d'étude de la locomotion terrestre et aquatique**

#### ***La description des habiletés de locomotion***

L'étude de la locomotion, comme la marche ou la natation, a toujours fasciné les penseurs et les scientifiques. C'est à la Renaissance que les études débutent véritablement avec des descriptions globales de la marche (Leonard de Vinci, Galilée et Newton) puis de façon plus précise avec les frères Weber (1832) qui mesurent la

cadence des oscillations segmentaires. Parallèlement, des descriptions de modalités de déplacements aquatiques sont proposées en se référant au modèle animal (Wynman, 1538) tout en s'essayant à des éclairages théoriques pour émettre des conseils sur les mouvements à valoriser (Digby, 1550). Les modalités de contrôle de l'équilibre lors de la marche et la natation sont expliquées par Borelli (1862) à partir de connaissances biomécaniques issues à la fois de l'Antiquité (Archimède, Euclide) et de cette époque (Galilée, Stevin, Hérigone, Torricelli). La marche est appréhendée comme un déséquilibre constant vers l'avant, causé par un décalage entre la position du centre de masse et le centre de pression. Le nageur est modélisé comme un flotteur perturbé par la nécessité de respirer, dont les segments bras et jambes agissent de façon à préserver un équilibre instable. Cette vision mécanique du mouvement prend son essor avec les évolutions des techniques de la photographie du mouvement avec Muybridge (1883) et Marey (1884), qui concordent avec la vision de l'homme machine à cette période.

### ***Expliquer l'origine et le contrôle du mouvement***

Au delà du souci de décrire le plus finement possible les mouvements, se pose la question de leur origine et des modalités de leur contrôle. Selon Lastash (2008), cette question s'est majoritairement posée en termes de relations entre le système nerveux central et les mouvements eux-mêmes. Si chez Platon, le problème de la motricité se joue entre le « corps mouvant » et « l'âme qui contrôle », Aristote est l'un des premiers à différencier le mouvement biologique qui répond à des stimuli (réflexe) au mouvement volontaire coordonné. Selon lui, cette coordination proviendrait d'une « harmonie du monde », idée que l'on peut considérer comme la première étape de conceptualisation des modèles écologiques et dynamiques de la motricité contemporains.

Les premiers modèles théoriques élaborés à partir d'expérimentations voient le jour au début du XX<sup>ème</sup> siècle avec de futurs prix Nobels : Ivan Pavlov (1904) et Sir Charles Sherrington (1932). Ils proposent des modèles théoriques « périphéristes » dans lesquels l'origine du mouvement provient des afférences (informations circulant de la périphérie du corps vers le système nerveux central) qui vont stimuler des réseaux nerveux supportant l'action motrice. Chez Pavlov, tout mouvement appris est une agrégation de réflexes innés ou conditionnés, alors que Sherrington considère que le contrôle s'effectue par la paramétrisation des réflexes. Parallèlement et de façon beaucoup plus discrète, se développe une vision centraliste du mouvement avec Brown

(1914). En mettant en évidence, chez l'animal dépourvu de structures de l'arc réflexe, la capacité à organiser des mouvements locomoteurs, il lance les travaux qui aboutiront plus tard à la notion de « central pattern generator » largement mobilisée aujourd'hui pour expliquer le contrôle de la locomotion humaine. En 1968, Taub et Bergman montrent chez le singe déafférenté qu'il est possible de produire un mouvement sans avoir recours aux afférences. L'origine du mouvement n'est plus périphérique mais centrale, et les afférences ne sont plus considérées comme l'unique cause du mouvement. La recherche se focalise alors sur les centres nerveux capables de mémoriser et de contrôler les mouvements. Cette question trouve sa place dans un contexte scientifique en psychologie en plein essor : le cognitivisme.

### ***Les théories cognitivistes de la motricité***

Le modèle cognitiviste a pris naissance dans les années cinquante (Miller, 1956) puis s'est amplifié dans les années soixante-dix notamment avec l'avènement du modèle de traitement de l'information d'Atkinson et Schiffrin (1968). Dans ce paradigme, les gestes moteurs sont considérés comme l'aboutissement d'un ensemble d'étapes de traitement de l'information. Son avènement est indissociable de l'émergence de l'informatique et de sa puissance à résoudre n'importe quel type de problème pourvu que celui-ci soit décomposable en un ensemble fini d'opérations élémentaires (conjecture de Turing, 1936). De ce fait, une nouvelle source d'analogies avec l'ordinateur voit le jour pour la psychologie expérimentale en portant le nom de théories computationnelles.

Les premières théories spécifiques du contrôle moteur et de son apprentissage issues du courant cognitiviste sont proposées par Adams (1971), Paillard (1960) et Schmidt (1975). Le mouvement et son contrôle sont expliqués par la notion de programme moteur, terme qui évoque inmanquablement l'idée d'un ensemble de commandes d'ordinateurs (Bonnet et al, 1994). D'autres auteurs utiliseront les concepts de modèles internes (Berthoz, 1995). Cette notion est cohérente avec les courants traditionnels de pensées de l'époque. Les commandes motrices sont considérées comme décomposables en étapes successives (sélection de l'information, encodage, sélection du programme, exécution, retour d'informations et renforcement ou modification du

programme) et indépendantes les unes des autres, sous entendant une résolution analytique et linéaire du problème moteur.

Ce concept de programme suppose également un dualisme strict contrôleur-contrôlé (Kugler et al., 1982). En effet, il va de pair avec l'idée que le système nerveux central et les effecteurs musculo-squelettiques occupent deux niveaux distincts : un niveau supérieur exclusivement informationnel qui assure l'élaboration des instructions et en contrôle l'application, au-dessous un système exclusivement énergétique et mécanique chargé de l'application des ordres. Cette conception explique la qualification de « théorie prescriptive » qui est donnée aux théories cognitives. Notons toutefois que le modèle de Paillard (1960) propose qu'une partie des mouvements soit totalement prise en charge par le niveau sensori-moteur afin de « soulager » les structures supérieures. Parmi ces théories, la théorie de Schmidt a beaucoup marqué le domaine du contrôle et des apprentissages moteurs durant les 30 dernières années (1975-2008). Selon celle-ci, l'apprentissage consiste en la paramétrisation d'un programme moteur général défini par des invariants temporels, spatiaux et cinétiques du mouvement. A partir des différents mouvements déjà effectués dans des conditions initiales identifiées, la mémoire de rappel (recall memory) assure la paramétrisation des mouvements à accomplir. Parallèlement, une mémoire de reconnaissance (recognition memory) permettrait d'évaluer la justesse des mouvements en cours ou réalisés. La connaissance du résultat et l'ensemble des feedbacks proprioceptifs sont indispensables pour l'affinement de la paramétrisation du programme». Si la notion de programme moteur n'est pas nouvelle en soi (Keele, 1968), Schmidt élargit sa définition et son rôle en proposant une structure nerveuse unique pour un grand nombre de mouvements similaires qu'il s'agit de paramétrer avec justesse. Ainsi, le coût en terme de stockage d'informations est moindre pour le système nerveux central. De plus, il devient possible de réaliser de manière adéquate des mouvements nouveaux dès la première tentative, et concevable que l'erreur lors de la production d'un mouvement soit utile à la réussite du mouvement futur. Ainsi, selon la vision cognitiviste, le contrôle et l'apprentissage du mouvement sont exclusivement liés au système nerveux central supposé construire et stocker des modèles de l'action. Le substrat originel est représenté en termes de symboles, de codes neuronaux, dans le sens d'un véritable contenu cognitif de la motricité dont l'action est le reflet fidèle dans le domaine du visible. Les coordinations locomotrices terrestres ou aquatiques seraient totalement contrôlées et dépendantes

d'un système nerveux centralisant l'ensemble des informations nécessaires à sa mise en place et sa régulation.

### **Les limites des théories cognitivistes et la motricité complexe.**

Ces structures « supérieures » dans lesquelles naît l'idée du mouvement à partir d'intentions ou d'afférences sensorielles ont été critiquées dans le domaine de la motricité (Bernstein, 1967) et celui de la perception (Gibson, 1979). La limite du modèle cognitiviste est liée au coût de fonctionnement de cette organisation. En effet, ce modèle computationnel sous-entend la gestion d'un nombre quasi infini d'informations pour être capable d'adapter le mouvement en temps réel à l'ensemble des conditions possibles. Selon Bernstein (1967) le nombre trop important de degrés de liberté d'un mouvement rend peu probable la gestion centrale et algorithmique du système musculo-squelettique pour élaborer et réguler un mouvement mettant en jeu un grand nombre d'articulations. En prenant en compte uniquement le niveau musculo-squelettique (600 muscles striés, et 202 articulations segmentaires et vertébrales), l'idée d'une structure nerveuse capable de mémoriser et maîtriser l'ensemble de ces données pose question. D'autant plus qu'à une échelle neuronale, le nombre de degrés de liberté devient quasi infini. Même si le concept de Turing a été démontré mathématiquement, Varela (1989) évoque le « goulot d'étranglement de Von Neumann », parlant d'une limitation du nombre d'opérations traitables par l'ordinateur. Cordo et Gurfinkel (2004) ont également défendu l'idée que les actions complexes ne pouvaient se réduire à la somme d'actions motrices simples. Cette complexité des actions motrices a donc été la critique majeure de ce courant théorique dans le domaine de la motricité. Logiquement, des courants théoriques vont s'inspirer des sciences de la complexité pour proposer une alternative au modèle cognitiviste de la motricité.

### **Le recours aux sciences de la complexité pour étudier les actions motrices complexes.**

Un cadre théorique nouveau s'est développé lors des dernières décennies pour expliquer et comprendre le contrôle et l'apprentissage des actions motrices complexes : « l'ecological dynamics ». Selon ce modèle, l'apprenant est considéré comme un système adaptatif complexe qu'il s'agit d'analyser à l'échelle des relations qu'il entretient avec l'environnement pour étudier le contrôle du mouvement et son apprentissage (Araujo et

al., 2006, Davids et al., 2015). Ce cadre théorique transdisciplinaire s'est nourri des recherches dans le domaine de la performance sportive explorées par les théories des contraintes sur les systèmes dynamiques (Haken, 1983; Kugler et al., 1982; Newel, 1986), la psychologie écologique (Gibson, 1979), et l'approche des systèmes complexes en neurobiologie (Edelman, 2001; Price et al, 2002; Whitcracre et al., 2010). Dans nos travaux, nous nous sommes placés essentiellement dans le cadre des théories dynamiques et des contraintes pour étudier les coordinations de la locomotion terrestre et aquatique. Nous allons explorer plus finement ces modèles et leurs origines dans les parties suivantes.

### **Origine des théories dynamiques**

Un système dynamique est à l'origine une entité mathématique qui se définit comme « un ensemble de variables numériques qui évoluent dans le temps en parallèle et qui interagissent à travers des équations différentielles » (Smolensky, 1986). D'une manière moins formelle, il s'agit de « tout système, quelle que soit sa nature (physique, chimique, électromécanique, biologique, économique, etc...) qui évolue dans le temps » (Bergé et al., 1984). L'apparition de ce terme dans les sciences expérimentales est récente. Elle a eu lieu dans le domaine des sciences physiques et plus particulièrement dans le champ de la dynamique des fluides. Une des causes avancées par Thom (1980) pour expliquer sa tardive apparition est que le thème de la morphogenèse, apparition de l'ordre à partir du désordre ou d'un ordre différent, a été évité depuis Galilée. Les recherches en physique s'étant toujours intéressées à des systèmes de corps dont la forme était posée comme une donnée initiale. Or la caractéristique d'un fluide est qu'il est en constante évolution du point de vue de sa forme. Bergé et al. (1984) expliquent la domination qu'a durablement exercée la dynamique des solides sur la dynamique des fluides par ce relatif désintérêt à l'égard de la morphogénèse. De plus, l'école traditionnelle scientifique a toujours privilégié les systèmes dits linéaires, systèmes dans lesquels l'amplitude des effets est proportionnelle à l'amplitude des causes. Cette propriété permet de prédire les comportements des systèmes par un raisonnement analytique. Ces systèmes sont pour la plupart définissables en termes de degrés de liberté qui représentent des variables indépendantes caractéristiques de l'état du système. Un système devient donc complexe si son nombre de degré de liberté est infini: c'est précisément le cas en dynamique des fluides. En résumé, nous pouvons conclure

qu'il y a eu deux obstacles majeurs pour la recherche en dynamique des fluides: la morphogénèse et la complexité. C'est pour surpasser ces obstacles que l'utilisation des théories dynamiques est apparue. En effet, les perspectives sont différentes du point de vue de la complexité. Alors que celle-ci est synonyme de probabilité d'échec dans le courant de pensée traditionnel, elle est considérée comme une condition d'apparition de l'ordre dans les théories dynamiques. Cette nouvelle approche de la complexité conduit à une description du réel en deux niveaux désignés comme microscopique et macroscopique. C'est de l'interaction complexe au niveau microscopique d'un nombre suffisant d'éléments que va résulter l'ordre macroscopique dont ces théories s'efforcent de rendre compte. Le lien causal entre ces deux niveaux étant attribué à certains principes d'auto-organisation conçus comme des lois naturelles de la morphogénèse. S'intéressant à des systèmes considérés comme imprévisibles par leur complexité, ces théories ont investi de nombreux domaines: météorologie, comportements sociaux, économie, astrophysique, physique des particules, biologie moléculaires... Diverses variantes de ces théories ont été largement diffusées sous les noms de théorie du chaos (Gleick, 1987), théorie des catastrophes, théorie écologique ou théorie naturelle. Les théories du contrôle moteur et de l'apprentissage ont également été influencées par ce courant de pensée.

### **Le comportement moteur en tant que phénomène complexe**

La question de la complexité du mouvement gérée par le système nerveux central a intrigué de nombreux scientifiques (Bernstein, 1967 ; Newell, 1988) et a conduit à l'élaboration d'un nouveau cadre théorique : l'ecological dynamics. Le mouvement n'est plus conçu comme l'aboutissement d'un ensemble d'opérations neuronales puis biomécaniques, mais prend place dans un système complexe d'informations et de contraintes qui interagissent pour faire émerger le mouvement. Le système nerveux central n'est évidemment pas exclu de ce modèle, mais n'en fait pas la totalité comme dans les théories cognitivistes. Cette nouvelle approche systémique s'est largement développée ces dernières années notamment pour l'étude des coordinations motrices (Chow et al., 2011; Davids, 2010; Handford et al., 1997; Kelso, 1995).

La complexité de l'acte moteur, caractérisée par la multitude de solutions possibles pour réaliser une tâche motrice, a été théorisée par Bernstein (1967). Selon cet auteur, le problème moteur réside dans la capacité à maîtriser l'ensemble des degrés

de liberté qu'offre le système moteur pour réaliser une tâche. Cette conceptualisation implique que le système neuro-biologique ne doit pas être appréhendé comme la séparation dichotomique d'un système nerveux central et d'un système musculo-squelettique, mais bien comme un système intégré en interrelation avec l'environnement perçu. Sa vision du problème moteur a été largement reprise par de nombreux chercheurs qui l'ont intégrée dans le domaine de la psychologie écologique (Gibson, 1957) afin de souligner les liens étroits entre dynamique de la perception et celle de l'action (Turvey, 1977; Turvey et al., 1982; Warren, 2006). Ses travaux ont également largement influencé de nouvelles perspectives dans l'étude du développement moteur comme l'acquisition de la marche en dépassant les thèses maturationnistes, et en considérant cette habileté comme le fruit d'un changement profond d'organisation des éléments du système neurobiologique, marqués par des période de stabilité, d'instabilité et de variabilité (Thelen, 1995; Thelen & Smith, 1994). Ces travaux ont également largement influencé le modèle de la « constrained led approach » (Newell, 1985, 2001; Stratton, 2007). Le comportement est alors conçu comme un phénomène complexe, émergent d'un réseau de contraintes liées soit à la tâche, soit à l'organisme, soit à l'environnement (Figure 1).

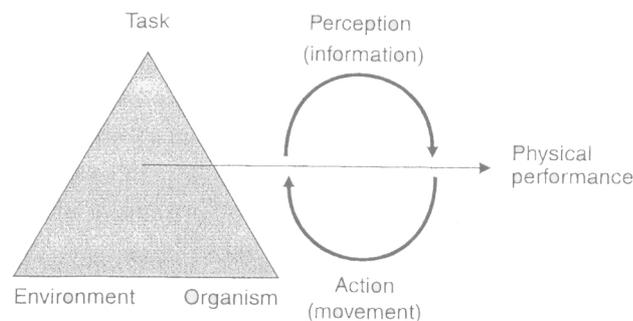


Figure 1 : Modélisation du modèle de la « constrained led approach » (Newell, 1986).

Les contraintes présentes lors de l'exécution d'une tâche interagissent sur le « système individu » et orientent un type de couplage perception-action entre celui-ci et l'environnement qui invite à produire un type de comportement. Ces interactions de contraintes provoquent des affordances, véritables invitations à agir propres à chaque individu, qui font émerger le comportement. Une affordance est avant tout une

perception qui permet une adaptation immédiate de l'individu sous la forme d'une action prenant en compte cette perception. L'intégration de l'affordance dans la boucle perception-action ne nécessite pas de médiateurs cognitifs relevant de symboles, dont la sémantique serait stockée dans une mémoire déclarative. La coordination émergente est envisagée comme une fonction qui contraint les degrés de liberté à fonctionner en une unité comportementale (Newell, 1996). Ainsi, il ne s'agit plus pour le système nerveux central d'opérer un contrôle sur chacune des dimensions du système, mais de gérer à un niveau macroscopique les différentes possibilités offertes par le système musculo-squelettique rendant le contrôle du mouvement plus facile à réguler (Williams et al. 1998).

Newell (1986) identifie trois types de contraintes pouvant limiter les degrés de liberté du système et favoriser l'émergence de coordinations motrices: les contraintes liées à la tâche, à l'organisme et à l'environnement. Selon Bernstein, ces contraintes correspondent aux différents types de perturbations qui peuvent favoriser la « stabilisation » des automatismes. Dès les années 1930, Bernstein avait identifié trois types de perturbations possibles : les perturbations internes (fatigue, stress, etc...) qui peuvent s'assimiler à des contraintes de l'organisme; les perturbations externes (le bruit, les forces extérieures, ...) qui sont proches des contraintes environnementales et les perturbations à l'intérieur de la tâche elle-même (changement d'outils, emplacement de travail,..) pouvant être rapprochées des contraintes de tâches. En reprenant les propos de Bernstein, un comportement « stabilisé serait capable de surmonter ces perturbations ; un expert étant quelqu'un capable de s'adapter à la variété des perturbations (Biryukova & Bril, 2002).

Les contraintes de tâche correspondent au but de l'activité poursuivie qui prend la forme soit du but de la tâche soit des instructions qui l'accompagnent. Par exemple, Komar et al. (2014) ont montré que les effets d'un but poursuivi lors de la brasse (glisser le plus longtemps ou glisser « comme superman ») peut faciliter l'émergence d'un type de coordination entre le train supérieur et le train inférieur. Les contraintes organismiques sont de nature structurelles ou fonctionnelles, et sont considérées comme intrinsèques à l'individu. Elles font référence à la fois aux caractéristiques anthropométriques et génétiques (tailles des segments, souplesse, densité, ...), aux états mentaux de l'individus (émotion, connaissances, motivation, ...) mais aussi à

l'expérience de celui-ci. Les contraintes environnementales sont extérieures à l'individu et peuvent être à la fois physiques ou sociales, reflétant les conditions dans lesquelles se déroule l'activité adaptative. Parmi les contraintes environnementales physiques, on peut noter des contraintes peu modifiables (la force de pesanteur sur terre et la poussée d'Archimède dans l'eau), et les contraintes pouvant être manipulées qui transforment le jeu des forces en présence (élastique ou plaquettes en natation, plan incliné en gymnastique, ...). Ces contraintes intègrent également les interactions sociales (avec ou sans confrontation, avec ou sans public), ainsi que les influences culturelles lors d'une pratique physique (règles d'une communauté, valeurs, ...).

### **L'apprentissage dans le modèle de l'ecological dynamics**

Cette séparation des contraintes dans le modèle de Newell (1986) doit en réalité s'appréhender dans leurs interactions. Chiel et Beer (1997) propose la métaphore de l'orchestre de jazz pour expliciter cette idée: lors d'une improvisation musicale émerge un va-et-vient continu entre chaque musicien dans un jeu d'ajustements réciproques permanents, le chef d'orchestre ayant un rôle de mise en forme de l'ensemble. Cette métaphore met l'accent sur le fait que toute action d'un individu est le résultat d'interactions constantes entre les éléments constitutifs de l'environnement et de la personne, chacun ayant une dynamique spécifique, formant un système composé de multiples éléments avec une dynamique complexe (Bril, 2002). Dans le cadre de l'action motrice, le système complexe mis en jeu est considéré comme pourvu d'une capacité d'auto-organisation, lui permettant de contraindre l'ensemble des éléments du système pour faire émerger le mouvement souhaité. L'apprentissage consiste alors à transformer le jeu des interactions et des affordances pour, dans des conditions identiques, faire émerger un mouvement plus efficace. Il se définirait comme « un processus permettant la maîtrise progressive d'une dynamique, la capacité de s'ajuster, de prendre appui sur cette dynamique, afin d'obtenir l'adaptabilité et la flexibilité caractéristiques d'un haut degré de contrôle de l'action ».

Le cadre théorique permettant de comprendre les processus mis en jeu lors des transformations des coordinations est largement inspiré des théories dynamiques. Nous avons utilisé ce cadre pour mettre en évidence certaines fonctions lors de la marche et l'adaptabilité des jeunes nageurs face à des tâches de sécurité aquatique ou

d'optimisation des coordinations en brasse. Nous avons également débuté des recherches sur l'effet du vidéo-feedback dans des conditions scolaires pour mesurer en quoi il transforme l'expérience d'apprentissage dans la réalisation d'un élément technique comme l'Appui Tendus Renversés plat dos.

Dans ce courant de pensée, un cadre théorique pédagogique spécifique a émergé depuis une quinzaine d'années et porte le nom de la « non linear pedagogy » ou « pédagogie non linéaire » (Davids, 2010, Chow et al., 2013). L'apprentissage est conçu comme une recherche de solutions motrices dans laquelle l'élève est guidé par des contraintes en interaction. Selon les concepts développés par les théories dynamiques non linéaires, le sujet explore son espace de travail perceptivo-moteur en fonction des expériences passées (contraintes internes) et des affordances de l'environnement en fonction des contraintes présentes (Thelen, 1995). Ce cadre théorique encourage l'exploration hors des « zones de confort » pour découvrir puis stabiliser de nouvelles coordinations motrices. Il ne s'agit pas de transmettre des connaissances sur l'action qui provoquent une transformation linéaire relative au degré de compréhension, mais de faire émerger par un jeu de contraintes des nouvelles relations spatio-temporelles entre les segments, et ce dans une dynamique comprenant des stagnations, des retours en arrière et des brusques évolutions. Apprendre une nouvelle motricité revient alors à chercher, explorer, découvrir, assembler de nouveaux mouvements (Newell, 1986, Williams et al., 1999).

### **Les signatures d'un système dynamique**

Le terme "dynamique" ne renvoie pas à une acception mécanique, mais au fait que le comportement des systèmes étudiés évolue dans le temps. Selon Decastelneau (2007), les théories dynamiques sont basées sur deux cadres théoriques différents: la physicochimie (théories de l'auto-organisation) et les mathématiques (systèmes dynamiques). Les théories de l'auto-organisation visent à comprendre comment un système complexe (composé d'innombrables degrés de liberté) et traversé par des flux d'énergie et/ou d'informations (efférences, afférences, énergies mécaniques) peut passer d'un comportement instable et désordonné à celui d'un comportement ordonné et stable. Les mouvements (états du système) sont expliqués par les interactions ayant lieu à niveau microscopique qui, sous l'effet de contraintes, s'auto-organisent pour faire émerger de façon spontanée le mouvement (niveau macroscopique). De tels

phénomènes auto-organisationnels sont observés et étudiés dans différents domaines scientifiques (mouvements convectifs de l'atmosphère, trafic routier, évolution de cours boursiers, propagation d'applaudissements dans une salle de spectacle, coordination d'actions chez les insectes). Dans le champ spécifique de la motricité, ces théories peuvent rendre compte de phénomène complexe à différentes échelles : relations entre joueurs en sports collectifs ou sports de raquette (Mac Garry et al., 2002), relation inter-segmentaires (Travassos et al., 2011), mais aussi au niveau neuronal avec la synchronisations des aires corticales (Fuchs, Kelso & Haken, 1992, Serrien & Brown, 2002). En dépit de cette grande variété, tous ces phénomènes répondent à des principes et à des mécanismes identiques. La forme collective apparaît spontanément, d'une manière non prescriptive. La propriété d'auto-organisation du système est utilisée pour expliquer l'émergence de l'ordre.

L'état du système est décrit par des paramètres d'ordre, également appelés variables d'état ou variables collectives. Celles-ci sont construites par le chercheur qui vise à capturer dans une unité comportementale, la coordination d'éléments constitutifs du système. Le passage d'un ordre à un autre est appelé transition de phase dans laquelle la coordination est instable et très variable. Dans nos études sur les coordinations en crawl, nous avons utilisé un paramètre d'ordre, l'index de coordinations (Chollet et al., 2000), qui capture les relations spatio-temporelles entre les mains en crawl, et la phase relative entre les articulations hanche, genou et chevilles lors de l'analyse de l'asymétrie de la marche. Les variations du paramètre d'ordre dans le temps s'expliquent par les changements des paramètres de contrôle. Ceux-ci se définissent comme des variables indépendantes continues dont les changements ont la propriété d'entraîner des discontinuités plus ou moins brutales (des catastrophes, selon la théorie de Thom (1980), des chaos, selon Gleick (1987)) de l'état du système. Dans nos études en natation, nous avons tenté de mettre en évidence que la fréquence de nage pouvait jouer le rôle de paramètre de contrôle des coordinations entre les deux mains en crawl. Plusieurs concepts sont utilisés dans les théories dynamiques pour étudier ces dynamiques non linéaires de changements d'état du système (dans notre cas des coordinations en natation) :

- Les états ordonnés du système qui apparaissent spontanément sont appelés attracteurs. Ils correspondent dans le champ de la motricité à des coordinations

préférentielles qui émergent selon les interactions de contraintes en place et représentent donc une valeur typique du paramètre d'ordre. Ces coordinations sont relativement stables et peu variables à certaines valeurs du paramètre de contrôle. Lorsque le système fait face à des contraintes d'un ordre nouveau (en qualité ou en intensité), ces coordinations tendent à devenir instables, chaotiques, elles sont en transition de phase. Ces coordinations instables et chaotiques sont appelées des repellants (Delignières, 2004)

- La dynamique du système est sensible à son histoire, c'est à dire à l'hystérésis (Kelso, 1994, 1995). Quand le paramètre de contrôle d'un système change de direction, le comportement peut rester dans son nouvel état et retourner en retard ou en avance à l'état précédent. Les évolutions des coordinations dans un sens (par exemple la fréquence de nage qui augmente progressivement) ne se font pas nécessairement à l'identique dans le sens contraire.
- L'apprentissage transforme le paysage des attracteurs, dans le sens où la dynamique intrinsèque du système s'organise différemment pour être plus efficace dans des conditions identiques en termes de contextes d'actions. C'est le cas par exemple du brasseur qui, à des vitesses identiques, va changer sa coordination entre les bras et les jambes après avoir exploré différentes relations spatio-temporelles lors de multiples essais.

Certains auteurs comme Delignières représentent les attracteurs de façon schématique par des "vallées" et les repellants par des "collines" (figure 2). La dynamique intrinsèque du système (c'est-à-dire les tendances spontanées de son comportement) est représentée par la trajectoire d'une balle dans ce paysage des attracteurs: quelles que soient les conditions initiales, la bille tendra naturellement à rejoindre l'une des vallées, c'est-à-dire l'une des coordinations spontanées du système. Au sein de ce paysage, un attracteur occupe le fond d'un bassin d'attraction, délimité par deux repellants. La profondeur de ce bassin est représentative de la force (et corrélativement de la stabilité) de l'attracteur. En fonction de la valeur du paramètre de contrôle, la balle peut être amenée dans une autre colline qui devient alors plus attractive.

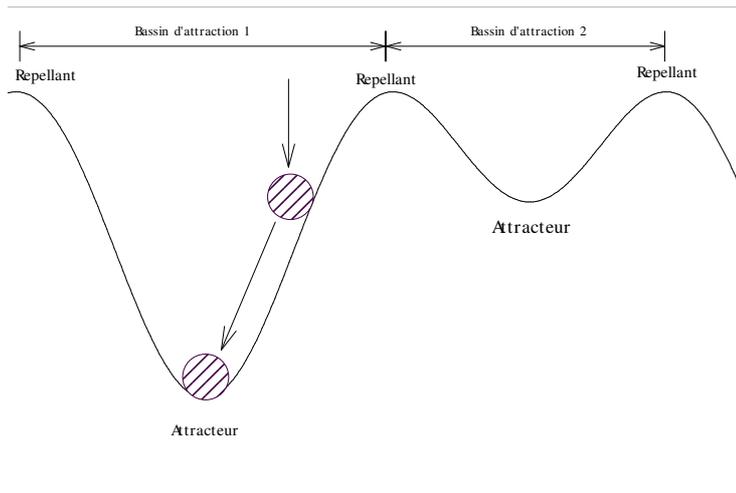


Figure 2 : Représentation schématique du paysage des attracteur selon Delignière (date).

Kelso et Schönner (1988), Kelso (1994) présentent une démarche pour étudier la dynamique d'un système autour de cinq étapes :

- identifier le paramètre d'ordre qui définit le mieux la coordination ;
- caractériser les états stables (attracteurs);
- déterminer les paramètres de contrôle qui déplacent le système à travers ses différents états stables ;
- étudier la stabilité et la perte de stabilité de la coordination pour définir la dynamique du paramètre d'ordre ;
- établir des relations entre les niveaux d'observation en partant du couplage entre les composants jusqu'à la dynamique du système.

Dans le chapitre sur la locomotion terrestre et aquatique, nous avons utilisé les cadres théoriques de l'approche par contraintes et des théories dynamiques. Nous n'avons pas étudié l'ensemble des caractéristiques d'un système dynamique, mais nous avons tenté d'expliquer comment, à partir d'un réseau de contraintes, les différentes fonctions motrices apparaissent. Nous espérons, par cette méthode, mieux cerner les clés qui permettent de déclencher les apprentissages, soit dans un but compétitif ou sécuritaire en natation.

## **2. De la dimension motrice à la dimension comportementale : une approche écologique pour analyser les stratégies de promotion et d'éducation à la santé et au bien être par l'activité physique et le sport.**

Le cadre décrit dans la partie précédente nous a largement inspiré dans la poursuite de nos travaux liés à la thématique de l'éducation à la santé par le sport et l'activité physique. Notre objet de recherche s'est centré sur les stratégies déployées par les pratiquants et par les enseignants pour promouvoir des comportements bénéfiques pour la santé et le bien être dans le domaine de l'activité physique et du sport.

Le postulat considérant que le comportement est conçu comme un phénomène émergent et dynamique, résultant de l'interaction de contraintes de différentes natures nous a semblé pertinent dans la poursuite de nos travaux en dehors du champ de la motricité. Cette vision systémique nous a été largement inspirée par l'approche macroscopique (De Rosnay, 1975) qui propose un cadre d'analyse pour étudier les systèmes complexes. L'idée est de faire ressortir les grandes règles d'organisation et de régulation de tous les systèmes complexes. Le « macroscope » provient étymologiquement de macro (grand) et skopein (observer). Il s'agit d'une démarche pour observer et comprendre les phénomènes complexes et proposer des pistes d'intervention afin d'agir sur ceux-ci. Nous avons considéré que les comportements des individus dans leurs relations activité physique-santé-bien être pouvait être conçus comme un phénomène complexe, parce que soumis à un ensemble de facteurs extrêmement nombreux et interconnectés. Les difficultés à relever le défi de la promotion de l'activité physique dans les pays industrialisés sont les meilleures preuves de la complexité du phénomène. Logiquement, étudier ces relations entre activité physique, santé et bien être nous oblige à mobiliser des connaissances issues de différents domaines scientifiques, notamment les sciences de la santé, la psychologie, la physiologie et les sciences de l'éducation dans une optique d'intervention envers les publics jeunes.

De nouveaux cadres théoriques ont vu le jour pour guider les actions de promotion de l'activité physique, qui complètent les études de nature biomédicale associant l'activité physique et la santé. Les parties suivantes vont présenter l'évolution des cadres de pensées qui ont guidé les actions de promotion associant activité physique

et santé, et qui nous ont guidés dans la poursuite de nos travaux présentés dans les parties 3 et 4.

### **Un cadre d'analyse initialement construit à partir de connaissances biomédicales**

Les réflexions en matière de stratégie d'amélioration de la santé publique débutent en France dès le 19<sup>ème</sup> siècle (Murard & Zylberman, 2003) et aboutissent à la création du ministère de l'hygiène, de l'assistance et de la prévoyance sociale en 1920. Ce mouvement conduit à une grande diversification des institutions ayant la charge d'analyser, de préserver ou promouvoir la santé des populations. Leurs missions se sont spécifiées à mesure de l'avancée des connaissances relatives aux déterminants de la santé. A ce titre, l'accumulation de preuves concernant le lien entre niveau d'activité physique et les pathologies de civilisation non-transmissibles (obésité, diabète, hypertension, dépression, ...) a contribué à l'émergence d'institutions chargées de dresser l'inventaire des «bonnes pratiques» concernant l'utilisation de l'activité physique au service de la promotion et l'éducation à la santé. Cette stratégie a reposé essentiellement sur une vision biomédicale de la santé, entendue soit comme une absence de maladie, soit comme un état biologique souhaitable. Dans ces deux acceptions, la santé se mesure à travers des indicateurs objectifs qui sont comparés à un ensemble de normes (Inserm, 2001).

A l'échelle internationale, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) ainsi que l'Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture (UNESCO) sont les institutions les plus emblématiques concernant la promotion de l'activité physique au service de la santé et de son éducation. L'OMS est créée le 7 avril 1948 pour « amener tous les peuples au niveau de santé le plus élevé possible » ainsi que « favoriser le progrès social et instaurer de meilleures conditions de vie dans une liberté plus grande » (OMS 1946). L'OMS semble alors centrer son action sur la définition des "bonnes pratiques" en matière de santé, l'UNESCO se positionnant davantage sur le versant éducatif. A travers les rapports qu'elles émettent, ces organisations convergent dans leurs manières de justifier leurs préconisations en adoptant des définitions communes de la santé et en s'appuyant toutes implicitement sur une démarche identique de construction des savoirs utiles pour atteindre leur objectif. L'éducation à la santé s'appuie sur des preuves expérimentales, ce qui confère à la recherche une importance centrale dans la définition des bonnes pratiques physiques. Différentes

définitions de l'OMS sont reprises dans l'ensemble des rapports. La première, datant de 1946, définit la santé d'un point de vue biomédical et énonce que « la santé est un état de complet bien-être physique, mental et social, et ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité. » A partir de cette définition, le concept « d'éducation à la santé » introduit une dimension participative où le sujet devient acteur de sa santé pour atteindre un état désirable identifié (Bury, 1988). La définition de l'éducation à la santé est renouvelée par l'OMS en 1983 comme « tout ensemble d'activités d'information et d'éducation qui incitent les gens à vouloir être en bonne santé, à savoir comment y parvenir, à faire ce qu'ils peuvent individuellement et collectivement pour conserver la santé, à recourir à une aide en cas de besoin » (OMS, 1983). Il est frappant de constater que tous les rapports émis par les différentes institutions s'appuient sur la première définition de 1946 pour formuler leurs préconisations, comme les rapports de l'OMS (2010), de l'ACSM (2012) au niveau international, le rapport de l'INSERM (2014) ou de l'Ordre national des médecins (2011) au niveau français. Ces rapports, provenant pourtant d'organisations différentes, convergent vers des préconisations identiques en citant invariablement les documents qui les précèdent. Le rapport de l'OMS (2010) émet par exemple des préconisations de « bonnes pratiques » en matière d'activité physique pour trois tranches d'âge distinctes (5-17, 18-64, et plus de 64 ans).

Le rapport de l'OMS (2010) semble donc être à la source des préconisations actuelles en termes d'activités physiques à des fins de développement de la santé. Celui-ci s'appuie sur deux types de sources principales. L'une consiste en des méta-analyses d'études épidémiologiques, l'autre consiste en la citation de rapports précédents, notamment aux Etats Unis (par exemple, US Department of Health and Human Services, 2008). Pour ce qui concerne les méta-analyses, deux études en particulier sont fréquemment convoquées : celles de Janssen et Leblanc (2010) pour la tranche d'âge de 5 à 17 ans, ainsi que celle de Warburton et al. (2010) pour les tranches d'âge qui suivent. L'examen du rapport Health, United States (2008) montre que celui-ci s'appuie sur des méta-analyses mais également sur des travaux expérimentaux originaux portant sur la physiologie de l'exercice et l'impact d'une quantité d'activité physique sur différentes dimensions physiologiques de la santé. Au final, le rapport de l'OMS s'appuie donc essentiellement sur des données issues de la médecine et de la biologie, et semble, depuis son élaboration en 2010, être une source incontournable dans la définition des « bonnes pratiques » liant activité physique et promotion de santé.

A partir de ce modèle essentiellement biomédical largement diffusé, le défi actuellement posé aux enseignants d'EPS et éducateurs sportifs apparaît multiple: promouvoir, au sein de son enseignement la connaissance des « bonnes pratiques physiques » liées à la santé ». Il s'agit de faire en sorte qu'elles soient proposées au sein même de l'école et qu'elles se transforment en de véritables « compétences santé » permettant aux élèves « d'adopter des comportements responsables vis à vis d'eux-mêmes » tout au long de la vie (Loi de refondation de l'école, 2013). Toutefois, cela nécessite d'envisager la santé des élèves et des futurs adultes autrement que par le levier de transmission de connaissances des bonnes pratiques à respecter. Un nouveau type de modèle de promotion de l'activité physique, convoquant des connaissances de différents champs scientifiques s'est développé ces dernières années : le modèle écologique.

### **Un modèle écologique de la santé et du bien-être, convoquant des connaissances scientifiques multiples, pour mieux intervenir**

Depuis la charte d'Ottawa (1986), la santé est assimilée à une ressource de la vie quotidienne pour atteindre ses buts personnels et constitue un véritable droit (Charte des droits fondamentaux de l'union européenne, 2000). Il s'agit d'un concept positif mettant en valeur les ressources sociales et individuelles au même titre que des capacités physiques. Des modèles théoriques plus holistiques ont été proposés depuis Bronfenbrenner (1979), considérant que l'état de santé des individus émerge dans un ensemble de niveaux interactifs à différentes échelles: celle de « l'individu », des « milieux de vie » et de « l'environnement global » (Berghmanns, 2009, figure 3).



Dahlgren et Whitehead (1991) modifié par Berghmans (2009)

Figure 3 : Modèle des stratégies à mener en fonction de différentes échelles de milieu (Berghmans, 2009).

Cette approche écologique modifie la définition de la santé, la considérant comme « le résultat dynamique des interactions entre les individus et leurs environnements » (Green et al., 2000). La santé apparaît alors comme une dynamique de l'expérience humaine qui se réfère au bien-être mais aussi à la réalisation du potentiel de la personne dans toutes ses dimensions (Kérouac et al., 2003). S'inscrire dans cette approche change considérablement le rôle de tous ceux dont la mission inclut une part d'éducation à la santé. Le milieu scolaire devient un milieu de vie important dans lequel chacun des élèves doit découvrir, puis réaliser son potentiel. Chargé d'influencer le résultat des interactions individu-environnement, le professeur d'EPS et l'éducateur sportif doivent désormais chercher non seulement à influencer sur l'état de santé physiologique, mais également à participer à l'éducation à la santé en provoquant des expériences suffisamment riches pour à la fois générer du bien-être tout en donnant les outils permettant de réaliser le potentiel de chacun.

Mac Leroy et al. (1988) offrent une perspective systémique susceptible de guider les stratégies d'intervention permettant d'influencer le comportement humain en santé. Selon ce modèle, cinq facteurs interagissent dans la prise en compte des comportements liés à la santé: (1) les facteurs intra-personnels (personnalité, croyances, connaissances, attitudes, motivations,...); (2) les facteurs interpersonnels proches qui permettent d'encourager de bonnes pratiques (famille, amis, enseignants) ; (3) les facteurs institutionnels comme l'école, les agences de santé ; (4) les facteurs communautaires

comme le quartier et la culture de la communauté dans lequel l'individu évolue, et (5) les politiques publiques favorisant l'activité physique au niveau local, régional et national. Ce modèle a été simplifié en 3 niveaux par Dahlgren et Whitehead (1991) en les catégorisant selon l'individu, ses milieux de vie et l'environnement global. Il a été repris par Berghmans (2009) afin d'y inclure le concept de trajectoire de vie et sensibiliser aux différentes expositions et vulnérabilité pouvant avoir lieu au cours de l'existence. Ces modèles ont à la fois un enjeu stratégique (cadre pour mener des actions efficaces en visant simultanément plusieurs cibles) et scientifique en mesurant les effets multifactoriels des actions sur les comportements en santé, comme par exemple ceux de la nutrition (figure 4, Story et al., 2008)

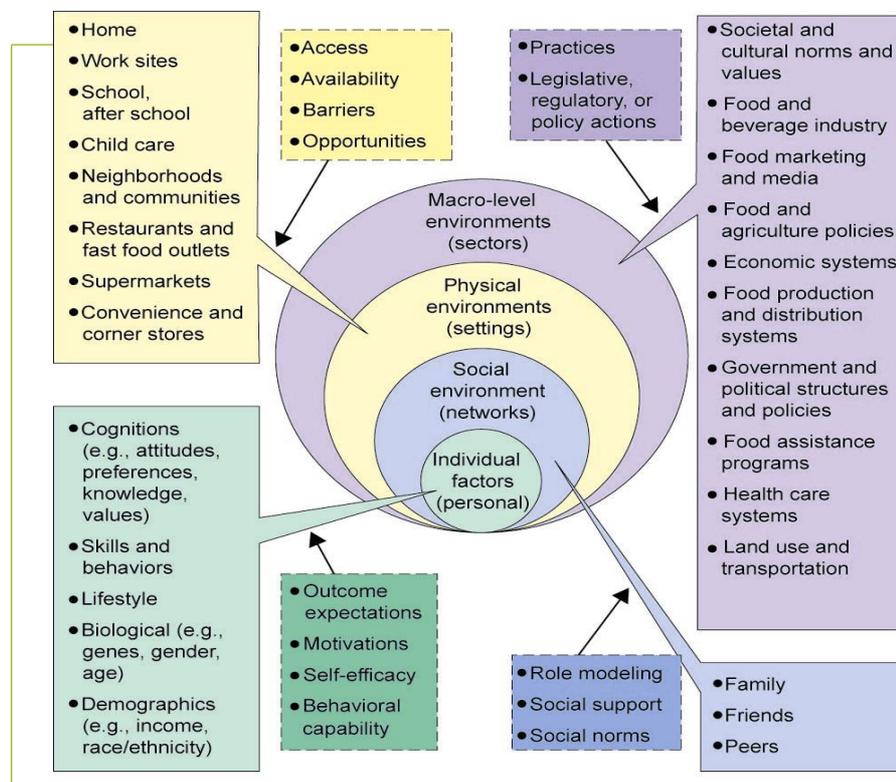


Figure 4: Modèle écologique décrivant les différentes influences de comportements nutritionnels (Story et al., 2008) pouvant être répliqué pour l'activité physique.

Ces modèles écologiques du comportement en santé, pouvant être spécifiés dans le domaine de l'activité physique, sont largement convoqués tant dans les études scientifiques (Sallis et al., 2001, 2008; Bauman et al. 2012, (figure 5)) que dans les rapports et organismes prescripteurs de « bonnes pratiques » comme le Réseau

Francophone International pour la Promotion de la Santé (REFIPS), ou le guide de l'Intervention auprès des Collégiens centrée sur l'Activité Physique et la Sédentarité (ICAPS).

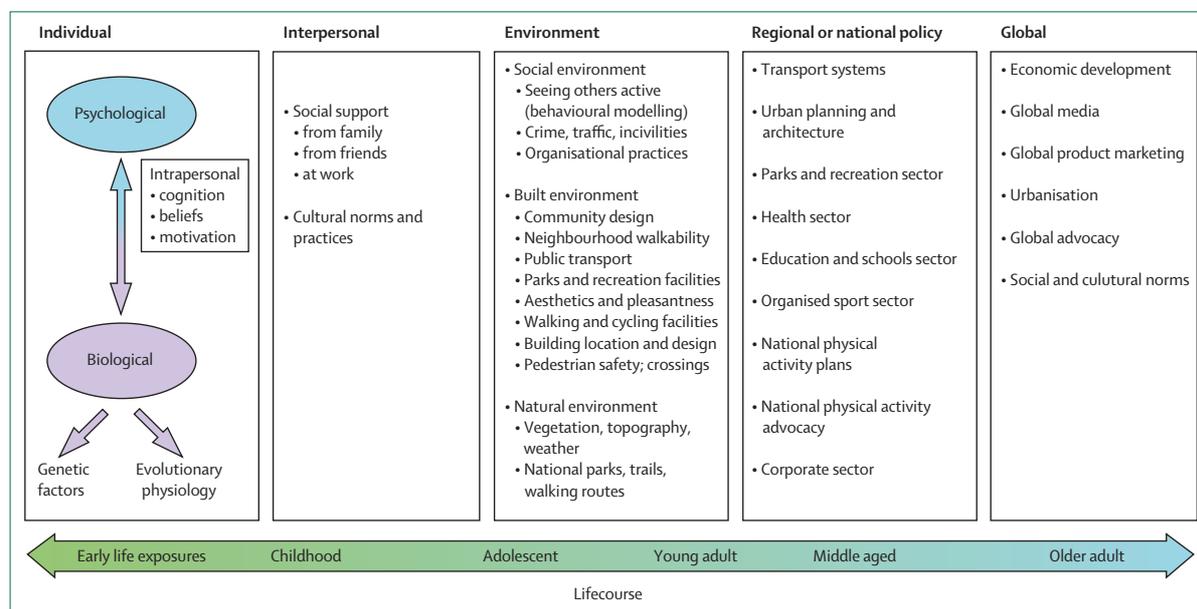


Figure 5 : Modèle écologique décrivant les différentes influences de comportements en lien avec l'activité physique (Bauman et al., 2012).

Au niveau des études scientifiques, Sallis et al. (2001) s'appuient sur cette approche pour montrer comment la qualité des espaces sportifs des écoles influence positivement l'engagement dans les activités physiques notamment pour les garçons. Maruéjols-Benoit (2014) s'intéresse aux facteurs explicatifs de la différence de niveau d'engagement physique entre garçons et filles, et met en évidence une cause environnementale : l'organisation des cours de récréation, dont la surface est parfois à 80% en faveur des jeux dits masculins. Du côté des rapports prescripteurs, l'ICAPS (Simon et al., 2006) propose une stratégie agissant à de multiples niveaux : les motivations des élèves en priorisant les compétences psycho sociales dans les activités proposées ; le soutien des parents ; les collectivités pour lever les barrières organisationnelles ; le climat scolaire en organisant des débats autour des bienfaits de l'activité physique, et une couverture médiatique locale.

Ainsi, ces modèles inspirés du modèle social écologique de Mac Leroy et al. (1988) permettent d'appréhender les stratégies d'amélioration du bien-être par les

activités physiques de façon holistique, en mettant en interaction les dimensions psycho-sociales de l'individu et les différents environnements sociaux et physiques susceptibles de promouvoir l'activité physique. Cette approche, plus complexe des conditions de l'accès au bien-être, peut permettre à l'ensemble des acteurs du monde éducatif ou sportif de mieux cerner les variables sur lesquelles il est possible d'agir pour améliorer significativement le bien-être par la pratique des activités physiques.

Les travaux présentés dans la troisième et quatrième partie du document s'inspirent largement de ces modèles théoriques, considérant le comportement des populations vis à vis de l'activité physique et de ses effets sur la santé comme la résultante d'un ensemble de facteurs liés à l'individu et à ses environnements de vie. Nous avons, à travers différentes études expérimentales et exploratoires, mesuré les effets de l'activité physique sur les composantes de la santé et du bien être et proposons d'étudier les déterminants d'un engagement durable dans les activités physiques et sportives à partir de ces modèles.

## **Partie 2. Analyse de l'effet des contraintes sur l'organisation motrice**

### **1. Analyse de la marche et de son asymétrie : mise en évidence d'une stratégie de contrôle freinage vs propulsion.**

Le chapitre suivant s'appuie sur des travaux publiés ou communiqués lors de congrès.

#### **Publications**

Descatoire A, Femery V, **Potdevin F**, Moretto P. (2009). Step-to-step reproducibility and asymmetry to study gait auto-optimization in healthy and cerebral palsied subjects. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine* 52 (2009) 319–329. (Revue AERES 74e, rangA2, IF= 2,1).

**Potdevin F**, Gillet C, Barbier F, Coello Y, Moretto P. (2008). Propulsion and brake concepts in the study of asymmetry in able-bodied gait. *Perceptual and motor Skills*. 107, 849\_861. (Revue AERES 74e, classée B).

Fémery V, **Potdevin F**, Hespel JM, Thévenon A, Moretto. (2008). Elaboration et validation d'un nouveau dispositif de surveillance des pressions plantaires : application à la décharge du pied. *Annales de réadaptation et de médecine physique*, 51 (4). (Revue AERES 74e, classée B).

Descatoire A, Fémery V, **Potdevin F**, Moretto P. Gait plantar pressure asymmetry on able-bodied gait and hemiplegic cerebral palsied adolescents. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* (revue AERES 74e , rangA2, IF= 2,1).

#### **Communications**

**Potdevin F**, Gillet C, Barbier F, Coello Y, Moretto P. (2006). The study of asymmetry in able bodied gait with the concept of propulsion and brake. 9th Symposium on 3D Analysis of Human Movement, Valenciennes, France, juin.

Les travaux de thèse m'ont amené à étudier les relations inter-segmentaires lors de la marche humaine chez le sujet sain et le sujet pathologique (hémiplégique et diabétique). Je faisais partie à l'époque du Laboratoire d'Etude de la Motricité Humaine (LEMH) de l'Université Lille 2 qui avait, parmi ses thématiques de recherche, celle de la rééducation à la marche. Notre projet s'insérait dans ce large programme ayant pour objectif de créer un système de biofeedback permettant une rééducation à la marche à partir d'informations baropodométriques reçues en temps réel. Notre travail avait pour but de mieux comprendre la marche chez le sujet sain, et de questionner notamment le modèle symétrique de cette locomotion spécifique à notre espèce. Le modèle théorique utilisé est celui décrit dans la partie « positionnement épistémologique », la « constraints led approach » et les théories dynamiques du contrôle moteur. Nous avons considéré la

marche humaine en la modélisant comme deux oscillateurs se déplaçant dans l'espace et le temps et produisant des forces de réaction au sol de façon alternée.

L'analyse de la revue de littérature considérant la marche « normale » comme naturellement asymétrique met en évidence le manque de consensus concernant les classifications proposées pour identifier le rôle prioritaire adopté par chacune des jambes chez le sujet sain : propulsion vs support (Hirasawa, 1979, 1981 ; Vandenberg, 1980 ; Matsusaka et al., 1985 ; Hirokawa, 1989 ; Sadeghi et al. 1997, 2000, 2000), propulsion vs amortissement (Viel et al., 1985) ou générateur vs absorbeur d'énergie (Allard et al., 1996). Nos travaux (Potdevin et al., 2008) ont mis en évidence que l'asymétrie pouvait être interprétée comme un partage de fonctions de propulsion et de freinage pour contrôler la vitesse de marche. Deux cas de figure sont repérés : soit une jambe exerce une propulsion supérieure tandis que l'autre jambe exerce un freinage plus important, soit la même jambe exerce une propulsion et un freinage supérieurs.

Selon le paradigme de Newell (1986), le comportement peut être considéré comme un phénomène émergent d'une interaction entre les contraintes de la tâche, de l'environnement et de l'organisme. La connaissance de l'interaction entre les perturbations proposées par l'environnement et le comportement adopté peut permettre de préciser les connaissances sur le mode de contrôle de celui-ci. Le but de notre étude était de mesurer l'interaction entre des perturbations de nature frénatrice et propulsive sur le comportement asymétrique de la marche. L'enjeu est de tester la pertinence d'une classification propulsion vs frein comme stratégie de contrôle de la locomotion en imposant des perturbations lors de celle-ci.

Goble et al. (1993) ont montré que lorsque la vitesse est supérieure de 10% à la vitesse spontanée, les asymétries cinématiques auraient tendance à diminuer. Les auteurs interprètent cette diminution de l'asymétrie comme le reflet d'une auto-organisation du système locomoteur à coupler l'activité motrice des membres inférieurs de manière symétrique lorsque la vitesse les y oblige. A vitesse spontanée, il existerait un nombre de degré de liberté plus important laissant place à la possibilité pour les deux membres de se mouvoir de manière asymétrique. Dans ce cadre, l'asymétrie de marche correspondrait à une marge de manœuvre possible à vitesse plus lente. Elle serait le reflet de la variabilité inhérente à tout mouvement humain (Hatze, 1986,) mais ne correspondrait donc pas à une véritable stratégie de contrôle de la locomotion. Dans

cette optique, Sadeghi et al. (2003) concluent à l'existence d'asymétrie locales, mais d'une symétrie globale expliquée par des phénomènes de compensations à différents niveaux articulaires. Dans tous les cas, ces études limitent la part des différences anthropométriques pour expliquer l'asymétrie puisque celles-ci ne disparaissent pas avec l'augmentation de la vitesse.

Pourtant, nos travaux (Potdevin et al., 2008) ont mis en évidence une certaine stabilité du comportement asymétrique d'un essai à l'autre concernant le membre qui propulse et qui freine avec le plus d'intensité durant un cycle de marche. Cette constance comportementale ne serait pas en accord avec la notion de marge de liberté due au hasard de la variabilité naturelle des mouvements et renforcerait la thèse d'une asymétrie fonctionnelle qui jouerait un rôle dans le contrôle de la vitesse de marche.

Nos travaux avaient pour objectif de mettre en évidence cette stratégie asymétrique de la part du système locomoteur. Dans cette optique, nous avons considéré que l'asymétrie identifiée en condition normale devait augmenter si les contraintes de freinage ou de propulsion étaient proposées au marcheur. Le modèle de l'approche par contrainte a ici été utilisé pour identifier une forme d'auto-organisation par augmentation des contraintes réelles. Alors que la littérature offre des résultats sur l'asymétrie lors de la marche en escalier (Stacoff et al., 2005) ou sur terrain incliné, les analyses montrent logiquement que les patterns utilisés sont très différents d'une marche sur terrain plat (Ling Li et Xiaoyan, 2000 ; Prentice et al., 2004). Nous avons donc opté pour une contrainte de tâche de préservation de vitesse (contrainte de tâche), sur terrain plat (contrainte environnementale) avec des forces élastiques horizontales (contraintes environnementales supplémentaires) afin de tester l'hypothèse d'une véritable stratégie de gestion de la vitesse de déplacement par une asymétrie en terme d'impulsion frénatrices et propulsives.



**Figures 6:** *le sujet passe sur la plateforme de force, perturbé par un élastique créant une tension égale à 10% de son poids de corps au passage sur celle-ci. En a, il est tracté vers l'avant, en b il est tiré vers l'arrière. Quatre cellules photoélectriques contrôlent sa vitesse de passage aux abords de la plateforme.*

Nos résultats ont mis en évidence une augmentation significative de l'asymétrie uniquement sur les paramètres liés à la contrainte imposée. Lors de la contrainte de freinage (élastique qui tracte vers l'avant alors qu'il faut maintenir la vitesse), seules les différences entre les impulsions frénatrices augmentent. Lors de la contrainte de propulsion (élastique qui s'oppose au déplacement alors qu'il faut maintenir la vitesse), seules les différences entre les impulsions propulsives augmentent. Autrement dit, pour résoudre la contrainte de la tâche (maintenir une vitesse de déplacement malgré des perturbations), les asymétries constatées en condition « normale » augmentent en fonction du type de contraintes. Le cadre théorique de l'approche par contrainte (Newell, 1985 ; Davids et al., 2009) nous a permis de démontrer que ces asymétries reconnues dans la littérature pouvaient être considérées comme une stratégie de contrôle de la vitesse de déplacement par un partage de fonctions entre les membres inférieurs.

## **2. Analyse des conditions d'émergence des coordinations en crawl et en brasse.**

Le chapitre suivant s'appuie sur des travaux publiés, communiqués lors de congrès et vulgarisés dans des revues professionnelles. L'objectif de l'ensemble des travaux est de mieux identifier les conditions d'émergence des coordinations inter-segmentaires. L'enjeu est de mettre en place des stratégies d'enseignement les plus pertinentes pour faire apparaître, renforcer ou disparaître des coordinations.

### **Publications**

Pelayo P, Alberty M, Sidney M, **Potdevin F**, Dekerle J. (2007). Aerobic potential, stroking parameters and coordination in swimming front crawl performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2 (4), 347-359.

Alberty M, **Potdevin F**, Dekerle J, Pelayo P, Sidney M. (2011). Effect of stroke rate reduction on swimming technique during paced exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research* 25(2):392-7 (IF=1,795).

Alberty M, **Potdevin F**, Dekerle J, Pelayo P, Gorce P, Sidney M. (2008). Changes in swimming techniques during time to exhaustion at freely chosen and controlled stroke rate. *Journal of Sport Science* 26 (11), 1191-1200. (revue AERES 74e , rangA2, IF= 1,6)

**Potdevin F**, Bril B, Sidney M, Pelayo P. (2006). Stroke frequency and arm coordination in front crawl swimming. *International Journal of Sport Medicine*, 27, 193-198. (Revue AERES 74e , rang A2, IF= 1,6)

## **Communications**

Komar J, **Potdevin F**, Chollet D, Seifert L. (2014). A non-linear pedagogical approach for learning expert coordination patterns in swimming. XIIth International Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming. Canberra, Australia 28 April-2 May 2014.

Alberty M, Sidney M, Hespel JM, Dekerle J, **Potdevin F**, Pelayo P. (2003). Effects of an exhaustive exercise on upper limb coordination and intracyclic velocity variation in front crawl stroke. In : Chatard J. C. (eds.). *Swimming Science IX*; 81-86.

**Potdevin F**, Pelayo P, Delignières D, Dekerle J, **Alberty M**, Sidney M. (2003). Does stroke rate determine swimming velocity values and coordination? In : Chatard J. C. (eds.). *Swimming Science IX*; 163-168.

## **Vulgarisation**

**Potdevin F**, Pelayo P. (2006). Vivre des coordinations différentes pour nager plus vite et plus longtemps en crawl. *Revue EPS*, 321, 50-54.

La locomotion aquatique peut être analysée à travers de multiples paramètres. Celui de la coordination entre les deux bras ou entre les bras et les jambes font partie des paramètres les plus analysés car ils expliquent à la fois une part importante de la propulsion et représentent la signature de l'organisation de la motricité (Chollet et al., 2000 ; Seifert et al., 2005).

### **2.1. Analyse des effets de contraintes de tâches sur l'émergence des coordinations en crawl.**

Selon la perspective dynamique et la théorie de l'approche par contraintes, la coordination entre les deux bras en crawl peut être appréhendée comme deux oscillateurs adoptant un comportement évolutif, plus ou moins stable selon les conditions environnementales, l'expérience du nageur et les buts qu'il se fixe. En fonction du paramètre de contrôle, les relations spatio-temporelles entre les deux bras évoluent et se stabilisent autour d'attracteurs différents. Nous avons opté pour

l'utilisation de l'index de coordination de Chollet et al. (2000) pour caractériser les relations spatio-temporelles entre les deux bras et l'évolution de la coordination. Cet index peut être appréhendé comme un paramètre d'ordre de la coordination entre les bras car il mesure les décalages temporels entre deux moments clés des trajectoires de la main : celui où la main débute son mouvement vers l'arrière après la prise d'appui, et celui où la main quitte le milieu aquatique à la fin de la phase de poussée. De nombreuses études ont utilisé ce paramètre pour mesurer la coordination entre les bras en crawl (Seifert et al., 2004, 2005, 2008 ; Schnitzler et al., 2010) et ainsi évaluer les effets de différents types de contraintes comme la fréquence (Potdevin et al., 2003, 2006), la fatigue (Alberty et al., 2005, 2008, 2009), l'addition de résistances (Telles et al., 2011 ; Schnitzler et al., 2011).

Une partie de nos travaux a mis en évidence les conditions (liées à la tâche, l'environnement et l'individu) dans lesquelles les nageurs adoptaient les différents types de coordinations en crawl. Dans cette nage, trois types de coordinations définies par les relations spatio-temporelles entre les deux mains sont possibles. Quand une des mains sort de l'eau après la phase de poussée et que l'autre main n'a pas encore débuté son mouvement vers l'arrière après la prise d'appui, la coordination est dite en « rattrapé ». Quand une main sort de l'eau et que l'autre main débute au même moment son mouvement aquatique vers l'arrière, la coordination est appelée en « opposition ». Quand la main sort de l'eau et que l'autre main a déjà débuté son mouvement vers l'arrière, il s'agit de la coordination en « superposition » ou « chevauchement ». En considérant que la coordination émerge de l'interaction de contraintes, nous avons tenté de montrer que l'expertise (contrainte organismique) n'était pas le facteur exclusif favorisant la coordination en superposition, coordination longtemps considérée comme caractérisant les experts lors des épreuves de sprint (Chollet, 1992). Dans cette optique, nous avons tenté de montrer qu'il était possible de faire adopter momentanément à des non experts des coordinations *a priori* réservées à un niveau de pratique élevé en manipulant des contraintes de tâche générant des contraintes environnementales nouvelles. Pour ce faire, nous avons proposé à deux groupes de nageurs (expert vs non expert) la réalisation de différents parcours de 25 mètres en crawl avec l'objectif de nager le plus vite possible, tout en respectant une fréquence de nage imposée par un bipper placé sur l'oreille.

Nos résultats (figure 7) montrent que, quel que soit le niveau, les nageurs adoptent une coordination des bras en rattrapé quand la fréquence gestuelle varie entre 20 et 45 cycle.min<sup>-1</sup>. A partir de 50 cycles par min<sup>-1</sup>, une partie des nageurs non experts bifurquent en coordination en superposition (45,5%) et cette proportion reste identique à la fréquence de 55 cycles.min<sup>-1</sup>. Chez les experts, la minorité bifurque en superposition à 50 cycles par minute (14,5%) et une large majorité adopte cette coordination à 55 cycles par minute.

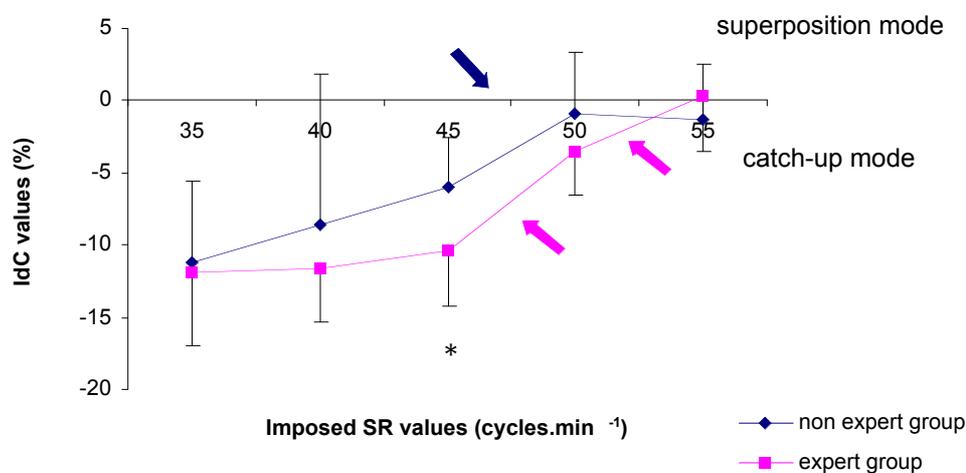


Figure 7 : évolution des valeurs d'index de coordination (%) pour les groupes experts et non experts dans une double tâche de vitesse (nager le plus vite possible) et de respect d'une fréquence gestuelle de bras. Les flèches indiquent une variation importante des effet size entre deux valeurs de fréquence (Potdevin et al., 2006)

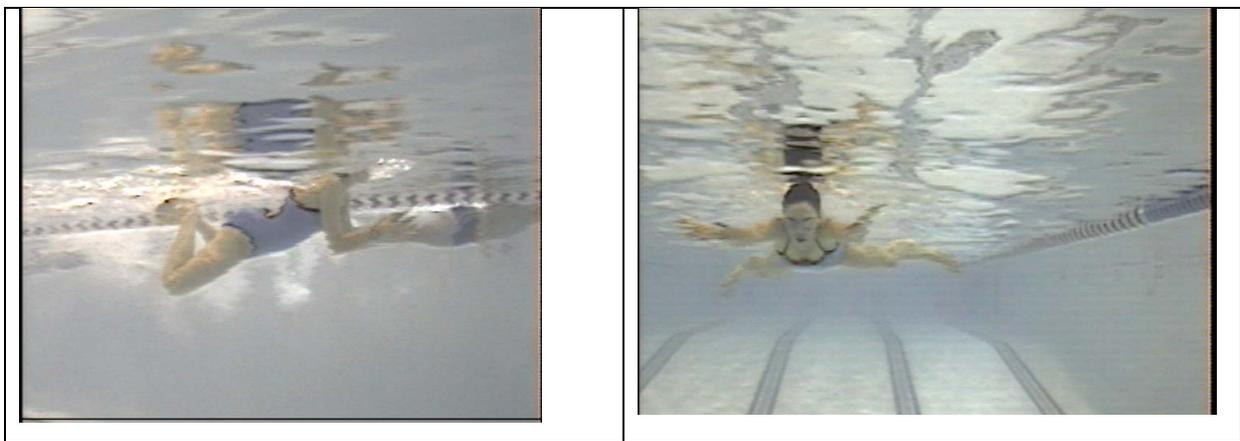
Ces résultats montrent que les coordinations d'experts peuvent émerger chez des nageurs non experts si des contraintes de tâche interagissent avec les contraintes environnementales. L'hypothèse défendue ici est que la fréquence élevée des bras provoque, au delà d'une certaine valeur, une réorganisation spontanée des relations spatio-temporelles des deux bras. Malgré un mouvement plus rapide dans l'absolu, la part temporelle consacrée à la phase de poussée augmente car les résistances aquatiques freinent davantage le bras lors de sa phase de remontée pour sortir de l'eau. Par conséquent, l'autre bras a le temps de débiter la propulsion et la coordination évolue vers une superposition des actions de propulsion. Il y a donc ici interaction entre

les contraintes de tâche (respecter un rythme tout en nageant le plus vite possible) et les contraintes environnementales (augmentation des résistances au mouvement) qui guide le système segmentaire vers un nouveau mode d'organisation. Ces résultats sont cohérents avec ceux de Seifert et al. (2007) qui montrent un changement significatif des scores d'index de coordination lorsque l'allure de nage dépasse l'allure du 200 mètres, allure qui se nage aux alentours d'une fréquence de 45 cycles par minute. Notons que les non experts et experts qui ne bifurquent pas dans ce mode de coordination en superposition et restent en mode « rattrapé » réduisent la durée de la phase de poussée, probablement par manque de puissance physique pour maintenir un trajet long et respectant le rythme imposé. Au final, le modèle de Newell (1986) et l'approche par contrainte apparaissent très pertinents pour expliquer l'émergence d'un mode de coordination. L'apport des théories dynamiques, considérant les coordinations comme un phénomène stable et chaotique dépendant d'un paramètre de contrôle, est ici vérifié par l'évolution non linéaire des valeurs de l'index de coordination en fonction des valeurs de fréquences gestuelles. Ce résultat nous paraît très intéressant dans l'optique d'aider les nageurs à découvrir de nouvelles coordinations en manipulant certaines contraintes, telles que le préconise le courant de la pédagogie non linéaire (Chow et al. 2013).

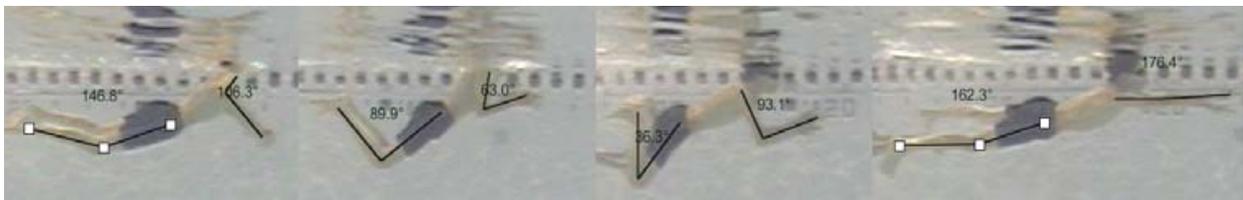
## **2.2. Analyse des contraintes de tâches sur l'apprentissage des coordinations en brasse.**

La brasse peut également être appréhendée sous l'angle d'un oscillateur caractérisé par les relations spatio-temporelles entre les bras et les jambes. Nous avons étudié l'effet de contraintes de tâches sur le processus d'apprentissage d'une coordination de brasse efficace chez les débutants. Les travaux de Chollet (1992) puis Seifert et al. (2007) ont montré que les débutants adoptaient des relations entre les bras et les jambes peu pertinentes du point de vue propulsif. Deux types de coordinations sont couramment observés. La coordination « en accordéon », caractérisée par la propulsion d'un train associé au retour de l'autre, générant une propulsion diminuée par les actions du train opposé. Une coordination en « X » caractérisée par une superposition plus ou moins importante entre les actions propulsives des 2 trains (quand les bras et les jambes propulsent en même temps, le nom de coordination en essuie-glace est donné). Dans ces deux modes d'organisation inter-segmentaire, il n'y a

pas optimisation des libertés offertes par le système musculo squelettique car soit les actions de propulsion sont altérées par un autre mouvement de l'autre train (perte d'efficacité), soit le temps consacré à la propulsion lors du cycle est réduit à cause de la quasi simultanéité des actions propulsives (figure 8). Au contraire, les brasseurs experts dissocient totalement les actions propulsives d'un train des actions propulsives et frénatrices de l'autre, et chevauchent les actions frénatrices des 2 trains (figure 9). De la sorte, ils exploitent avec pertinence les libertés offertes par le système musculo-squelettique pour consacrer une large part du temps du cycle à la propulsion et en réduisant la part temporelle des actions frénatrices.



*Figure 8 : à gauche, la coordination en accordéon caractérisée par une relation propulsion-freinage entre les bras et les jambes. A droite, une coordination en « X » caractérisée par un chevauchement des actions propulsives des bras et des jambes. Dans les deux cas de figure, la part temporelle consacrée à la propulsion est faible (images issues de Seifert et Chollet, 2008).*



*Figure 9 : chez les experts, lorsque les bras propulsent (image de gauche) les jambes restent en position tendues et alignées et les actions de propulsion ne sont pas altérées. Les retours freinateurs des bras et jambes ont lieu en même temps (2 images du milieu). La propulsion des jambes se réalise lorsque les bras sont alignés devant. Au final, deux tiers des actions sont consacrées à la propulsion et un tiers aux phases frénatrices si l'on ne prend pas en compte la phase de glisse (images issues de Seifert et Chollet, 2008).*

Dans le cadre de la pédagogie non linéaire (Chow et al., 2013) l'apprentissage est conçu comme une recherche de solutions motrices dans laquelle l'élève est guidé par des contraintes en interaction. Selon les concepts développés par les théories dynamiques non linéaires, le sujet explore son espace de travail perceptivo moteur en fonction des expériences passées (contraintes internes) et des affordances de l'environnement en fonction des contraintes présentes (Thelen, 1995).

Nos recherches (Komar et al., 2014, Komar et al., accepté dans la revue PESP) nous ont amené à étudier l'évolution des coordinations en brasse chez des nageurs débutants lors d'un cycle d'apprentissage de 16 sessions de 35 minutes à raison de 2 sessions par semaine. Le but pour les nageurs était d'augmenter l'amplitude de nage lors d'un parcours de 25 mètres en respectant une allure de nage identique (70% de leur vitesse maximale mesurée lors de la première séance). L'évolution recherchée augmente l'indice de nage (Costill, 1985), produit de la vitesse par l'amplitude, qui reflète le niveau technique du nageur. Trois groupes ont été constitués en fonction de contraintes de tâches plus ou moins fortes. Pour tous les groupes, il s'agissait de réaliser 10 parcours de 25 mètres lors de chacune des sessions en respectant la vitesse imposée. Lors de chaque essai, un feedback relatif à l'amplitude était fourni aux nageurs. Le groupe « analogie » est soumis à une contrainte représentationnelle « *glisse pendant 2 secondes lorsque tes bras sont tendus devant* ». Au groupe « métronome » est proposé la même consigne tout en étant contraint de respecter une fréquence imposée par un bipper « *glisse 2 secondes lorsque les bras sont tendus devant à chaque bip* ». Les nageurs de ce groupe subissent alors une triple contrainte de tâches : vitesse imposée, cadence imposée et forme de corps imposée. Notre méthodologie a consisté à mesurer les relations entre l'angle du coude et du genou lors de chaque cycle à l'aide de centrales inertielles. Les évolutions des angles segmentaires ont été normalisées et associées à la temporalité du cycle de nage. Les décalages de phases entre celles du coude et du genou par unité de cycle ont été calculées et représentent la phase relative continue.

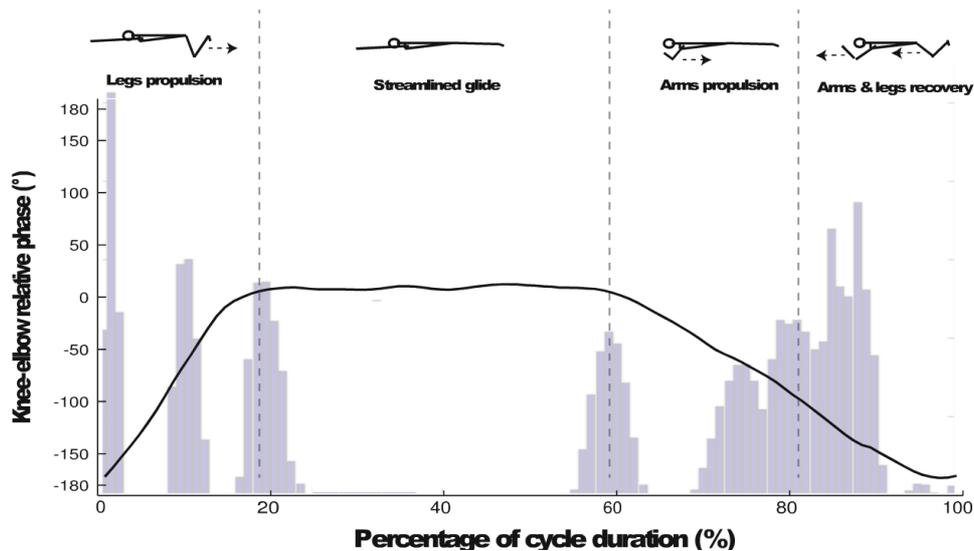
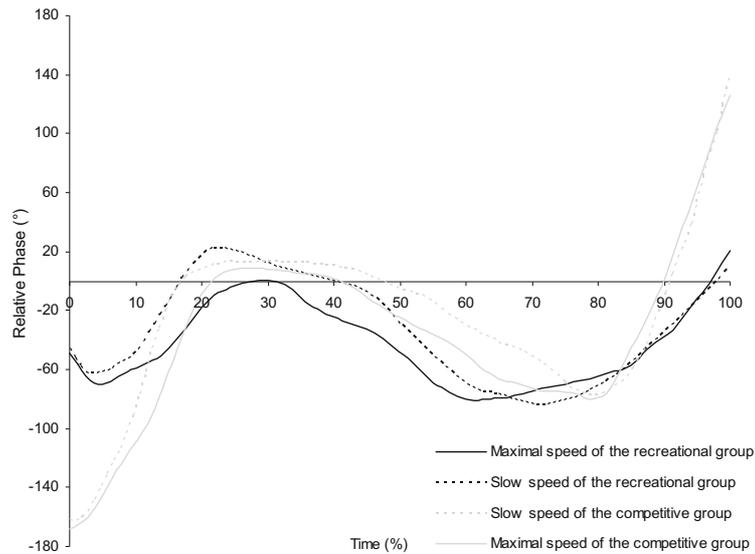


Figure 10 : Valeur de la phase relative continue entre le coude et le genou lors d'un cycle de nage en brasse chez l'expert (Komar et al., 2014).

Une valeur de phase relative proche de  $\pm 180^\circ$  (anti-phase) représente une évolution angulaire contraire entre les coudes et les genoux. Par exemple, lorsque les coudes sont à leur extension maximale, les jambes sont à leur flexion maximale et vice versa. Une valeur de  $0^\circ$  (phase) indique que les coudes et les genoux suivent la même évolution angulaire. Par exemple, lorsque les coudes sont en extension maximale, il en est de même pour les genoux. Lorsque la phase relative a une valeur proche de zéro sur la totalité du cycle, cela signifie que le brasseur adopte une coordination dite « en accordéon ». Les résultats de Seifert et al. (2009) ont montré que l'analyse de cette phase relative était un paramètre d'ordre pertinent, permettant de capturer les évolutions des modes de coordination en fonction de la vitesse et de différencier les niveaux de pratique (figure 11).



*Figure 11 : Valeurs de phase relative entre le coude et le genu en brasse en fonction du niveau de pratique et des vitesses de déplacement (Seifert et al, 2009 HMS). Notons, chez l'expert, la richesse des relations spatio temporelles entre les bras et les jambes avec des valeurs allant de 180 degrés à zéro degré au sein du même cycle. Chez le débutant, la coordination semble « bloquée » dans une coordination en accordéon.*

Nos résultats ont montré que lors des 16 différentes sessions, l'ensemble des nageurs explorait 11 types de coordination, renforçant l'idée que le processus d'apprentissage peut être décrit par un phénomène d'exploration. Si les groupes progressent de façon similaire entre le début et la fin de la période d'entraînement, une meilleure performance est mesurée chez les groupes « contraintes » lors du test de rétention. Un résultat intéressant de notre étude est que les nageurs des groupes « contraintes » visitent un nombre tout aussi important de coordinations que le groupe contrôle, mais ils les exploitent avec beaucoup plus de stabilité. Autrement dit, ces groupes sont orientés vers des modes de coordination variés mais sont guidés par la contrainte à les adopter de façon beaucoup moins instables. Ces résultats suggèrent que l'approche par contraintes permet à la fois de laisser une liberté d'exploration aux apprenants, tout en les aidant à stabiliser ces nouvelles coordinations temporaires. Cette stabilité dans le processus d'exploration permettrait aux apprenants d'avoir des coordinations intermédiaires sur lesquelles s'appuyer pour découvrir et affiner les coordinations les plus pertinentes. Un autre résultat intéressant est que certains nageurs découvrent et stabilisent des coordinations illogiques du point de vue biomécanique, mais sont capables d'en tirer des connaissances pour les transformer ensuite. L'apprentissage des coordinations apparaît donc comme un véritable processus

de transformation non linéaire avec des périodes d'instabilité et de stabilité, des progrès soudains comme des retours en arrière.

### **2.3. Analyse des compétences aquatiques relatives au savoir nager**

La partie suivante s'appuie sur des travaux publiés, communiqués lors de congrès et vulgarisés dans des revues professionnelles. L'objectif de l'ensemble des travaux est d'identifier : 1/ les compétences motrices nécessaires pour s'engager dans le milieu d'aquatique tout en assurant sa propre sécurité et 2/ les conditions dans lesquelles ces compétences se développent et s'évaluent façon optimale.

#### **Publications**

**Potdevin F**, Jomin Moronval S, Pelayo P, Dekerle J. (2017). What is the best swim stroke to master for beginners in water safety test ? European Physical Education Review (HCERES 74 et 70, IF= 1,942).

**Potdevin F**, Pelayo P. (2014). Les stratégies d'éducation à la sécurité chez les apprentis nageurs. In Lebihain D, La surveillance des piscines publiques. Editions Dalloz. ISBN 978-2-24-713528-8, p 188-195.

**Potdevin F**, Pelayo P. (2012). Manuels de Natation(s) : développer ses connaissances, Editions Amphora. ISBN : 978-2-85180-832-5

#### **Communications**

Schnitzler C, **Potdevin F**. (2017). Caractériser le niveau des nageurs lors d'un surplace : quelles étapes et quels repères de progressivité ? 2ème Biennale de l'AEEPS « Pour que tous les élèves apprennent en EPS ! », Nancy, France.

**Potdevin F**. (2016). Analyse de la conception du savoir-nager et sécurité dans les piscines publiques. Symposium RECREA, formation des directeurs d'établissement de bains, Sables d'Olonne, 3 novembre 2016.

**Potdevin F**. (2016). Le savoir nager est-il suffisant pour garantir la sécurité des baigneurs ? (2016). 4ème Colloque national Sport et Sécurité : l'accident de noyade en piscine publique. Ecole nationale des ingénieurs de Poitiers, Université de Poitiers, 10 et 11 mars.

Jomin-Moronval S, **Potdevin F**. (2012). Analyse des techniques de déplacements et de leurs fonctions sécuritaires chez des apprentis nageurs scolaires. Congrès de l'Association pour la Recherche en Intervention en Sport, Amiens.

**Potdevin F**, Pelayo P, Maillard D. (2005). Rôle et intérêts de la scénarisation dans l'apprentissage du savoir nager. Premier colloque international de natation, FFN-ACAPS, Paris.

**Potdevin F** et collectif la Grande évasion. 2008. Quitter le monde des non nageurs...pour un monde meilleur. Journée Debeyre 2008, AEEPS, Saint-Amand.

**Potdevin F**, Pelayo P, Maillard D. 2005. Pour que tous sachent nager en sixième. Communication affichée, 3ème Biennale de l'Association pour la recherche sur Intervention en sport

## **Vulgarisation**

Pelayo P et **Potdevin F**. (2018). La Natation, comme une aventure physique de pleine nature. In, A Suchet & JM Meyre, Les activités sportives de nature à l'école, éditions AFRAPS, (p 205-211).

**Potdevin F**, Maillard D, Pelayo P. (2014). Savoir nager: une impossible certification? Revue EPS 361, p 47-48.

**Potdevin F** et collectif la Grande évasion. (2008). Quitter le monde des non nageurs...pour un monde meilleur. Ouvrage, L'EPS une discipline et des professeurs en mutation, sous la direction de Y Dufour. Collection Debeyre N3, AEEPS régionale de Lille.

**Potdevin F**, Pelayo P, Dupont M, Maillard D. (2005). Pour maîtriser le savoir nager en sixième. Revue EPS-1, 123, 28-30.

**Potdevin F**, Pelayo P, Maillard M, Kapusta P. (2005). La grande évasion: une démarche d'enseignement du savoir nager pour les élèves en difficulté. Revue EPS 312, 34-38.

Selon l'OMS, les accidents de noyades lors d'activités de baignade représentent la troisième cause de décès dans le monde (175000 morts par an) chez les moins de 20 ans (Taneja et al., 2008). L'analyse des causes de noyades révèle leurs origines multifactorielles, avec des facteurs de risques et leurs facteurs aggravants, comme le manque d'habiletés aquatiques en lien avec une défaillance de surveillance (Blum et al., 2009; Brenner, 2003; Liller et al., 1993; Lunetta et al, 2002; Marengo et al., 2006; Pearn and Nixon, 1976). En France, de nombreux rapports mettent en évidence une relation entre les causes des accidents et l'âge des victimes (Emanuel and Thelot, 2004; Thelot et al., 2005a, 2008b). Chez les moins de 5 ans, le défaut de surveillance est la cause principale. Chez les victimes âgées entre 5 et 13 ans, la chute involontaire et le fait de ne pas « savoir nager » représentent les conditions les plus récurrentes observées dans les rapports d'accidents. Au delà de 13 ans, les accidents apparaissent en grande majorité dans les milieux naturels avec des circonstances liées à des courants, de la fatigue ou des pertes de connaissance.

Selon Stallman et al. (2008), les stratégies d'enseignement du savoir nager devraient s'inspirer des causes de noyades, et notamment des faiblesses techniques repérées chez les victimes. A ce titre, l'étude de Brenner and Trumble en 2008 nous renseigne sur les habiletés techniques qui ont fait défaut chez des victimes de noyades à partir d'interviews des parents des victimes. Ne pas savoir « sauter en moyenne

profondeur », « réaliser une traversée d'au minimum 5 mètres », ou « nager plus d'une minutes sans arrêt » augmenteraient significativement les risques d'accidents. Selon Ohkuwa et al. (2002), la majorité des victimes de noyade ne portent pas de tenue de bain lors des accidents et doivent s'adapter spontanément à l'augmentation des résistances et à la gêne articulaire suite au port de vêtements. Ces contraintes environnementales augmentent significativement les coûts énergétiques et psychologiques de la nage (Choi et al., 2000).

Nos travaux sur la thématique du savoir nager visent à identifier les compétences aquatiques minimales requises pour permettre de s'engager dans le milieu aquatique en assurant sa propre sécurité, et à proposer les conditions pédagogiques les plus pertinentes pour les développer. Cette recherche de compétences aquatiques à construire est largement partagée par des auteurs comme Langendorfer and Bruya (1995), Stallman et al. (2008, 2017) ou Moran et al. (2011). Dans ce courant de pensée, le savoir nager n'est pas conçu comme un savoir indélébile totalement inscrit et mémorisé dans les centres nerveux. Au contraire, il est conçu, à l'instar de Newell (1986) comme une capacité à s'adapter à des interactions de contraintes liées à la tâche (rester sur place, nager économiquement, s'immerger...), à l'organisme (expérience du sujet, singularité biométrique, ...) et à l'environnement physique et social (eaux calmes ou vives, chaudes ou froides, port de vêtements adaptés à la baignade, présence d'adversaires, ...).

Une partie de nos travaux a pour objectif de guider les stratégies d'éducation à la sécurité des apprentis nageurs et des nageurs (Potdevin et Pelayo, 2012, 2014 ; Schnitzler et Potdevin, 2017). A partir de l'identification des causes de noyades, nous avons préconisé des objets de formation progressifs en fonction de l'âge des apprenants (Potdevin et Pelayo, 2012), et des tests de validation du savoir nager qui semblent avoir inspiré les législateurs lors de ces dernières années (Attestation scolaire du savoir nager, 2015). De plus, nous avons démontré que la question de la sécurité ne se limitait surtout pas aux non nageurs, mais également aux nageurs puisqu'ils représentent 80% des victimes. Comme le proposent Langendorfer and Bruya (1995), un des fondements de l'éducation à la sécurité aquatique devrait consister à développer la compétence à s'adapter à différentes conditions de baignade, en confrontant régulièrement les apprenants à des nouvelles tâches de plus en plus perturbantes.

Un autre axe de nos travaux est issu d'une démarche expérimentale visant à tester l'hypothèse d'un mode de nage plus pertinent dans le curriculum de formation des apprentis nageurs (Potdevin et al., 2017). En nous inspirant du modèle de Newell (1986) et de Langendorfer et Bruya (1995, figure 12), nous avons émis l'hypothèse que l'expérience de l'apprenti nageur dans la maîtrise d'une nage préférentielle, pouvait influencer sa capacité à s'adapter à différents types de tâches dans différentes conditions de baignade.

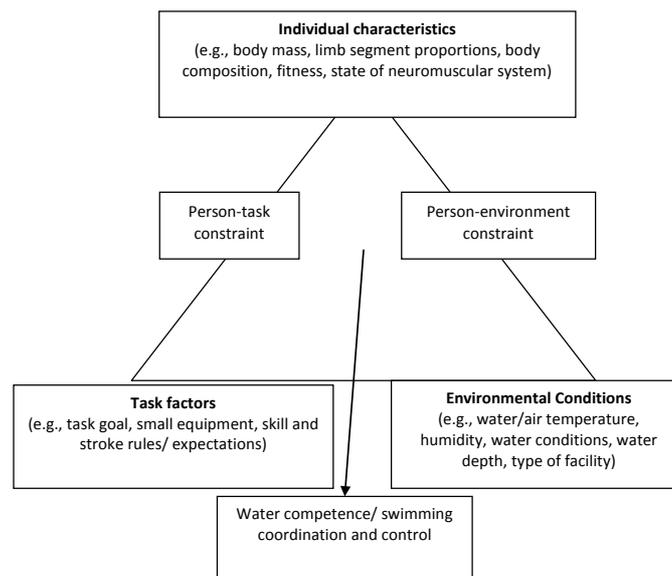


Figure 12 : Modèle du concept de « water competence » selon Langendorfer (1994) inspiré de Newell (1986).

45 apprentis nageurs (24 garçons, 21 filles, âge =  $9,6 \pm 1,6$  ans, IMC =  $17,62 \text{ kg.m}^{-2}$ ) ont été recrutés à partir de leur incapacité à réussir le test Pechomaro (1994) qui consiste à réaliser une succession de tâches sur une distance de 50 mètres. Ces élèves de l'école primaire ont réalisé 6 tests dans deux conditions vestimentaires (maillot de bains vs tenue de sport) : réaliser la plus grande distance possible sans changer de mode de nage, rester surplace le plus longtemps possible à la verticale et sur le dos, réaliser le maximum de rotation ventrales-dorsales en 10 secondes, s'immerger le plus profondément à partir d'un surplace, et réaliser un enchaînement de toutes les tâches réussies. Ces tâches étaient présentées sous la forme d'un jeu d'équipes afin d'engager totalement les élèves dans leur réussite. Un cardio fréquence mètre était utilisé pour mesurer cet engagement et permettre aux élèves de retenir leurs essais (3 par tâche)

lorsque leur fréquence cardiaque était revenue à des valeurs de repos. Les tests ont eu lieu lors de la 3<sup>ème</sup> (maillot de bain) et la 4<sup>ème</sup> (short, basket, tee shirt) d'un cycle de natation de 12 séances.

Nos résultats (Potdevin et al., 2017) montrent que les élèves choisissant préférentiellement la brasse comme nage préférentielle sont significativement moins impactés par la nage habillée lors des tâches de traversée ou d'enchaînement de tâches. Ils sont également capables de rester surplace à la verticale plus longtemps dans les 2 conditions vestimentaires (figure 13).

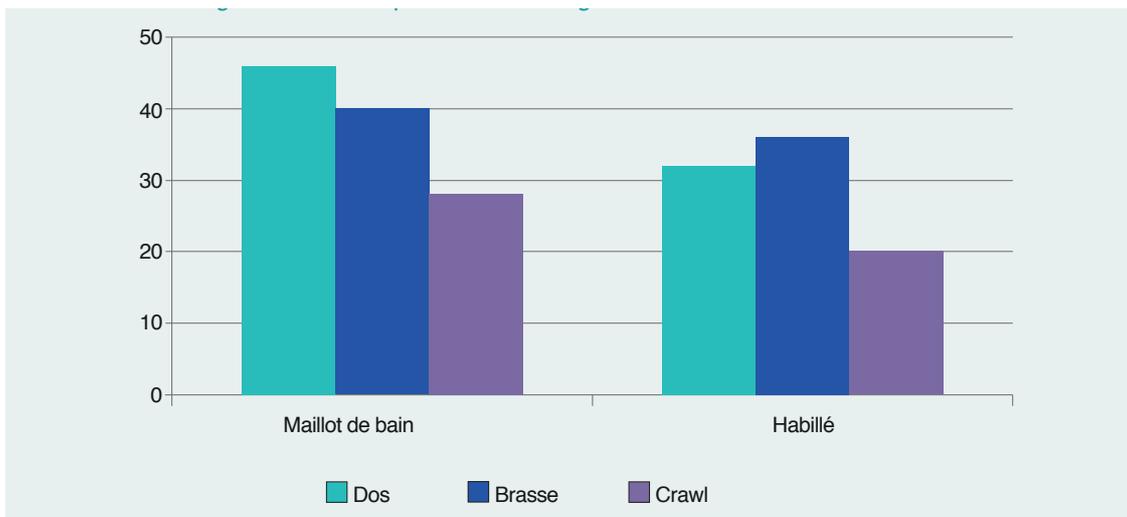


Figure 13: Effet de la tenue vestimentaire sur les performances de traversée en fonction des nages préférentielles (Potdevin et Pelayo, 2014)

Les élèves ayant choisi le dos comme nage préférentielle réalisent de meilleures performances lors des tâches de surplace sur le dos et de rotations ventrales dorsales. Les élèves ayant choisi le crawl sont les plus impactés par la tenue vestimentaire. Nos résultats renforcent le modèle proposé par Langendorfer (2014) défendant l'idée que les compétences aquatiques émergent d'un réseau de contraintes, incluant celles liées au stade de développement de certaines habiletés techniques. Notre étude met en évidence que, dans le processus d'apprentissage de la natation, la maîtrise prioritaire de la brasse et du dos plutôt que du crawl, peut permettre aux apprentis nageurs de mieux s'adapter à différents types de contraintes. A l'heure où le crawl semble apparaître comme la nage la plus enseignée dans les programmes scolaires, ce résultat nous semble intéressant pour orienter les stratégies de formation dans une optique d'éducation à la sécurité.

## **2.4. Stratégie d'utilisation du vidéo feedback et EPS : effet d'un environnement numérique sur l'expérience d'apprentissage des élèves.**

La partie suivante s'appuie sur des travaux publiés, communiqués lors de congrès et vulgarisés dans des revues professionnelles. L'objectif de l'ensemble des travaux est d'identifier les effets multiples de l'usage du vidéo feedback en EPS sur l'expérience d'apprentissage des élèves en ce qui concerne notamment les transformations motrices, la perception de leur motricité, leurs motivations à apprendre et le bien être.

### **Publications**

**Potdevin F**, Lamour M, Huchez A, Vors O, Schnitzler. (2018). How can video feedback be used in Physical Education to support novice learning in Gymnastics?: Effects on motor learning, self-assessment and motivation. *Physical Education and Sport Pedagogy*. (accepté 22 mai 2018, publié en ligne 9 juin 2018) Scimago scopus Q1)

**Potdevin F**. (2018). L'engagement de l'élève et le vidéo feedback en EPS. In, M Travert & O Rey, Dossier EPS 85 « Engagement de l'élève en EPS », éditions revue EPS, (p 179-185)

**Potdevin F**, Bernaert F, Huchez A, Vors O. (2013). Le feedback vidéo en EPS: une double stratégie de progrès et de motivations. Le cas de l'Appui Tendue Renversé en classe de 6ème. *eJRIEPS* 30, 51-80. (revue HCERES 70e).

### **Communications**

Join I, **Potdevin F**, Schnitzler C. (2017). Un exemple d'utilisation de la tablette tactile en cours d'EPS: impact sur le niveau d'anxiété des élèves, colloque international le bien-être dans l'éducation, Paris, 2-4 octobre 2017.

Vors O & **Potdevin F**. 2016. Outils d'aide à l'apprentissage: de la fiche à la vidéo. Congrès du SNEP, Paris 17 et 18 novembre.

**Potdevin(F.)**, Lamour(M.), Blanchard(Y.), Vors(O.), « Stratégie d'intervention et dynamique de l'apprentissage en gymnastique : effet d'un vidéo feedback », congrès ARIS, Genève, 2014.

Depuis quelques années, les progrès technologiques liés au développement de tablettes numériques ont considérablement influencé les pratiques professionnelles des enseignants d'EPS vis à vis des aides proposées aux élèves pour mieux apprendre (Browne, 2015; Gubacs-Collins & Juniu, 2009; Kretschmann, 2015). En permettant aux élèves de se « voir » en mouvement ou en statique lors de prestations physiques individuelles ou collectives, et ce sans contraintes matérielles importantes, les

enseignants ont développé de manière empirique des stratégies d'utilisation du vidéo feedback censées optimiser les apprentissages (Potdevin et al, 2013). Le vidéo feedback se définit comme une information en retour liée à sa propre image permettant de détecter les erreurs, de les réguler, ou de renforcer les éléments nouveaux mis en place lors d'actions motrices. Il est considéré comme un feedback extrinsèque ou augmenté (Schmidt & Lee, 2005), dans la mesure où il représente une information supplémentaire qui ne serait pas disponible à l'apprenant sans aide extérieure. Dans cette logique, le vidéo feedback permettrait à l'élève de compenser son manque d'analyse de ses propres informations intrinsèques en guidant ses actions (Swinnen, 1996; Hodges, Chua, & Francks, 2003).

Selon Swinnen (1996), les recherches étudiant l'effet du vidéo feedback sur le processus d'apprentissage ont dans un premier temps été réalisées lors de tâches de paramétrisation relativement fine du mouvement, comme la capacité à gérer le temps du mouvement (rythme) ou la force mise en jeu. Logiquement, les premières études se sont basées majoritairement sur le modèle du traitement de l'information pour expliquer comment l'accès à cette information vidéo pouvait aider à mieux calibrer ou renforcer le programme moteur général du mouvement (Schmidt et Lee, 2005). Depuis une vingtaine d'année, un intérêt scientifique croissant vis à vis de l'apprentissage de coordinations dites complexes (mettant au jeu des relations spatio-temporelles plurielles entre différents segments) ont fait évoluer les cadres théoriques mobilisés pour comprendre les effets du vidéo feedback sur la motricité (Swinnen, 1996). Le recours à l'approche écologique du comportement a permis d'étudier, non pas des mouvements isolés, mais l'apprentissage de coordinations inter-segmentaires par le vidéo feedback. Selon Al-Abood et al. (2001), le vidéo feedback est alors considéré comme une contrainte de l'environnement qui guide l'apprenant, de façon plus ou moins consciente, vers la solution motrice optimale. Ce non recours aux concepts des théories du traitement de l'information relativise la notion d'engagement de l'élève du point de vue cognitif. Le simple visionnage de soi en action modifierait le couplage perception-action du corps dans l'espace et favoriserait l'émergence d'un nouveau comportement. Les travaux de Rizzolatti et al. (1996) mettant en évidence l'existence de neurones miroirs qui sont stimulés à la fois par l'observation et la réalisation de la même action, montrent combien une observation de soi (ou de l'autre) peut se transformer dans le même temps en connaissance pour l'action de façon involontaire.

Nos travaux (Potdevin, 2018) ont montré que la littérature liée aux feedbacks est extrêmement riche notamment depuis l'approche cybernétique de l'apprentissage (Wiener, 1948). L'ensemble des recherches met en évidence l'effet déterminant de cette variable sur les performances et les transformations motrices. Lors de périodes d'entraînement relativement courtes pouvant se rapprocher des durées d'apprentissage scolaires, de nombreux chercheurs ont montré l'efficacité de ce dispositif dans divers domaines sportifs comme le swing en golf (Guadagnoli et al., 2002), le virage culbute et le plongeon en natation (Hazen et al., 1990; Thow, Naemi, & Sanders, 2012), des habiletés gymniques (Winfrey & Weeks, 1993) et footballistiques (Ziegler, 1994), le saut en hauteur (Mérian & Baumberger, 2007), l'épaulé jeté en haltérophilie (Rucci & Tomparowski, 2010) ou le smash en volley ball (Parsons & Alexander, 2012). Même si l'ensemble des résultats a mis en évidence l'efficacité des stratégies d'utilisation du vidéo feedback pour les apprentissages moteurs, la manière dont celui-ci a été proposé aux apprenants a varié selon les contextes. Toutefois, depuis Kernodle et Carlton (1992), un consensus semble apparaître : la combinaison entre le vidéo feedback, la demande attentionnelle lors du visionnage, et les instructions verbales après analyse représenteraient la stratégie la plus efficace pour optimiser les apprentissages (Janelle et al., 1997; Rucci & Tomparowski, 2010).

Cependant, un manque de consensus existe concernant la fréquence, les délais et les formats d'émission du feedback afin d'optimiser les apprentissages dans les études en laboratoire (Austermann et al., 2005) ; Lee et al., 1990; Sparrow et Summers, 1992). Les résultats et conclusions diffèrent en fonction des étapes de l'apprentissage (début vs fin). Selon Wulf et Shea (2004), la fréquence totale pourrait générer des obstacles à l'apprentissage par la création d'une dépendance envers le feedback. Ils préconisent un feedback tous les cinq essais. Pourtant, Lee et al. (1990) et Salmoni, Schmidt & Walter (1984) ont montré qu'au sein d'une même séance, une haute fréquence de feedback améliorait la performance en augmentant le guidage et la motivation.

Le délai du feedback extrinsèque correspond au moment entre la fin de l'action et l'émission du feedback. Le feedback peut être fourni de manière "simultanée" à la réalisation de l'action. Il peut intervenir dès la fin de l'action, de manière "instantanée". Enfin il est possible de laisser une période de latence après la fin de l'action (notion de feedback "décalé"). Si certaines études montrent que le type de délai n'a que peu d'effet sur les apprentissages (Mulder et Hulstijn, 1985 ; Weltens et De Bot, 1984), d'autres

travaux mettent en évidence l'avantage du feedback simultané pour l'apprentissages des coordinations complexes (Swinnen, et al., 1997) ; ou l'avantage du feedback délayé pour améliorer la rétention et donc l'apprentissage à long terme (Austermann Hula, Robin, Ballard, & Schmidt, 2008).

Le format du feedback en fonction du niveau des élèves est également discuté dans la littérature. Si les premières études avaient tendance à montrer que le vidéo feedback n'est efficace que si le niveau de maîtrise est élevé (Rothstein & Arnold, 1976, Salmoni et al, 1984), des recherches plus récentes montrent que celui-ci s'avère également pertinent avec un niveau faible de pratique (Buekers, 1995). Depuis les années 2000, le concept de "d'effet inversé" s'est peu à peu développé dans le champ d'étude du vidéo feedback (Kalyuga et al., 2003). Ces auteurs ont mis en évidence qu'en fonction du niveau d'expertise, l'effet d'un vidéo feedback dynamique ou statique (arrêt sur image ou photo feedback) était différent. Les débutants étant positivement influencés par des photo feedbacks et perturbés par des vidéo feedbacks, l'effet inverse étant observé pour des plus haut niveaux de pratique. Ainsi, en fonction des capacités des élèves le type de vidéo feedback à proposer devrait être différent. A ce titre, les obstacles et facilités de transmission de contenus par le vidéo feedback peuvent également être éclairés par les théories de l'apprentissage multi média (Mayer et Moreno, 2003). Trois principes structurent cette théorie : les capacités d'analyse de la mémoire de travail sont limitées (il faut soulager la quantité d'informations à analyser selon le niveau), l'apprentissage par double encodage optimise la mémorisation (associer des postures et des graphiques pour faciliter le traitement), et proposer un apprentissage actif (poser un problème d'analyse à l'élève pour qu'il ne soit pas passif face à l'image).

Si les stratégies d'utilisation du feedback dans les apprentissages moteurs ne font pas consensus et impliquent des choix de la part de l'enseignant concernant son organisation pédagogique, les relations entre feedback et motivation sont unanimement admises (Austermann Hula et al., 2008 ; Koka & Hein, 2006). Selon le cadre théorique de l'auto-détermination de Deci & Ryan (1991), les informations fournies par le feedback augmenteraient la perception du niveau de contrôle des actions futures à mener, et influenceraient positivement la motivation intrinsèque en cas de progrès.

Face aux données à la fois riches et divergentes concernant les conditions d'utilisation du vidéo feedback, l'enjeu de nos recherches est de tester, en conditions réelles, des dispositifs de vidéo feedback en mesurant les expériences d'apprentissage lors des cours d'EPS chez des élèves débutants. Une première étude (Potdevin et al., 2013), a mis en évidence des transformations significatives de la motricité lors de la réalisation d'un appui tendu renversé plat dos. Le dispositif mis en place, inspiré des résultats de la recherche sur les délais d'émission du feedback et de la théorie du traitement multimédia est présenté figure 14.

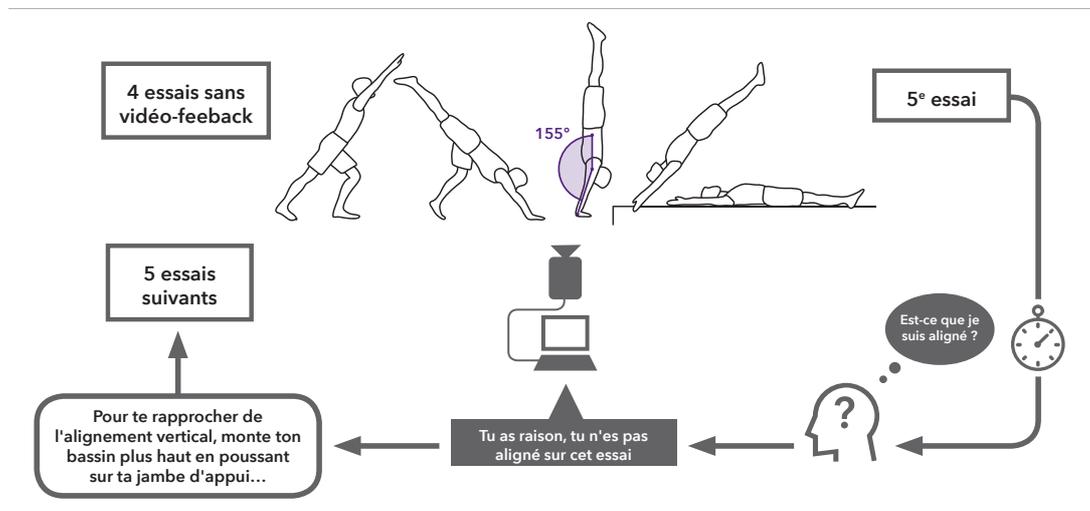


Figure 14 : Dispositif d'utilisation du vidéo feedback (Potdevin et al., 2018)

Nos résultats (Potdevin et al., 2013) ont montré une évolution significative de l'angle bras tronc lors du passage à la verticale ainsi qu'une augmentation significative des scores de motivation intrinsèque et une diminution significative des scores d'amotivation lors d'un cycle de 5 séances. Ces premiers résultats nous ont semblé intéressants afin d'optimiser la vitesse des transformations motrices dans les séances d'EPS (75 essais en 5 séances), chez des élèves débutants ayant très peu d'expérience dans l'utilisation du vidéo feedback. Nos données renforcent l'idée que l'utilisation de ce type de technologie est adaptée aux débutants. Notons que l'émission du feedback, dans sa fréquence (1 fois tous les 5 essais), dans son format (information simplifiée et concrétisée, figure 15) associée aux questions et explications de l'enseignant, sont en cohérence avec les principes issues des recherches expérimentales concernant l'effet du feedback sur la motricité. Notre interprétation consiste à penser que cette nouvelle

contrainte environnementale en interaction avec les contraintes de tâches et organisationnelles (liées à l'expérience de l'individu) favorise une exploration de nouvelles organisations motrices dans cette tâche d'ATR renversement (Newell, 1986 ; Davids et al., 2008).



*Figure 15 : Exemple de feedback vidéo avec arrêt sur image et matérialisation concrète de la transformation motrice à opérer (Potdevin et al., 2013).*

De plus, l'évolution des scores de motivation suggère une expérience positive de l'apprentissage. Ces résultats, à prendre avec précaution en l'absence de groupe témoin, nous ont semblé suffisamment prometteurs pour poursuivre ce type de recherche.

Dans la continuité de ces travaux, nous avons mené une étude similaire (Potdevin et al., 2018) en utilisant un groupe témoin et en mesurant de façon plus précise l'expérience d'apprentissage. Notre protocole consiste à mesurer l'évolution de l'angle bras-tronc lors de chaque séance afin de caractériser la dynamique des transformations motrices. Parallèlement, nous mesurons la capacité des élèves à s'auto-évaluer lors de chaque essai filmé en répondant à 2 questions : « *Penses tu être passé.e à la verticale lors de cet essai ?* », « *Penses tu avoir fait mieux que lors du dernier essai filmé ?* ». En fonction de la qualité des réponses, un score d'auto-évaluation est calculé. A notre connaissance, toutes les études ayant étudié l'expérience d'apprentissage chez des élèves pré-pubères lors d'un dispositif de vidéo feedback ont utilisé une approche qualitative (Kretschman, 2017 ; O'Loughlin et al., 2015 ; Casey and Jones, 2011).

Nos résultats montrent que le dispositif vidéo feedback améliore significativement la motricité des élèves (Figure 16). Les progrès observés sont en adéquation avec de nombreux travaux ayant utilisé la combinaison vidéo feedback – instructions verbales de l’enseignant lors de l’apprentissage d’une habileté motrice sur des séquences courtes d’entraînement (Boutmans 1992; Boyce et al. 1996; Erbaugh 1985; Guadagnoli, Holcomb, and Davis 2002; Janelle et al. 1997; Kernodle and Carlton 1992; Mérian and Baumberger 2007; Potdevin et al. 2013).

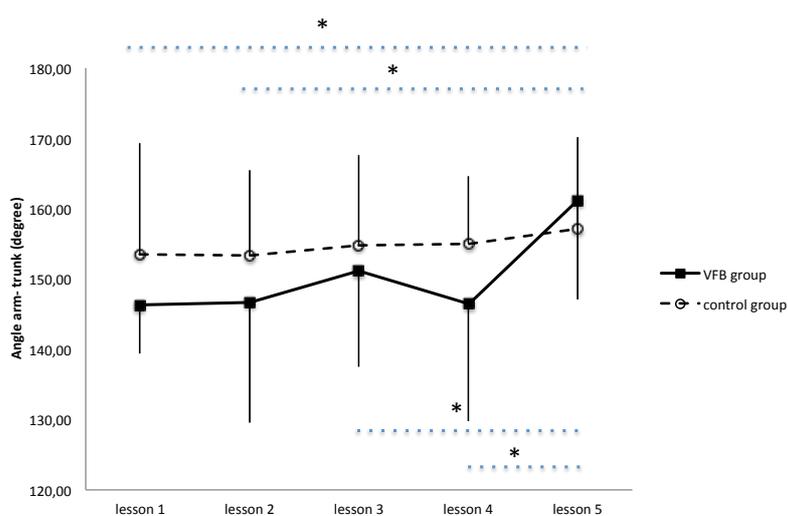


Figure 16: Evolution de l’angle bras-tronc pour chaque groupe (video feedback vs témoin) for entre les leçons 1 et 5. \* Représente une différence significative entre deux leçons ( $p < .05$ ).

La mesure de l’angle bras-tronc leçon par leçon montre le caractère non linéaire des transformations motrices avec des périodes de stabilité et des fluctuations soudaines dans le comportement (Delignières, Teulier, and Nourrit 2009; Nourrit et al. 2003; Teulier and Delignières, 2007). Notre interprétation est que le vidéo feedback fonctionne comme une information augmentée qui pilote l’exploration de l’élève l’amenant à changer brusquement d’organisation motrice lors de la tâche. Ces résultats confirment une nouvelle fois la possibilité pour des élèves novices, d’utiliser à bon escient un dispositif de vidéo feedback dans un temps relativement court. Les résultats liés à la performance d’auto-évaluation confirment cette idée (figure 17).

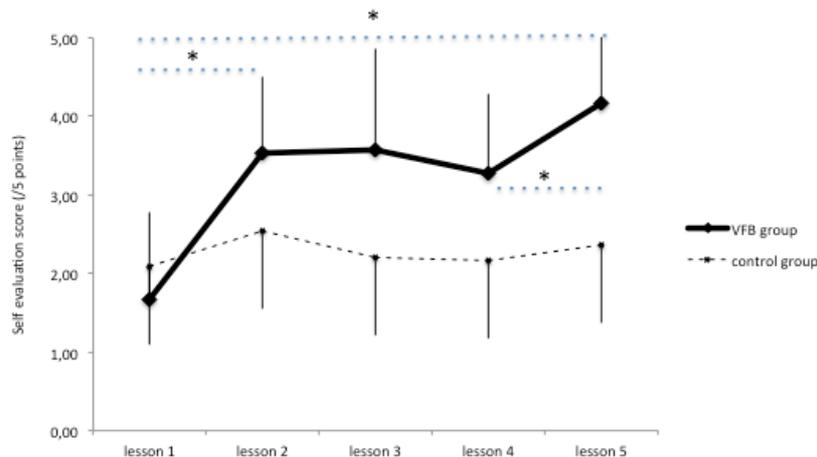


Figure 17: Evolution des scores d'auto-évaluation pour les deux groupes entre la leçon 1 et la leçon 5. \* représente une différence significative ( $p < .05$ ) entre deux leçons uniquement pour le groupe vidéo feedback.

Le fait que les élèves du groupe vidéo feedback améliorent de façon significative leur score d'auto-évaluation dès la deuxième séance montre leur rapidité à exploiter cette information pour percevoir son corps dans le renversement. Plusieurs hypothèses peuvent être avancées. La première est que la délivrance du vidéo feedback une fois sur cinq permet de limiter la dépendance à cette information et permet d'exploiter les informations intrinsèques liées au renversement (Wulf & Shea 2004), notamment pendant les passages libres. La seconde est que la question liée à la perception du progrès provoque une attention particulière sur les informations intrinsèques. Enfin, le recours à un feedback simplifié (arrêt sur image, matérialisation de l'angle d'ouverture bras-tronc) apparaît rapidement exploitable par des novices, en limitant les contraintes attentionnelles liées au décodage de l'image en faveur de son interprétation et de celle des conseils de l'enseignant (Hegarty et al., 2003; Mayer et al., 2005). Un des résultats intéressants est que les progrès concernant la tâche d'auto-évaluation (leçon 2) précède largement les progrès concernant l'organisation de la motricité.

Les résultats liés à l'évolution de la motivation ont montré une chute significative des scores d'amotivation pour le groupe vidéo feedback. Toutefois alors que nous nous attendions à une augmentation significative des scores de motivation intrinsèque, celle-ci n'a pas été repérée par nos tests statistiques malgré une évolution positive des scores (ES= 0,31, Tableau I).

Table I

*Evolution des scores de motivation entre les leçons 1 et 5.*

	Video Feedback Group		ES	Control Group		ES
	Lesson 1	Lesson 5		Lesson 1	Lesson 5	
Intrinsic motivation	5.16 ± 1.83	5.51 ± 1.32	0.26	4.96 ± 2.06	4.31 ± 2.11	-0,31
Identified regulation motivation	4.88 ± 1.49	4.66 ± 1.70	-0.13	4.54 ± 1.88	4.37 ± 2.04	-0.09
External motivation	4.63 ± 1.48	4.94 ± 0.84	0.26	4.24 ± 1.76	4.46 ± 1.70	0.13
Amotivation	3.06 ± 1.42	2.12 ± 0.62*	-0.89	3.51 ± 1.95	3.96 ± 1.68	0.25

*\* représente une différence significative entre les leçons 1 et 5 pour le même groupe, ES représente la valeur de l'effect size.*

La baisse significative des scores de motivation peut s'expliquer par la présence d'un climat de maîtrise dans le cœur du dispositif. En effet, le but de la tâche est ici largement centré sur la notion de progrès par rapport à soi. De nombreuses études ont montré que les tâches qui proposent ce type de but engendraient une chute de l'amotivation et une augmentation de la motivation et de l'engagement dans le travail (Ntoumanis and Biddle, 1999). Un autre aspect qui nous semble important est le double but de la tâche: réussir à se mettre à la vertical et simultanément réussir à s'auto-évaluer. En nous référant à Kingston et Wilson (2009), nous pensons que la poursuite de buts multiples permet de limiter l'amotivation en compensant les échecs sur un aspect de la tâche par des réussites sur le second but de tâche. Toutefois, si les besoins d'appartenance sociale (relation avec l'enseignant, groupe de travail affinitaire), et le besoin de compétence (mise en relation des sensations, des actions commises et le résultat) semblent présents dans le dispositif, le besoin d'autonomie qui représente le troisième besoin fondamental dans la théorie de Decy et Ryan (2000) ne semble pas suffisant. En effet, le dispositif ne permet pas aux élèves de choisir le moment d'accès à la vidéo et impose le temps de délivrance du feedback. Selon nous, cet aspect peut expliquer une augmentation de la motivation intrinsèque qui ne dépasse pas le seuil de significativité. Des études récentes, basées sur des dispositifs de vidéo feedback mobiles,

laissent penser que l'autonomie dans l'accès au feedback vidéo peut s'avérer une stratégie encore plus pertinente pour viser à la fois des progrès moteurs et l'augmentation de la motivation intrinsèque (Hung et al. 2017; Kretschman 2017). Le challenge sera alors de proposer un feedback adapté aux besoins de l'élève tout en lui laissant une liberté d'accès et d'utilisation du vidéo feedback.

### **Partie 3. Agir sur la santé et le bien-être par l'activité physique**

Les questions d'éducation à la santé et des interventions qui favorisent le bien-être sont au cœur des défis sociétaux et plus spécifiquement du monde scolaire. La santé et le bien être des élèves sont l'objet de recherche de projets d'envergure comme le « Health Behaviour in School-aged Children (HBSC) » qui réalise une étude épidémiologique internationale depuis 1994 à partir d'indicateurs multi dimensionnels. Si les données issues de ces analyses permettent d'affiner les politiques d'intervention à l'échelle des instituts nationaux (INPES) ou la direction générale de l'enseignement scolaire, plus rares sont les études qui s'ancrent dans des environnements socio économiques et culturels particuliers. La région Nord-Pas de Calais est, à ce titre, une singularité dans le paysage régional français. Selon de nombreuses sources et indicateurs, (INSEE, Catrice et Zotti, 2009), notre région est caractérisée comme l'un des territoires où le niveau de santé est le plus faible de France.

Dans cette partie, nous allons présenter nos travaux relatifs aux effets de l'activité physique et sportive sur la santé et le bien-être dans le cadre scolaire et extra scolaire. Quels sont les cadres théoriques qui permettent au enseignants d'EPS d'agir efficacement sur la santé et le bien être des élèves en utilisant l'activité physique ? Pour répondre à cette question, nous présenterons une évolution des connaissances utilisées selon l'acceptation du concept de santé. Nous présenterons également les résultats d'une étude expérimentale réalisée dans deux lycées du département du Nord qui mesurent les effets d'un emploi du temps, organisé selon les rythmes chrono biologiques et une offre d'activités physiques, pour améliorer le bien être des lycéens.

Dans cette même logique de mesure des effets de l'activité physique, nous nous intéresserons également à une pratique reconnue mondialement pour ses bienfaits sur la santé : la natation. Nous avons mesuré l'état de santé d'une population spécifique : les nageurs masters qui ont la particularité de s'entraîner intensément dans cette pratique et ce depuis de très longues années.

## **1. Promouvoir et éduquer à la santé par l'activité physique en Education Physique et Sportive**

Le chapitre suivant s'appuie sur des travaux publiés ou communiqués lors de congrès.

### **Publications**

**Potdevin F**, Porrovecchio A, Dieu O, Racodon M, Schnitzler C. (2017). Éduquer à la santé par l'activité physique : quelles connaissances et quels modèles de santé en EPS ? Revue Éducation, Santé, Sociétés, Vol. 3 (2), p 137-152. (HCERES, 70<sup>ème</sup>).

**Potdevin F**, Labrousse A-S, Masson P, Vors O, Joing I. (2015). Stratégie d'emploi du temps et qualité de vie des lycéens. La place et le type d'activités physiques comme facteurs déterminants de santé. Revue Éducation, Santé, Sociétés, Vol. 2, No.1 (numéro spécial : Pelayo P. et Berger D. (dir) Activité physique, santé et Éducation Physique et Sportive).

### **Communications**

Labrousse AS, **Potdevin F**. (2012). Tentative d'évaluation d'un dispositif pilote en matière de rythme scolaire. Congrès de l'Association pour la Recherche en Intervention en Sport, Amiens.

#### **1.1. Les connaissances en santé mobilisées par les enseignants d'EPS pour promouvoir et éduquer à la santé grâce à l'activité physique.**

Depuis toujours, les enseignants d'Education Physique et Sportive, autrefois professeurs de gymnastique, ont affiché dans les enjeux de leur mission l'amélioration, la restauration ou la préservation de la santé. L'éducation physique à l'école a historiquement toujours tenu un rôle central dans la poursuite de la santé et du bien-être des élèves pour asseoir sa légitimité institutionnelle. C'est en 1866 que Victor Duruy suggère de couper les demi-journées d'instruction par un repos de 10 à 15 minutes, afin de lutter contre « l'immobilité du corps et la fatigue de l'esprit ». Cette idée sera reprise par Jules Ferry qui la légalisera sous le terme récréation. Ainsi, l'activité physique, sous des formes multiples et variées, apparaît légalement à l'école : « jeux et exercices de force ou d'adresse sont pour le jeune âge des conditions absolues pour la santé morale et la vigueur physique » (rapport de 1890). Plus de 130 ans plus tard, l'activité physique reste un des leviers principaux pour promouvoir la santé et le bien-être des élèves. Les débats de ces dernières années centrés sur l'aménagement du temps scolaire a donné à l'activité physique et au sport un rôle non négligeable qui mérite

d'être davantage éclairé tant du point de vue de la promotion que de l'éducation à la santé et du bien être.

Dans notre article « Éduquer à la santé par l'activité physique : quelles connaissances et quels modèles de santé en EPS ? » (Potdevin et al., 2017), nous montrons que l'évolution des cadres théoriques des sciences de la santé transforment considérablement les stratégies à mettre en place pour promouvoir l'activité physique et son utilisation à des fins de prise en main de sa santé.

En adoptant une vision biomédicale de la santé, la logique de transmission de « bonnes pratiques » ou « préconisations » pour atteindre des seuils de quantité physique considérés comme minimaux se justifient au regard des innombrables études associant activité physiques et bénéfiques pour la santé et le bien être. Parmi celles-ci, l'activité physique et le sport, pratiqués régulièrement, apparaissent comme des leviers puissants. Ces préconisations s'appuient sur des recherches centrées sur l'examen des bénéfices de l'activité physique sur les différentes dimensions du bien-être. Pratiquée régulièrement, celle-ci génère des effets significatifs sur la diminution des niveaux de stress (Norris et al., 1992), l'amélioration des fonctions cognitives (Hillman et al., 2008), et de l'estime de soi (Annesi, 2005). On note également des effets positifs sur les compétences sociales comme la résilience (Martinek, 1997) et le sentiment d'appartenance à une équipe ou un réseau social (Eccles et al., 2003).

Au regard de ce consensus scientifique, la mission assignée à l'enseignant d'EPS peut sembler évidente, tant la matière qu'il enseigne, principalement basée sur une mise en activité physique, génère intrinsèquement cet état de bien-être. Dans ce cadre, promouvoir une santé basée sur une conception biomédicale de la santé aurait *ipso facto* des conséquences positives sur le bien-être ressenti. Toutefois, cette idée se heurte au contexte psychologique et sociologique dans lequel le métier d'enseignant d'EPS s'exerce. En effet, la plupart des études de référence s'appuient sur des comparaisons entre des actifs volontairement engagés dans les pratiques physiques et des inactifs physiques, négligeant ainsi l'importance de la dimension motivationnelle et des déterminants culturels et sociaux du milieu dont les élèves sont issus. En milieu scolaire, cet engagement est rarement volontaire, mais contraint. A ce titre, les enseignants d'EPS se trouvent face à un défi protéiforme visant à développer chez leurs élèves un bien-être durable nécessitant l'acquisition de compétences psycho-sociales. L'OMS définit d'ailleurs ces compétences comme étant « l'aptitude à maintenir un état de bien-être

mental, en adoptant un comportement approprié et positif à l'occasion des relations entretenues avec les autres, sa propre culture et son environnement ». Ces méta-compétences sont déclinées en une série de 10 compétences liées à la résolution de problèmes, la prise de décision, l'adoption de pensée créative et critique, à l'efficacité de la communication, l'habileté dans les relations interpersonnelles, la conscience de soi, l'empathie pour les autres, ainsi que la gestion du stress et de ses émotions.

Dans ce contexte, l'enseignant d'EPS est confronté à un triple défi : (1) proposer des activités physiques permettant un engagement des élèves compte tenu de leurs caractéristiques psychosociologiques ; (2) s'assurer que cet engagement sollicite suffisamment les ressources des élèves pour générer, chez chacun d'entre eux, des expériences de bien-être perceptibles à court et moyen terme ; (3) sur la base de ces expériences, chercher à développer des compétences permettant la construction d'un véritable « habitus-santé » (Tribalat, 2003) basé sur l'acquisition de compétences psycho-sociales. Dépassant la causalité univoque, la relation activité physique-bien-être devient donc, dans ce cadre, bien plus complexe que ne le laissent supposer les recherches cliniques.

Notre publication montre que les cadres théoriques écologiques peuvent être une ressource intéressante pour les enseignants d'EPS afin qu'ils agissent à de multiples niveaux : individuel (l'élève et ses connaissances, croyances, motivations, plaisirs, ...) ; ses milieux de vie (amis, familles, environnement scolaires, temps pré et post scolaires) ; et l'environnement global (politiques publiques, messages publicitaires, culture de l'activité physique). Ainsi, ces modèles inspirés du modèle social écologique de Mac Leroy et al. (1988) permettent d'appréhender des stratégies d'amélioration du bien-être par les activités physiques de façon holistique, en mettant en interaction les dimensions psycho-sociales de l'individu et les différents environnements sociaux et physiques à l'école. Cette approche plus complexe des conditions de l'accès au bien-être peut permettre à l'enseignant et aux équipes EPS dans les établissements de mieux cerner les variables sur lesquelles il est possible d'agir pour améliorer significativement le bien-être par les activités physiques. Nous émettons alors des préconisations pour mieux former les futurs enseignants.

Depuis 1998, le rôle de l'école en matière d'éducation à la santé a été réaffirmé en la définissant comme une action transversale d'appropriation progressive par l'élève « de moyens d'opérer des choix, d'adopter des comportements responsables, pour lui-

même comme vis-à-vis d'autrui et de l'environnement ». L'EPS semble cependant avoir une place de choix dans ce dispositif, ce que confirment les programmes du collège de 2015. « Apprendre à entretenir sa santé par une activité physique régulière » est en effet l'une des cinq compétences principales à développer. Dans le corps de ce texte, on trouve également différents passages insistant sur le rôle que l'EPS doit jouer envers l'éducation à la santé. Citons entre autres « L'EPS amène les enfants et les adolescents à rechercher le bien-être et à se soucier de leur santé... L'EPS initie au plaisir de la pratique sportive ». Ainsi, dans l'institution scolaire, l'EPS apparaît comme une matière essentielle et originale à l'éducation à la santé, laissant supposer que les enseignants ont normalement développé des compétences spécifiques sur ce thème dans leur formation. Ce présupposé a cependant été mis en cause, y compris au niveau de l'institution. (Tribalat, 2003). Ces arguments ont plus tard été complétés par des études mettant en évidence la nature de ces carences dans l'éducation à la santé. Par exemple, Loison (2008, 2015) montre que les enseignants d'EPS définissent de façon floue l'éducation à la santé, et qu'ils n'ont pas pleinement conscience des contenus d'enseignement qu'ils transmettent dans les dimensions psychosociales et critiques. Cogérino (2015) partage ce constat en montrant que les enseignants ont des difficultés à repérer les indicateurs de santé autres que biophysiques, et que derrière un affichage de discipline favorisant la santé, les stratégies d'enseignement sont très peu impactées par cet objectif. Il y aurait donc une culture professionnelle à faire évoluer. Selon les travaux de ces auteurs (Loison, 2008 ; Cogérino, 2015), le modèle biomédical de la santé, axé sur les connaissances physiologiques et corporelles, reste dominant. Celui-ci conduirait les enseignants d'EPS à n'envisager leur rôle que sur ce plan, en permettant aux élèves de mobiliser et développer leurs ressources physiologiques dans un souci d'adaptation aux différents contextes sportifs et artistiques. L'une des raisons est évidemment historique, cette discipline ayant logiquement été caractérisée par son action éducative sur le corps des élèves. Son inscription dans les programmes a été par ailleurs longtemps justifiée au regard de préoccupations hygiénistes (Vigarello, 1997). Morales et Travaillet (2015) dénoncent par ailleurs une absence de discussion concernant l'apport du sport à l'éducation à la santé depuis les années 1970, et notent que l'intégration progressive de l'éducation à la santé dans les cours d'EPS divise les acteurs de la discipline. Ces auteurs montrent en effet qu'il existe actuellement deux courants de pensée concernant

l'intégration de l'éducation à la santé en EPS. Un courant hédoniste et culturaliste, un autre qualifié « d'appropriatif ».

Dans la perspective hédoniste et culturaliste, l'éducation à la santé s'appuie sur le plaisir éprouvé par les élèves dans les pratiques sociales de référence. Ce plaisir éprouvé, basé sur le capital culturel des activités physiques et artistiques, motiverait les élèves à s'engager dans ces pratiques promouvant la santé au travers d'habitudes transversales. Les enseignants considérant que leur mission concernant l'éducation à la santé consiste à transmettre les moyens d'atteindre « un état de complet bien-être physique, mental, social » (OMS, 1946) pourront aisément s'y retrouver, même s'ils n'appuient leurs interventions que sur une conception biomédicale ou biophysique de la santé. Cet enseignement pourra par exemple se limiter à l'apport de connaissances sur l'échauffement, la gestion de l'effort, la récupération, le développement des différentes qualités physiques (force, souplesse, endurance, vitesse).

Le courant « appropriatif » de la santé, semble *a priori* exiger de s'appuyer sur des conceptions écologiques de la santé. Ici, l'élève, au regard de ses propres intentions, doit construire des compétences à savoir s'entraîner physiquement. Dans ce cadre, le lien activité physique et santé se structure par l'appropriation de compétences spécifiques à agir sur soi, nécessitant au préalable que chacun ait défini son projet. On retrouve notamment cette approche dans la Compétence Propre n°5 (CP5) des programmes d'EPS des lycées (2009) et lycées professionnels (2010). Du point de vue des textes officiels, les élèves doivent avoir été exposés, durant leur scolarité, à ces deux approches, chaque élève devant avoir développé les cinq domaines de compétences propres à l'EPS à l'issue du lycée. Cependant, si l'enseignant n'a pas à sa disposition de définition plus large que celle de l'OMS (1946), son éducation à la santé risque fort de se résumer à l'enseignement d'habitudes transversales similaires à celles promues par le courant hédoniste et culturaliste. Les lacunes dans la formation des professeurs d'EPS dénoncée par Tribalat (2003) ainsi que les travaux cités plus haut semblent indiquer que cette limite reste actuelle, et pointent la nécessité d'armer conceptuellement les enseignants en redéfinissant les formations en conséquence.

Des efforts sont fait en ce sens par l'institution scolaire. Nous avons évoqué l'introduction de la compétence culturelle n°5 dès 2012. Plus récemment, un parcours éducatif de santé a été mis en place. Dans son « guide d'accompagnement des équipes pédagogiques et éducatives », le ministère de l'Education Nationale (2016) écrit « à

chaque étape de la vie que l'état de santé se caractérise par des interactions complexes entre plusieurs facteurs d'ordre socio-économique, environnemental, et comportemental. Ces facteurs sont des déterminants de la santé dont la combinaison des effets influe sur l'état de santé ». Nous sommes donc bien là dans le cadre d'une action éducative s'appuyant explicitement sur un modèle écologique de la santé. Ici, la santé n'est pas référée à une norme, mais davantage à un contexte : l'équipe éducative est invitée à définir des objectifs d'un projet propre à l'établissement. Une grande liberté est donc laissée aux porteurs de projets pour cibler, dans la foule des déterminants de santé, ceux les plus appropriés à la situation de l'établissement. Cependant, permettre aux enseignants d'EPS d'utiliser ces parcours éducatifs comme des ressources et non plus comme des guides, nécessite de faire évoluer les contenus de formation des enseignants d'EPS pour être en capacité d'intervenir du point de vue hédoniste, culturel et appropriatif.

Selon Loison (2008), former des professeurs d'EPS pour dispenser une éducation à la santé efficace nécessite de proposer des contenus à la fois conceptuels sur la santé et ses modèles théoriques, tout en les émancipant des exemples proposés dans les documents officiels pour mieux les contextualiser. Parmi les axes d'évolution de la formation, cet auteur propose d'en développer trois : (1) analyser les conceptions de l'EPS de chacun pour mettre en évidence les pratiques existantes d'éducation à la santé ; (2) préciser les définitions de l'éducation à la santé afin de combler les manques ; (3) développer la formation en conception de projets collectifs. Ces propositions s'inscrivent plutôt en fin de cursus dans une logique de formation continuée. La formation continuée doit, elle aussi, faire l'objet de réflexions à plusieurs niveaux ; d'une part, pour permettre aux plus anciens de prendre conscience de la nature de leur mission et des enjeux qui y sont liés, afin d'emporter leur adhésion ; d'autre part, pour maintenir à jour les connaissances liées à l'évolution des savoirs concernant l'éducation à la santé. Ce type de formation, pour être couronnée de succès, ne doit pas se borner à l'énoncé de modèles théoriques, mais chercher à proposer une synergie entre modèles de santé récents et mises en œuvres concrètes. Ainsi les modèles théoriques de l'engagement (Prochaska & Velicer, 1997 ou Scanlan, 1993) pourraient être présentés comme référence à des exemples de traitement didactique des activités physiques visant à créer des outils pour générer du bien-être chez les élèves (formes de pratiques scolaires, utilisation des TICE pour améliorer l'autonomie et l'individualisation des

contenus selon les projets des élèves, programmation annuelle d'activités pensées selon une logique d'appropriation de connaissances et de comportements liés à la santé,...). Enfin, ces nouvelles missions impliquent de placer l'enseignant d'EPS au sein de différents types de réseaux. La formation continuée pourrait ainsi cibler des interventions permettant aux enseignants d'EPS d'apprendre à concevoir et superviser des projets associant des partenaires internes et externes, en agissant à différents niveaux (individus, milieux de vie, environnement global).

## **1.2. Effet d'un emploi du temps favorisant l'activité physique sur la qualité de vie des lycéens.**

Selon les perspectives écologiques, le milieu de vie peut apparaître comme une variable déterminante pour générer du bien être chez les élèves scolarisés. L'emploi du temps nous est apparu comme une variable importante du milieu de vie scolaire à prendre en compte pour impacter la santé et le bien être des élèves. Depuis le rapport Debré-Douady (1962), la fatigue et le bien-être des écoliers en France font l'objet de profondes réflexions qui conduisent à des remises en cause de l'organisation du temps scolaire.

Le lycée-pilote de Lequesnoy (Nord) a été choisi en 2010-2011 pour conduire l'expérimentation nationale « cours le matin, sport l'après-midi » en proposant un emploi du temps constitué de séquences d'une heure trente le matin (8h-13h30) pour les matières du socle commun avec une pause déjeuner de 11h à midi, ainsi qu'une collation et détente de 13h30 à 14h00. Des activités sportives (en plus de l'Éducation Physique et Sportive qui a lieu le matin), artistiques et culturelles sont proposées aux élèves sous forme de choix de 14h à 17h00. Cette stratégie d'emploi du temps s'est construite à partir de préconisations principalement issues du secteur biomédical. Selon le rapport de l'académie de médecine (2010) intitulé « aménagement du temps scolaire et santé de l'enfant », les stratégies de réorganisation du temps scolaire doivent prendre en compte à la fois les contraintes administratives de gestion et les rythmes biologiques et psychophysiologiques naturels de l'enfant. Les recherches en chronobiologie scolaire ont mis en évidence des fluctuations journalières et hebdomadaires de l'activité intellectuelle des élèves (Montagner & Testu, 1996). Selon ces auteurs, « les variations journalières de l'activité intellectuelle sont liées aux rythmes biologiques de l'enfant,

tandis que les fluctuations hebdomadaires résultent davantage de l'influence de l'emploi du temps. Les temps les plus propices aux nouveaux apprentissages auraient lieu en fin de matinée et en milieu d'après-midi, les autres temps devant plutôt être consacrés à des activités d'entretien d'acquisitions ou de travaux d'application. Nous le voyons aujourd'hui dans les débats, ces données scientifiques sont très souvent discutées au regard d'autres enjeux non pris en compte dans l'équation qui restent fondamentales dans l'équilibre de l'enfant (temps familial, journée de repos du mercredi transformée en journée d'activité, ...).

Fort logiquement, les activités sportives ont souvent été mises en avant en tant qu'organisatrices d'un temps scolaire novateur. En 2010-2011, les expérimentations « cours le matin, sport l'après-midi » montrent bien que les activités sportives sont considérées comme porteuses de valeurs bénéfiques pour la santé, le bien-être et l'éducation des enfants. Les résultats de cette expérimentation ayant mobilisé cent vingt établissements du second degré montre que cette stratégie développe la sociabilité, le respect des règles et l'autonomie. Les élèves semblent avoir apprécié de progresser dans une discipline sportive. En revanche, ce dispositif n'aurait pas eu d'effet notable sur la ponctualité, les absences et les sanctions, et n'influerait pas sur les capacités déclarées de concentration, d'attention, de mémorisation et d'effort (Do & Halluin, 2011). Malheureusement, l'analyse des établissements pilotes n'a pas perduré et n'a pas fait l'objet d'analyse plus précise concernant le bien-être et la santé psychologique des élèves. Pourtant, une approche plus responsable consisterait à mesurer concrètement les effets des différentes stratégies en termes d'organisation d'emploi du temps et des types d'activités proposées aux élèves.

L'objectif de notre étude (Potdevin et al., 2016) a visé à évaluer les effets d'une stratégie d'emploi du temps sur la santé psychologique et sociale des élèves. À partir de l'expérimentation « cours le matin, sport l'après-midi », il s'agit de mesurer l'impact des pratiques physiques et artistiques proposées sur le bien-être physique, social et mental des élèves en différenciant les lycéens et lycéennes, ainsi que les sportifs et non sportifs. L'étude consiste à mesurer l'impact de cet emploi du temps sur la qualité de vie des élèves de seconde en comparant le lycée pilote Eugène Thomas de Lequesnoy (59) à un lycée « sosie » du point de vue géographique, socio-économique et de réussites au baccalauréat (Lycée Dupleix [LD], Landrecies, 59).

Le bien-être des élèves est évalué via la WHOQOL-BRIEF test (Leplege et al., 2000

; Baumann et al., 2010). Ce questionnaire comprend vingt-six questions relatives à la qualité de la vie dans ses relations avec quatre domaines : la santé physique, la santé psychologique, les relations sociales et l'environnement. Les réponses (échelle de Lickert en cinq propositions) sont traduites en score compris entre 1 et 5. Au total, le WHOQOL-BRIEF test évalue la qualité et le bien-être des individus sur un score de 120. Les variables « genre » et « statut sportif » de l'élève (participation volontaires à l'UNSS, à la section sportive ou à l'option) ont également été reportées.

La mesure de la qualité de vie générale montre des scores très satisfaisants au regard de la littérature (WHOQOL group, 2000). Les élèves de seconde de ces deux lycées estiment leur qualité de vie de façon satisfaisante dans l'ensemble des domaines, ce qui corrobore les résultats de nombreuses études sur la santé et le bien-être des élèves en France (Godeau et al., 2006). Les différences de scores globaux entre les deux lycées ne montrent pas de différences significatives permettant de valider la stratégie d'organisation du temps scolaire en valorisant les activités sportives et culturelles l'après-midi (figure. 18).

Stratégie d'emploi du temps et qualité de vie des lycéens

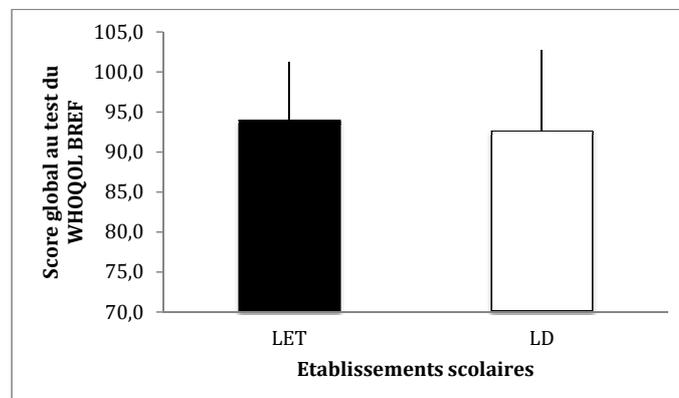


Figure 18 : Scores globaux au test du WHOQOL BREF pour le lycée expérimentateur (LET) et le lycée témoin (LD).

Toutefois, il est à noter que l'expérimentation sur une année s'avère relativement courte pour stabiliser les habitudes des élèves et de l'équipe enseignante pour que cette organisation soit totalement maîtrisée. Nous pouvons noter la valeur plus élevée, mais non significative, des scores masculins par rapport aux scores féminins. Cette tendance est en adéquation avec l'ensemble des résultats de la littérature qui montrent que les

filles ont tendance à percevoir leur bien-être de manière plus négative que les garçons (Torsheim et al., 2004). Les résultats liés à la qualité de vie en lien avec l'environnement sont en adéquation avec cette tendance. Les garçons des deux lycées apprécient davantage l'environnement physique dans lequel ils vivent que les filles.

L'analyse plus précise de la dimension psychologique de la qualité de vie s'avère significativement supérieure dans le lycée expérimental (figure.19). Le fait qu'il existe une représentation supérieure d'élèves sportifs dans le lycée expérimental, associée à la possibilité de pratiquer davantage d'activités physiques sportives et artistiques peut expliquer cette différence.

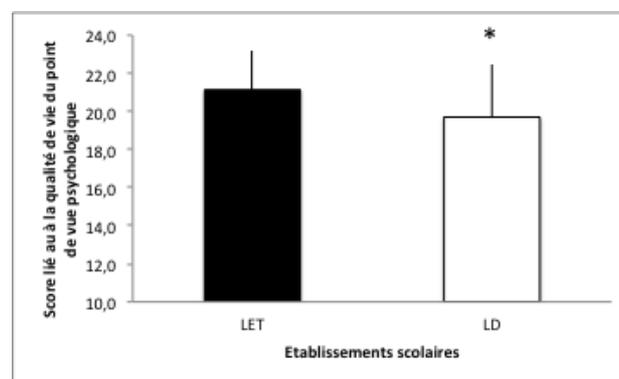


Figure 19 : Scores liés à la qualité de vie du point de vue psychologique pour le lycée expérimentateur (LET) et le lycée témoin (LD). \* représente des différences significatives à  $p < 0,05$ .

En effet, de nombreuses études dans la littérature montrent que l'activité physique a un impact important sur la santé mentale (McPhie & Rawana, 2015). Les scores liés aux questions sur le sentiment d'accomplissement (« Est-ce que votre vie a un sens ? »), et aux capacités de concentration (« Êtes-vous capable de vous concentrer ? »), suivent logiquement ce résultat. Il semble que l'organisation proposée au sein du lycée expérimental Eugène Thomas permette aux élèves de trouver un meilleur « confort mental » dans la poursuite de leurs études. La possibilité de pratiquer fréquemment des activités physiques semble une stratégie efficace pour améliorer cet aspect de la qualité de vie. Ces résultats sont en désaccord avec l'étude de Do et Alluin (2010) qui n'a pas montré d'effets réels sur les capacités de concentration chez les élèves ayant bénéficié de l'expérimentation « cours le matin, sport l'après-midi ». Toutefois, chacun des établissements ayant participé à cette étude étaient libres de sa

stratégie d'organisation et du choix des offres de pratique physiques proposées.

Le genre ne semble pas impacter significativement la qualité générale de vie ( $p = 0,08$ ). Les résultats mettent en évidence une interaction des variables genre, établissement et statut sportif. En fonction de l'établissement, le fait d'être une fille ou un garçon sportif ne génère pas les mêmes effets sur la qualité psychologique de vie. Pour le lycée expérimental, le fait de pratiquer le sport n'influence pas significativement la perception de qualité de vie psychologique chez les garçons. Ce qui n'est pas le cas dans le lycée témoin. Pour les filles du lycée expérimental, la pratique d'une activité physique augmente les scores psychologiques, à l'inverse des filles du lycée témoin. Même si les résultats sont à interpréter avec précaution, ces tendances nous alertent sur le contexte de pratique et la nature de l'offre des activités. De nombreuses études ont mis en évidence l'inégalité de genre concernant les choix de pratiques proposées en EPS et en UNSS. Les propositions danse, fitness, aerobic, step (UNSS) et le projet théâtre-danse semblent avoir un impact positif pour les filles du lycée expérimental, même si la représentativité des filles sportives reste faible (14 % de l'échantillon). Les filles du lycée témoin apparaissent ne pas bénéficier d'une telle pratique, voire même d'en pâtir avec une diminution du score lié aux dimensions psychologiques et aux relations sociales ( $p = 0,08$ ). Le fait de pratiquer en minorité par rapport à leurs collègues féminines ne semble pas favoriser ces dimensions de leur qualité de vie de lycéenne. Être sportive dans le lycée expérimental apparaît plus bénéfique du point de vue psychologique. Une analyse plus précise par entretien aurait permis de connaître les raisons de cette différence entre les deux lycées. Une hypothèse serait qu'un emploi du temps naturellement organisé autour des activités physiques ne rende plus les filles sportives comme atypiques, surtout si l'offre des activités correspond à leurs attentes et leurs motivations. De futures investigations seront nécessaires pour mesurer plus finement ce type d'emploi du temps laissant une place importante aux activités physiques et sportives. Le fait de limiter les expérimentations à une année limite considérablement les effets attendus et ne permettent pas d'évaluer la dynamique du bien-être au long de la scolarité.

Ce type d'étude démontre l'utilité d'une analyse multi-niveau associant des variables individuelles, (sportif vs non sportif, genre) et des variables liées au milieu de vie (ici l'emploi du temps et l'offre de pratiques physiques dans un établissement).

## **2. Promouvoir la santé par la pratique prolongée de la natation : le cas des nageurs masters.**

Le chapitre suivant s'appuie sur des travaux publiés ou communiqués lors de congrès.

### **Publications**

**Potdevin F**, Vanlerberghe G, Zuinquin G, Pezé T, Theunynck D. (2015). Evaluation of Global Health in Master Swimmers Involved in French National Championships. *Sports Medicine Open* (2015) 1:12

### **Communications**

Pelayo P., Vanlerberghe G., **Potdevin F**. (2014). Physiological and Psychological Health in French Master Swimmers. VIIth Swimming & Science Symposium, Wroclaw, Pologne, 29-30 mai 2014.

**Potdevin F**, Vanlerberghe G, Zuinquin G, Pezze D, Theuninck D. (2014). Evaluation of Master Swimmers Health: the Case of French National Championships. XIIth International Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming. Canberra, Australia 28 April-2 May 2014.

Vanlerberghe G, **Potdevin F**, Bui-Xuân G, Zuinquin G, Theunynck D. (2012). Résultats préliminaires sur les raisons de nager en compétition et l'attention en course des nageurs vétérans, Congrès de l'AFRAPS, Nancy.

**Potdevin F**, Vanlerberghe G, Zuinquin G, Pezé T & Theunynck D. 2013. La natation pratiquée tout au long de la vie est-elle bénéfique pour la santé ? Colloque « le sport est il un médicament ? », Lille 14 novembre.

**Potdevin F**, Vanlerberghe G, Theuninck D. 2012. Les nageurs des championnats de France master en bonne santé ? Congrès de la FFN, Nagez-Forme-Santé. Dunkerque.

### **Vulgarisation**

Normani C, Mobailly A, Sidney M, **Potdevin F**. (2010). Qui sont les nageurs de nos piscines?, revue *Toute La Natation* 87, P 46-49.

Parmi le panel des activités physiques les plus réputées pour leurs effets positifs sur la santé, la pratique de la natation est souvent citée en exemple dans de nombreux rapports scientifiques. De nombreuses études ont mis en évidence des bénéfices multiples sur la santé, tels que la prévention de maladies cardio-vasculaires (European Society of Cardiology, 2003; Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure, 1997) et cardio respiratoires (Rezaimanesh, 20011; Sieverdes et al., 20011); sur les caractéristiques anthropométriques prédictives d'état de santé comme le poids, la masse graisseuse, le tour de taille et l'indice de masse corporel (Cox et al., 2010; Sacher et al., 2010); et la

pression artérielle (Tanaka et al., 1995). Considérée avant tout comme une activité de nature aérobie, la natation impacte également des aspects mentaux de la santé en limitant l'anxiété, la dépression et en augmentant l'estime de soi (Guszkowska, 2004 ; Saiiaria et al., 2011). Même si quelques études menées sur des nageurs très entraînés montrent que ce sport peut avoir des effets néfastes sur le système respiratoire à cause d'un environnement chimique chloré (Bougault et al., 2009) ou génère des blessures spécifiques à l'épaule ou la colonne vertébrale (Gaunt et al., 2014), la natation est reconnue dans le monde entier comme une activité favorable à l'entretien et l'amélioration de la santé.

La plupart des études ayant pour objectif d'évaluer l'impact de la natation sur la santé se focalisent, soit sur des paramètres physiologiques de la santé, soit sur ses aspects psychosociologiques. De plus, ces études sont menées sur des périodes de pratique relativement courtes (de 6 semaines à 1 an) ne permettant pas de mesurer un réel effet à long terme de cette pratique sur la santé. Pourtant, selon la définition de l'OMS largement reprise dans de nombreux rapports, la santé se caractérise par un état à la fois physique mental et sociale, suggérant des analyses multi niveaux si l'on souhaite mesurer efficacement les bénéfices d'une telle pratique. Nous avons donc choisi de mesurer l'état de santé des nageurs engagés dans les championnats de France masters. Cette population se caractérise par un bon niveau de pratique et des temps d'entraînement hebdomadaires élevés. Elle présente l'avantage de réunir des individus de 25 à 100 ans et plus, permettant ainsi de mesurer l'impact de ce sport sur la santé lorsqu'il est pratiqué sur des temps très longs. Notre hypothèse de recherche est que les nageurs masters ont un état de santé général significativement meilleur qu'une population standard.

Lors des championnats masters organisés à Calais en 2011, nous avons testé 490 nageurs (227 femmes et 263 hommes) sur les 1554 compétiteurs. Nous avons mesuré leurs caractéristiques physiques et respiratoires (taille (m), poids (kg), débitmètre respiratoire (l.min<sup>-1</sup>)), et avons fait passer des tests relatifs à la santé mentale (SF 36, Ware et Sherbourne, 1992), à la quantité d'activité physique (IPAQ, Craig et al., 2003) et la prise de médicaments. Notre hypothèse de recherche était que ces nageurs ayant une durée moyenne d'entraînement de  $21 \pm 13,6$  ans en natation, manifestait des marqueurs de santé physiques, respiratoires et mentaux significativement supérieurs aux normes reportées dans les études nationales françaises et européennes, et que les effets de la

pratique de la natation limitait leur consommation de médicaments.

Les résultats présentés dans le tableau II montrent logiquement que l'entraînement en natation augmente significativement la quantité d'activité physique, même si pour certaines tranches d'âge, les nageurs masters développent des quantités d'activité significativement supérieures aux normes sans avoir recours à l'activité de natation. Un de nos résultats significatifs met en évidence que les proportions de nageurs obèses (Indice de Masse Corporelle supérieure à  $30 \text{ kg.m}^{-2}$ ) sont logiquement plus faibles que les normes nationales, mais que le taux de nageurs en surpoids (IMC compris entre  $25$  et  $30 \text{ kg.m}^{-2}$ ) n'est pas différent des proportions rencontrées dans des populations standards. Ce résultat confirme que pratiquer la natation, de façon intense et longue ne permet pas de perdre du poids de façon importante (Gwinup, 1987).

**Tableau II : Comparaison de la quantité d'activité physique (MET.h.semaine<sup>-1</sup>) chez les nageurs masters par rapport aux normes européennes (Potdevin et al. 2015).**

Age (years)	Physical activity excluding swimming activity (MET-h.week <sup>-1</sup> )	Physical activity including swimming activity (MET-h.week <sup>-1</sup> )	European reference values (MET-h.week <sup>-1</sup> )
25-34	83 ± 154.4* (127.1 %)	111.5 ± 159.2* (205.1 %)	36.5
35-44	48.5 ± 93.7 (32.3 %)	79.7 ± 96.5* (117.4 %)	36.6
45-54	64.5 ± 110.7* (87.2 %)	96.5 ± 113.4* (180.1 %)	34.5
55-64	41.1 ± 62.8 (28.1 %)	75.1 ± 67.3* (134.3 %)	32.1
>65	24 ± 33.7 (-4 %)	48.8 ± 42.2* (94.9 %)	25.1

\* représente une différence significative ( $p < 0,05$ ) avec les valeurs de référence en Europe

Concernant la santé respiratoire (tableau IV), caractérisée par les valeurs de volume expiratoire (L.min<sup>-1</sup>), nos résultats montrent que les nageuses bénéficient davantage de la pratique natatoire que les hommes, telles en témoignent les différences significatives plus nombreuses dans le groupe des femmes. Notons que les valeurs mesurées ont été comparées aux valeurs théoriques des nageurs reflétant une bonne santé respiratoire. Si l'ensemble des nageurs ont des valeurs jugées révélatrices de bonne santé et confirment de nombreuses études des effets positifs de la natation sur l'ensemble des paramètres respiratoires (Courteix et al., 1997 ; Mehrotra et al., 1997 ; Doherty et al. 1997), nos résultats suggèrent que les femmes, en développant une activité physique nettement supérieure à la population standard, atteignent des valeurs

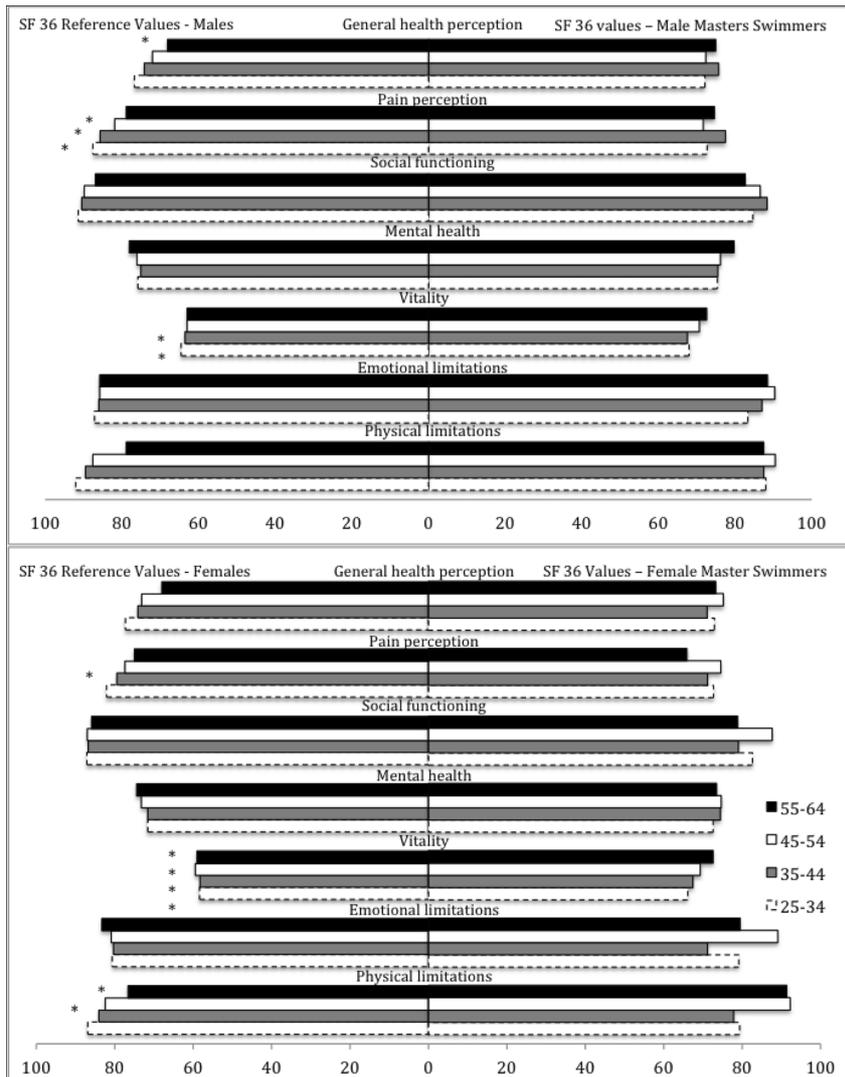
qui dépassent les normes de bonne santé respiratoire.

**Tableau IV : Comparaison des valeurs de peak flow chez les nageurs masters par rapport aux valeurs de référence (Potdevin et al. 2015).**

Age (years)	Females		Males	
	Measured PEF (l.min <sup>-1</sup> )	Reference values (l.min <sup>-1</sup> )	Measured PEF (l.min <sup>-1</sup> )	Reference values (l.min <sup>-1</sup> )
25-29	493 ± 70*	441 ± 8	641 ± 81	627 ± 11
30-39	479 ± 66*	445 ± 8	643 ± 74	643 ± 13
40-49	482 ± 77*	429 ± 10	658 ± 74*	623 ± 32
50-59	476 ± 71*	407 ± 11	622 ± 99	598 ± 17
60-69	434 ± 89	377 ± 9	599 ± 107	540 ± 20
>70	305 ± 107	334 ± 17	529 ± 104	468 ± 42

\*Significant difference between measured peak expiratory flow (PEF) and estimated PEF at  $p < 0.05$

Le questionnaire SF 36 a été utilisé pour mesurer l'état de santé mental et social de la population des nageurs masters, en comparant les différentes valeurs aux normes françaises et/ou européennes (figure 20). Nos résultats ne montrent pas de différences significatives avec les valeurs standards en ce qui concerne les relations sociales, les problèmes émotionnels, la santé mentale et la perception globale de sa santé. La perception de sa vitalité est significativement plus élevée chez l'ensemble des classes d'âge pour les femmes, et pour les groupes plus âgés chez les hommes. Toutefois, concernant la perception de la douleur corporelle, les scores sont significativement plus faibles chez les nageurs et nageuses masters que la population standard. Alors qu'il est couramment admis que la pratique de la natation génère des effets positifs sur l'ensemble des paramètres de santé, il apparait ici que cette pratique génère une perception des douleurs plus élevées, impactant négativement une dimension de la santé mentale. Une grande quantité de pratique se déroulant dans un milieu antigraavitaire, ou une activité essentiellement proprioceptive induisant une attention plus soutenue sur l'ensemble de ses mouvements, sont des pistes à explorer pour expliquer ce résultat présent chez les hommes comme chez les femmes.



**Fig. 1** Short form 36 (SF 36) score comparison between French competitive master swimmers (FCMS) and reference values taken from Jenkinson et al. (1993). Alpha Cronbach coefficient values were 0.70 for physical limitations, 0.77 for emotional limitations, 0.72 for vitality, 0.78 for mental health, 0.75 for social functioning, 0.71 for pain perception, and 0.70 for general health perception. \*Significant difference between FCMS and the reference values at  $p < 0.05$

*Figure 20 : Comparaison des scores du test SF 36 entre les nageurs et nageuses master et les normes internationales (Potdevin et al., 2015).*

La consommation de médicaments chez les nageurs par catégorie de maladies, est significativement plus faible que les valeurs reportées dans différents rapports nationaux (Allonier et al., 2006 ; Godet-Thobie et al., 2008 ; Delmas et Fujrman, 2010). Notre étude montre alors que sur la plupart des indicateurs retenus, les nageurs masters manifestent des scores révélateurs de bonne santé, voire de très bonne santé. De plus, une consommation inférieure de traitements médicamenteux confère à la pratique de la natation un rôle de maintien voire d'amélioration de la santé, mais surtout un rôle de protection de la santé lorsque cette pratique s'effectue avec quantité et longévité.

**Tableau V : Comparaison des taux de consommation médicamenteuses par maladies entre les nageurs masters et les moyennes nationales françaises (Potdevin et al., 2015).**

Drug consumption	Prevalence of master swimmers (%)	French national values (%)
Bones and joints	3.5	23
Cardiovascular	3.5	29
Respiratory, ear noise, and throat	4	10.2
Digestive	1.4	20
Mental	2	13
Probability		*

\*Significant difference ( $p < 0.05$ ) in comparison across all disease categories between prevalence of master swimmers and French values

Au travers cette étude, nous avons tenté d'objectiver des prétendus bienfaits de certaines pratiques physiques comme la natation par des mesures expérimentales. Notre approche a consisté à considérer la santé comme une dimension physique, psychologique et sociale. Nos résultats mettent en évidence que la natation pratiquée régulièrement à tous les âges de la vie génère des effets multiples positifs sur la santé, (notamment sur la population des nageuses) mais également des effets négatifs relatifs à la perception des douleurs.

#### **Partie 4. Promouvoir un engagement durable et responsable dans les activités physiques et sportives.**

Promouvoir l'activité physique à tous les âges de la vie représente l'un des enjeux forts de santé publique dans l'ensemble des pays industrialisés. Parmi les outils de promotion de la santé, l'éducation à la santé et à l'activité physique représente un des axes d'étude et d'actions puissants pour relever ce défi. Les stratégies développées chez les actifs physiques pour améliorer ou entretenir leur propre santé par l'activité physique restent encore méconnues. Si de nombreux rapports (OMS, American College) décrivent les fréquences de pratique et leurs bénéfices sanitaires, les contenus des pratiques et les facteurs favorisant une pratique physique autonome et persistante ont des difficultés à être théorisés. Dans ce cadre, nos travaux ont pour objectif 1/ d'identifier les formes de pratiques autonomes et leurs contenus afin de mieux adapter l'éducation à l'activité physique et à la persistance du comportement actif ; 2/de mieux comprendre les processus qui engagent les pratiquants dans une pratique physique en analysant les interactions entre leurs croyances, motivations, histoire personnelles, contextes, objectifs poursuivis, et les contenus et stratégies de pratique. Comme nous l'avons décrit en partie une, notre approche s'inscrit dans une vision écologique de l'engagement dans l'activité physique en considérant les comportements comme des phénomènes émergents d'un ensemble de facteurs et de variables en interaction.

La littérature est très riche concernant les « épidémiologies » de l'activité physique et l'identification des déterminants de l'engagement dans la pratique physique. Pour autant, si les modèles se diversifient et se complexifient, la problématique du décrochage de l'activité physique chez les jeunes reste entier, voire s'aggrave, telle en témoignent les dernières études en France (PISA, 2015). Dans ce contexte, notre recherche a pour but d'améliorer les stratégies d'éducation pour une pratique physique responsable en étudiant les contenus de pratique des sportifs autonomes afin d'éclairer les contenus de formation.

Une première étude ciblée sur les nageurs qui s'entraînent de manière autonome dans la ville de Paris a montré « le poids » des interactions de certaines variables (genre, âge, objectifs poursuivis) sur les contenus de séances de natation. Afin d'identifier les différents profils de pratiquants sportifs et non sportifs, la seconde étude présentée ici

et non encore publiée, étudie un public de jeunes joggeurs, comparé à une population sédentaire ayant les mêmes caractéristiques.

L'originalité de nos travaux réside dans l'approche multifactorielle entreprise pour comprendre l'émergence de différents types de stratégies liées à l'engagement dans l'activité physique. A notre connaissance, nous sommes également les seuls à adopter une démarche consistant à analyser les comportements des actifs physiques à l'âge adulte pour questionner les programmes de formation scolaires relatifs à l'éducation à la santé par l'activité physique. Ces derniers travaux n'ont pas fait l'objet de publications et représentent les perspectives originales de recherche dans cette thématique.

## **1. Analyse des stratégies d'auto-entraînement des nageurs « loisirs »**

Le chapitre suivant s'appuie sur des travaux publiés ou communiqués lors de congrès.

### **Publications**

**Potdevin F**, Normani C, Pelayo P. (2013). Examining self training procedures in leisure swimming. *Journal of Sports Science and Medicine* (12), 716-723. (SJR Q1-IF = 1,99)

### **Communications**

**Potdevin F**, Normani C, Sidney M, Pelayo P. (2014). Self training strategies in leisure swimming : gender and age effect. XIIth International Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming. Canberra, Australia 28 April-2 May 2014.

Pelayo P, Normani C, **Potdevin F**. (2012). Self training procedures in swimmers practicing in public sessions, the 6th International Symposium, Swimming & Science Wroclaw, 26-27 april 2012.

**Potdevin F**. (2012). Des pratiques d'entraînement aux pratiques d'enseignement au savoir s'entraîner en natation : le cas des élèves de seconde. Journées de l'AEEPS, Créteil.

### **Vulgarisation**

Normani C, Mobailly A, Sidney M, **Potdevin F**. (2010). Qui sont les nageurs de nos piscines? *Revue Toute La Natation* 87, P 46-49.

Les modèles théoriques sont nombreux concernant les déterminants d'un engagement durable dans la pratique physique. De nombreuses études ont mis en

évidence le poids de certaines variables démographiques, biologiques, psychologiques, sociales, culturelles ou de l'environnement physique (Bauman et al., 2002; Dishman, 1982; Sallis and Hovell, 1990; Sallis et al., 1992; Sallis and Owen, 1999; Trost et al., 2002) nécessitant le recours à une approche systémique pour l'étude de ce phénomène. De plus, il existe de nombreux rapports concernant la quantification de l'activité physique dans différents domaines (travail, domicile, pratiques sportives) selon des approches géographiques, culturelles et sociales (Bauman et al, 2009; Rutten and Abu Omar, 2004; Sjöström et al., 2006).

Paradoxalement, très peu d'études, à notre connaissance se proposent d'étudier de façon qualitative les contenus des séances de pratique dans la population pouvant être considérée comme modèle, car engagée de façon autonome dans l'activité physique. Cette connaissance des contenus de pratique associée aux objectifs poursuivis par ces pratiquants autonomes, peut à notre sens, enrichir les stratégies d'éducation à la pratique physique lors de l'enseignement de l'EPS. La littérature nous alerte sur les effets de l'âge et du genre sur les motivations poursuivies lors des pratiques physiques (Brunet and Sabiston, 2011; Leit et al., 2002; Mc Cabe and Ricciardelli, 2004; Miller et al., 2000). Il nous paraît donc pertinent d'analyser finement les contenus de séance de pratique autonome en lien avec ces variables afin de mieux cerner les conditions qui permettent à 14 millions de français de s'auto-entraîner de façon autonome et régulière (Lefebvre and Thiery, 2010). La natation faisant partie des pratiques physiques les plus plébiscitées par cette population avec 3 millions de pratiquants réguliers (Muller, 2005), nous avons choisi d'explorer les contenus des séances des nageurs autonomes.

A partir de l'analyse des contenus de séances de 387 nageurs autonomes (233 hommes et 154 femmes) recrutés via un site internet des nageurs de Paris (<http://www.nageurs.com>) sur une durée de 15 jours, nous avons réalisé une analyse exploratoire à partir de 12 variables : âge, genre, fréquence de pratique, expérience d'entraînement, principal objectif poursuivi, principale raison du choix de la natation, durée d'une séance, distance d'une séance, nages utilisées, matériel utilisé, capacité à contrôler son entraînement, évolution de l'entraînement. L'analyse factorielle des correspondances multiples (AFCM) met en évidence un effet genre et un effet âge sur les stratégies utilisées pour s'entraîner en autonomie.

La représentation graphique des variables contribuant significativement au

premier facteur de l'AFCM est présentée en figure 21. Notons que ce premier facteur représente 53% de la variance totale et inclut l'ensemble des variables qui composent une séance de natation (distance, durée, nage), et se partage entre les hommes (à gauche de l'axe) et les femmes (à droite). Ces résultats mettent en évidence une stratégie totalement différente de gestion de l'auto-entraînement entre les hommes qui privilégient le crawl, l'utilisation des plaquettes et pull -buoy, et s'organisent par rapport à la distance nagée ; et les femmes qui s'organisent selon la durée de la séance, privilégiant la brasse. Les comparaisons genrées mettent également en évidence une utilisation du matériel significativement différente chez les femmes avec notamment la planche et les palmes. Nos résultats corroborent les différentes études liées à l'aspiration des hommes et des femmes dans la pratique sportive, comme la poursuite d'objectifs esthétiques privilégiant le haut du corps chez les hommes (Leit et al., 2002; Mc Cabe and Ricciardelli, 2004).

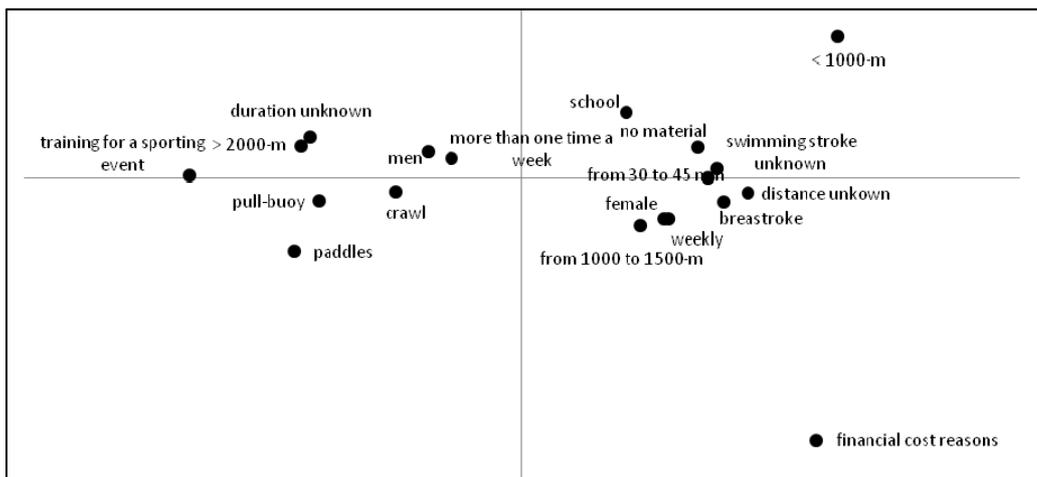


Figure 21 : Variables significativement corrélées au premier axe projetées sur les deux premiers axes (Potdevin et al., 2013)

Ces résultats nous semblent intéressants à prendre en compte dans l'éducation à la santé par le sport dans le milieu scolaire dans la mesure où il paraît important de proposer des contenus techniques liés à l'utilisation du matériel, la structure d'une séance selon qu'elle soit organisée par la distance ou la durée, et la découverte de l'effet de différents exercices sur la mobilisation de différents groupes musculaires.

Le deuxième axe est représenté par la figure 22, et correspond à 11% de la variance totale. Nous l'avons interprété comme l'évolution des stratégies

d'entraînement en fonction de l'âge au regard des différentes positions de cette variable sur cet axe. Il apparaît que pour les 20-30 ans, les stratégies au cours de l'année diffèrent selon soit une progression (de distance ou d'intensité), soit la réplication complète du même entraînement. Les objectifs poursuivis sont liés à la fois à des bénéfices de santé et de visées esthétiques du corps. Pour les catégories d'âge supérieures, les bénéfices santé semblent les plus recherchés en s'engageant sur des séances contrôlées et identiques tout au long de l'année.

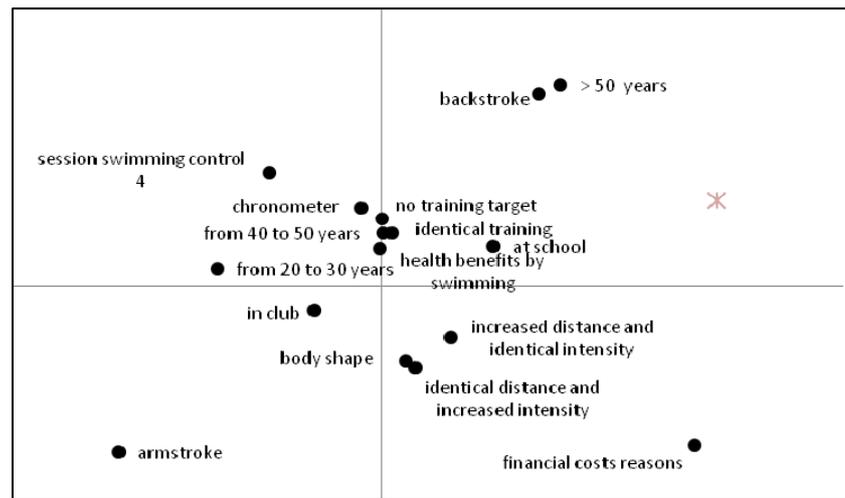


Figure 22 : Variables significativement corrélées au deuxième axe projetées sur les deux premiers axes (Potdevin et al., 2013).

Ces résultats, uniques à notre connaissances car basés sur les contenus de séances de population actives en autonomie, mettent en évidence que l'éducation à la santé par le sport doit s'inspirer des comportements, attitudes et connaissances développées par les populations « modèles » ou « de référence » qui s'engagent de façon durable et autonome dans la pratique sportive. La natation à l'école est souvent limitée à sa dimension sportive et compétitrice au lycée, en considérant les lycéens et lycéennes comme une groupe homogène du point de vue des aspirations. Nos résultats mettent en évidence qu'il existe des durées et distances de pratique auxquelles il faut former les élèves à s'engager, et que ces dimensions peuvent avoir un sens différent selon le genre. Il nous semble également important de sensibiliser les élèves à différents objectifs possibles qui peuvent être poursuivis par la natation comme gérer sa santé physique, mentale, sociale, ou se préparer à une manifestation sportive.

Enfin, nos résultats nous invitent à préconiser un environnement favorisant l'adhérence et la persévérance à cette pratique en proposant, dans les piscines

publiques, un accompagnement des nageurs autonomes concernant les exercices possibles à mettre en place en fonction du matériel disponible.

## **2. Comparaison des jeunes adultes sportifs et non sportifs à la sortie du système scolaire : analyse des conditions nécessaires à la persistance de l'engagement dans l'activité physique : le cas du jogging.**

Ce dernier chapitre présenté dans cette HDR expose un champ de recherche mené actuellement qui n'a pas encore été publié à l'exception d'une communication lors d'un congrès. Cette partie représente des contenus scientifiques inédits et originaux, dans la continuité des travaux poursuivis depuis une dizaine d'années. En concevant l'engagement dans la pratique physique et sportive comme un phénomène dynamique, évoluant dans le temps et soumis à une interaction de variables présentes et passées, nous avons élaboré une méthodologie originale basée sur la comparaison de population sportives et non sportives, mais identiques du point de vue social au moment de l'investigation. Notre recueil de données s'appuie sur des variables liées à l'histoire de l'individu, ainsi que sur différentes dimensions psychologiques. L'enjeu est d'identifier des interactions de variables pouvant significativement influencer les comportements des individus envers un engagement durable dans les activités physiques. Cette identification devant amener à mieux repenser les logiques de formation en éducation physique et sportive au lycée.

### **Communications**

Baude-Risquebourg F, **Potdevin F.** Que retiennent les jeunes de leur éducation à la santé et à l'activité physique à la sortie du système scolaire? X<sup>ème</sup> Biennale de l'ARIS. Lille, 19-21 juin 2018.

La thématique de l'activité physique et des liens intimes qu'elle entretient avec la santé est au cœur des contenus de formation scolaires et traverse différentes disciplines d'enseignement. Les enjeux de formation sont à la hauteur des défis sociétaux actuels relatifs en la capacité de gérer sa vie physique de manière autonome et responsable. Les études nationales mettent en évidence que la population française dans son ensemble est relativement active physiquement en s'engageant dans des pratiques sportives de manière régulière. Selon l'enquête du Centre National de Développement du Sport de 2010, 65 % des français de plus de 15 ans déclarent s'engager dans une

activité physique au moins une fois par semaine tout au long de l'année. Parmi les sports les plus pratiqués, la natation et le footing apparaissent régulièrement en tête des classements (centre national de développement du sport, 2003, 2010) avec le fitness/musculation et le football (notamment pour les garçons). Les études plus récentes (enquête UCPA/CREDOC, 2017) confirment ce classement et mettent en évidence que les jeunes de 16 à 25 ans sont généralement actifs physiquement, mais aspirent à des pratiques de moins en moins encadrées, diminuant ainsi l'adhésion à des clubs et la participation à des compétitions sportives traditionnelles. Notons toutefois que certaines études, basées sur des échantillons pourtant tout aussi importants, montrent que les jeunes français de moins de 15 ans sont ceux qui pratiquent le moins une activité intense et modérée en dehors de l'école (PISA, 2015). Ainsi, parce que les adolescents et jeunes adultes représentent les populations adultes de demain, il apparaît pertinent de les former à s'engager de façon autonome et responsable dans les pratiques physiques, d'autant plus qu'ils s'éloignent de plus en plus des pratiques encadrées traditionnelles.

Dans la littérature scientifique, l'éducation à la santé peut s'appréhender à travers deux types de stratégies (Turcotte et al., 2007). La première, nommée « modification des comportements », est centrée sur l'apprentissage des comportements favorables à la prévention des risques existant pour la santé. Elle résulterait d'une histoire de l'éducation à la santé très souvent rattachée à la prévention des maladies (Hagan, 1988). La deuxième tendance s'oppose à la première en délaissant la notion de transmission de comportements jugés comme souhaitables, pour se centrer sur une gestion appropriative de la santé. Ainsi, l'éducation à la santé selon cette deuxième tendance doit permettre de percevoir clairement les risques pour sa santé et de pouvoir et vouloir choisir les comportements les plus efficaces pour affronter ces risques. Cette stratégie se rapproche du concept « d'empowerment », largement étudié en sciences humaines et sociales dans de multiples domaines, et qui se traduit littéralement par « un gain de pouvoir d'action » (Cattaneo et Chapman, 2010). Ce concept a été utilisé dans le domaine de l'activité physique et de l'éducation physique et sportive. Moore et Fry (2017) ont montré qu'avoir un empowerment élevé était fortement corrélé à la satisfaction de pratiquer une activité physique en dehors de l'école chez des collégiens et lycéens. Ainsi, devenir responsable de son activité physique en définissant ses propres objectifs apparaîtrait comme un moyen puissant pour engager les jeunes

lycéens dans les pratiques physiques de façon durable. Ce désir d'émancipation, les préconisations à prendre en main sa santé (Charte d'Ottawa, 1986) invitent les éducateurs, les enseignants ou les entraîneurs à former des pratiquants éclairés, capables d'organiser, maîtriser et gérer leurs propres pratiques physiques. La finalité d'une responsabilisation du pratiquant vis à vis de lui-même, des autres ou de l'environnement questionne les démarches d'intervention et le rôle tenu par les formateurs et intervenants notamment dans le domaine scolaire.

Toutefois, si l'école et notamment les programmes d'Education Physique et Sportive vise à former les élèves à une gestion de la vie physique future dès la sortie du système secondaire, la période d'entrée dans l'âge adulte caractérisée par un bouleversement des habitudes de vie est reconnue comme un facteur diminuant l'activité physique (Poriau et Delens, 2018 ; Allender, et al., 2008 ; Télama et al., 2005). Le manque de temps et d'envie provoqué par les conflits d'intérêts entre plusieurs activités (Willis et Campbell, 1992 ; Lindner et al., 1991 ; Gould et al., 1982) apparaîtrait comme la principale cause d'abandon de la pratique physique à l'entrée en âge adulte. Il nous semble donc très pertinent d'étudier cette population spécifique des 18-24 ans, sportifs et non sportifs, afin de cerner les profils qui différencient les jeunes qui parviennent à s'engager durablement dans les activités physiques malgré des barrières liées au changement des modes de vie, de celles et ceux qui réduisent considérablement leur quantité d'activité physique une fois que les cours d'Education Physique scolaire ne deviennent plus obligatoires.

Les théories de la motivation (Decy et Ryan, 1991), de l'engagement (Scanlan et al., 1993), de la confiance en soi (Bandura, 1993), ou des croyances (Dweck, 1986) mettent en avant certaines dimensions favorables à la persistance de l'engagement dans les activités physiques sur le long terme. Des modèles théoriques plus larges intègrent différentes dimensions afin de théoriser, soit le passage d'un comportement sédentaire à un comportement actif (modèle trans-théorique de Prochaska et Velicer, 1997), soit l'ensemble des variables qui amène à prendre la décision d'adopter un comportement actif Godin (2002) ou de s'engager durablement (Scanlan, 1993). La connaissance de ces théories et modèles nous paraît intéressante pour mieux comprendre le phénomène d'engagement/désengagement durable chez les jeunes adultes afin d'identifier différents profils de pratiquants, et envisager des contenus de formation plus adaptés

aux lycéens dans l'optique d'une formation à la gestion de sa santé par l'activité physique.

Au regard de la multitude des modèles proposés dans la littérature concernant l'activité physique, nous nous proposons d'exposer les fondements qui font le plus consensus et qui ont structuré notre méthodologie d'analyse des profils des jeunes adultes engagés dans la pratique du footing.

### **Motivations et persistance dans l'activité physique**

Si de nombreux modèles théoriques ont été proposés pour expliquer le comportement vis à vis de l'activité physique, la majorité des études expérimentales ont utilisé le modèle de la théorie de l'autodétermination (Deci & Ryan, 2000; Ryan & Deci, 2000; voir Hagger & Chatzisarantis, 2007, pour des revues de littérature spécifiques sur le thème). Le postulat de cette théorie est l'existence de différentes formes de motivations à l'origine des comportements humains qui varieraient selon leur degré d'autodétermination, caractérisé par la liberté de choix et d'envie. Selon cette théorie, ces différentes formes peuvent être placées sur un continuum théorique, allant du plus faible (amotivation) au plus fort degré d'autodétermination (motivation intrinsèque). Plusieurs travaux, menés dans le contexte du sport (Sarrazin et al., 2002 ; Pelletier et al., 2001) et dans le cadre de l'activité physique d'entretien (Ryan et al., 1997 ; Fortier et Grenier, 1999) ont utilisé ce cadre théorique afin de prédire la persistance envers l'activité pratiquée (Sarrazin et al., 2007). Globalement, les résultats montrent que le développement d'une motivation autodéterminée constitue un facteur favorable au maintien de l'engagement dans l'activité physique et sportive. Ainsi, les athlètes ayant abandonné leur activité faisaient preuve de moins de motivation autodéterminée (e.g., intrinsèque ou identifiée) et à l'inverse, de plus de motivation contrôlée (e.g., régulation externe et amotivation) dans les mois précédents leur arrêt (Pelletier et al., 2001 ; Sarrazin et al., 2002).

Dans le cadre de l'exercice d'entretien, plusieurs études prospectives confirment, elles aussi, le rôle positif joué par la motivation autodéterminée dans l'adhérence envers diverses activités. Ainsi, deux études menées auprès de jeunes adultes fréquentant une salle de remise en forme ont démontré un taux d'adhérence supérieur chez les pratiquants ayant des motifs de pratique intrinsèques (i.e., l'amusement), alors que les motifs de nature non autodéterminée comme l'apparence physique ne menaient pas à

plus de persistance (Ryan et al., 1997). De même, une étude menée auprès d'un échantillon d'adultes fréquentant un centre sportif a indiqué que la motivation autodéterminée envers l'exercice, était reliée positivement au temps d'activité physique exercé pendant les quatre semaines ayant suivi le remplissage du questionnaire (Fortier et Grenier, 1999).

### **Croyances et persistance dans l'activité physique**

Réussir à motiver les personnes à s'engager durablement et régulièrement dans des activités physiques et sportives dépend de plusieurs facteurs. Parmi ceux-ci, la croyance positive en sa capacité à tenir son engagement représente l'un des facteurs clés. Le concept d'auto-efficacité perçue renvoie « *aux jugements que les personnes font à propos de leurs capacités à organiser et réaliser des ensembles d'actions requises pour atteindre des types de performances attendues* » (Bandura, 1986) ainsi qu'aux croyances à propos de leurs capacités à mobiliser la motivation, les ressources cognitives et les comportements nécessaires pour exercer un contrôle sur les événements de la vie (Bandura & Wood, 1989). La certitude de pouvoir pratiquer une séance de footing ou de natation, même face à des contraintes temporelles, est un exemple de croyance en son auto-efficacité. Ces croyances sont cruciales pour faire face à une situation nouvelle, difficile, ou lorsqu'une autodiscipline stricte est nécessaire (Sniehotta et al., 2005). De nombreuses études, depuis une trentaine d'années ont mis en évidence que la perception positive de son auto-efficacité, avait une influence significative sur l'intention de pratiquer des exercices physiques et d'en assurer le maintien dans le temps (Dzewaltowski et al., 1990; Feltz & Riessinger, 1990; McAuley, 1992, 1993; Shaw et al., 1992). Concernant les études sur des populations adolescentes (13-18 ans), les résultats montrent que les scores élevés d'auto efficacité à pratiquer l'activité physique sont significativement corrélés à la quantité d'activité physique réellement développée (Van der Horst et al., 2007 ; Williamns et Frech, 2011) ; notons toutefois certaines études qui ne montrent pas de liens significatifs (Bungum & Vincent, 1997; Dilorenzo et al., 1998; Garcia et al., 1995). Chez les jeunes adultes, l'auto efficacité permettrait de mieux réguler et planifier ses stratégies d'activité physique uniquement chez les personnes très motivées à s'engager dans l'activité physique (Zou et al., 2016).

Un autre type de croyances relatives au domaine du sport et de l'activité physique a été étudiée : celui de la nature de l'habileté sportive (Sarrazin et al., 1996).

Ces travaux s'inspirent des premiers travaux explorant les représentations de l'intelligence chez les individus en proposant deux conceptions opposées (Dweck, 1986, 1999, Dweck & Leggett, 1988). La première, appelée théorie de l'entité, considère l'intelligence comme stable et innée, et s'apparente comme un véritable don ou talent. La seconde, appelée théorie de l'incrémentation, considère l'intelligence comme modifiable et fortement corrélée à l'effort et au travail fourni. Ce modèle a été adapté dans le domaine du sport afin d'évaluer les représentations de l'habileté sportive, par la mise en place d'un questionnaire (CNAAQ, conception of the nature of athletic ability questionnaire, Sarrazin et al., 1996), qui a été modifiée (CNAAQ-2, Biddle et al., 2003). Cet outil de mesure psychométrique vise à identifier les différentes conceptions (entité vs incrémentielle), elles même subdivisées en sous catégories (stable et don vs modifiable et travail). D'un point de vue général, considérer l'habileté sportive comme un don stable, ne favorise pas la motivation à pratiquer. Les croyances liées à l'entité de habileté sportive serait un prédicteur d'amotivation (Biddle et al., 2003). A l'inverse, une conception incrémentielle de l'habileté sportive, conçue comme modifiable et représentant les conséquences d'un effort lié au travail ou l'apprentissage serait corrélée au plaisir de pratiquer une activité (Biddle et al., 2003) et à la motivation intrinsèque (Moreno et al., 2010). A notre connaissance, peu d'études ont tenté de mettre en évidence si les croyances de ce type avaient un impact sur l'engagement durable dans les pratiques sportives.

### **Plaisir perçu et activité physique**

En France, les travaux de Perrin (1993) ont montré que les jeunes ayant un rapport hédonique à l'activité physique avaient un engagement beaucoup plus durable dans une vie physique active que ceux ayant un rapport hygiénique à l'activité physique, conçue comme un devoir de santé envers le corps. La persévérance dans l'activité physique sur le long terme serait liée aux sensations de plaisir et de bien-être qu'ils pourront en tirer (Biddle et al., 1994; Dishman, Sallis & Orenstein, 1985). Cette stratégie de promotion de l'activité physique axée sur le plaisir est également défendue par des auteurs comme Biddle et Ekkekakis (2005), qui pointent l'importance qu'il y a à comprendre les processus internes amenant un élève en activité physique, à rechercher ou éviter un certain type d'expérience. De nombreux rapports mettent en évidence que le plaisir perçu est l'un des prédicteurs les plus fiables concernant la participation ou

non participation envers des activités physiques (Allender et al., 2006). Dans une méta-analyse, Rhodes et Kates (2015) montrent qu'un changement positif de perception de plaisir lors de l'exercice est corrélé à des chances de persévérances dans l'activité physique. Cet ensemble de résultats considérant que le plaisir, c'est à dire une réponse affective, peut être une variable clé dans l'engagement durable envers les pratiques physiques renforce la pertinence des théories hédonistes de l'engagement (Manstead et Parker, 1995 ; Zanna et Rempel, 1988 ; Ekkekakis et al., 2013) par rapport aux modèles théoriques mettant en avant les dimensions cognitives et réflexives du comportement comme le modèle transthéorique (Prochaska et Velicer, 1997), le modèle planifié du comportement (Ajzen, 1991).

### **Connaissances et engagement dans l'activité physique**

Escalon et al. (2013) ont étudié les liens entre les connaissances d'un individu sur les recommandations en matière de santé (nutrition et activité physique) et les comportements adoptés. Leurs résultats montrent que le fait de posséder des connaissances liées aux préconisations augmentent significativement l'adoption des comportements souhaités en matière de nutrition et d'activité physique : chez les individus possédant ces connaissances, 47.8% atteignent les recommandations alors qu'ils ne sont que 38.2% à atteindre les seuils souhaités pour les autres.

### **Histoire personnelle et activité physique**

Selon Trudeau et al. (2004), l'activité physique durant l'enfance conditionnerait significativement celle de l'adulte laissant croire en un certain déterminisme lié à l'histoire de chacun. De nombreuses études, basées sur des méthodologies transversales ou rétrospectives, ont tenté de mesurer l'évolution de l'activité physique de l'adolescence à l'âge adulte et ont montré des corrélations significatives entre les quantités d'activité physique entre ces deux périodes de la vie (Barnekow-Bergkvist et al. 1998 ; Engström, 1991 ; Kuh et Cooper, 1992 ; Scott et Willits, 1989 ; Telama et al., 1997 ; Tammelin et al., 2003 ; Vanreusel et al., 1997 ; Malina, 2001). Telama et al. (2005) ont adopté un suivi longitudinal pendant 21 années sur des cohortes de 3, 6, 9, 12 et 15 ans lors de la première mesure (2309 sujets), puis lors de 5 suivis 3, 6, 9, 12, 15 et 21 ans plus tard (1563 sujets restants, 68% de l'échantillon de départ). Les résultats montrent qu'il existe un facteur prédictif fort de l'activité physique entre 9 et 18 ans

envers l'activité physique de l'âge adulte, mais que c'est la continuité de cette activité physique pendant cette tranche d'âge qui renforce le facteur prédictif. Cette continuité de pratique physique lors de l'enfance et l'adolescence serait renforcée par la pratique physique organisée (club, sport scolaire, participation à des compétitions). D'autres études ont également montré le lien entre la participation sportive durant l'enfance et l'adolescence dans un cadre organisé et/ou institutionnel et la poursuite de l'activité physique lors de la vie adulte (Engstrøm, 1991; Van Mechelen et al., 2000; Trost et al., 2002; Tammelin et al., 2003). Dans une étude longitudinale de 10 ans, Kjønnsen et al. (2009) montrent que la pratique sportive de loisir à l'âge de 23 ans est fortement prédite par l'engagement sportif dans des structures organisées entre 13 et 16 ans.

### **Enjeux et buts de l'étude**

A partir de l'analyse de la littérature, nous avons souhaité identifier les variables qui permettent d'engager les lycéens dans une activité physique largement pratiquée en autonomie : le footing. L'enjeu étant d'identifier les variables pouvant influencer les contenus de formation au lycée, notamment ceux dispensés en EPS dans le cadre de la formation au savoir s'entraîner afin d'atteindre des objectifs personnels. Pour ce faire nous avons analysé différentes dimensions du comportement de jeunes adultes (18-24 ans) vis à vis de l'activité physique : leur histoire sportive personnelle, les connaissances acquises relatives au savoir s'entraîner et aux préconisations liées à l'activité physique, leurs motivations, leurs croyances, leur auto-efficacité et le plaisir perçu à pratiquer lors de leur adolescence en EPS.

### **Méthodologie**

Notre étude s'est basée sur l'entretien en direct par questionnaire de 174 joggeurs (89 filles et 85 garçons) recrutés sur un lieu de footing de centre ville pendant la période hivernale. Les critères d'inclusion étaient d'avoir entre 18 et 24 ans, d'avoir réalisé leur scolarité en France, de courir seule au moins une fois par semaine et ce depuis plusieurs mois, et d'être autonome dans le choix de son contenu de séance. Dans un second temps, un échantillon de 167 participants, semblables au premier échantillon selon des critères sociologiques, a été recruté au centre de cette même ville lors du

printemps de la même année. Le critère d'inclusion principal était de ne pas avoir pratiqué de sport durant les 6 derniers mois. Les questions posées étaient liées à l'histoire personnelle vis à vis du sport, au profil motivationnel (test BREQ-2), aux croyances vis à vis des habiletés sportives (CNAAQ 2), à l'auto-efficacité (Sallis, 1996 ; Eckaout et al., 2012), à la quantité d'activité physique hebdomadaire (IPAQ), et à deux tests de connaissances relatives aux contenus scolaires de classe de seconde générale ainsi qu'aux préconisations de l'activité physique de l'OMS.

Les analyses statistiques présentées dans cette habilitation à diriger la recherche sont de deux ordres. La première consiste en la comparaison entre le groupe sportif et non sportif sur les différentes dimensions questionnées. La seconde consiste en une analyse factorielle des correspondances multiples de l'ensemble des données associées à une analyse par Cluster. L'enjeu étant de déceler des profils de pratiquants et non pratiquants sportifs associées à des variables discriminantes.

## **Résultats**

### **1. Comparaisons entre le groupe de joggeurs et le groupe des non sportifs.**

Logiquement, le groupe « joggeurs » recruté en activité de footing développe une quantité d'activité physique significativement supérieure aux groupes non sportifs ( $2887,03 \pm 2009,49$  vs  $1677,49 \pm 1875,70$  MET.min<sup>-1</sup>.semaine<sup>-1</sup>, figure 23). La mesure temporelle d'inactivité physique par semaine reste quasiment identique ( $390,14 \pm 168,62$  vs  $385,29 \pm 185,69$  min<sup>-1</sup>.semaine<sup>-1</sup>). Notons que selon l'OMS, la quantité minimale à développer par semaine pour la tranche d'âge 18-54 ans est de 600 MET et qu'il est recommandé de doubler cette quantité pour avoir un réel bénéfice de l'activité physique sur la santé. En ce sens, le groupe témoin, recruté selon les mêmes proportions liées au genre, au statut (étudiant, sans emploi en activité) ou selon le bac obtenu (sans, avec baccalauréat général et technologique, bac professionnel) ne peut pas être considéré comme un groupe sédentaire malgré le critère d'inclusion de l'étude qui était de répondre par la négative à la question (« Est ce que vous faites du sport au moins une fois par mois ? »). L'analyse plus fine des résultats montre que le groupe joggeurs développe logiquement davantage d'activité intense, mais les résultats restent assez proches concernant les activités modérées et celles de déplacement. Notons également

que les valeurs d'indice de masse corporelle sont relativement proches entre les deux groupes ( $22 \pm 8,64$  vs  $22,44 \pm 3,50$ ) limitant considérablement les effets parasites de cette variable dans nos analyses.

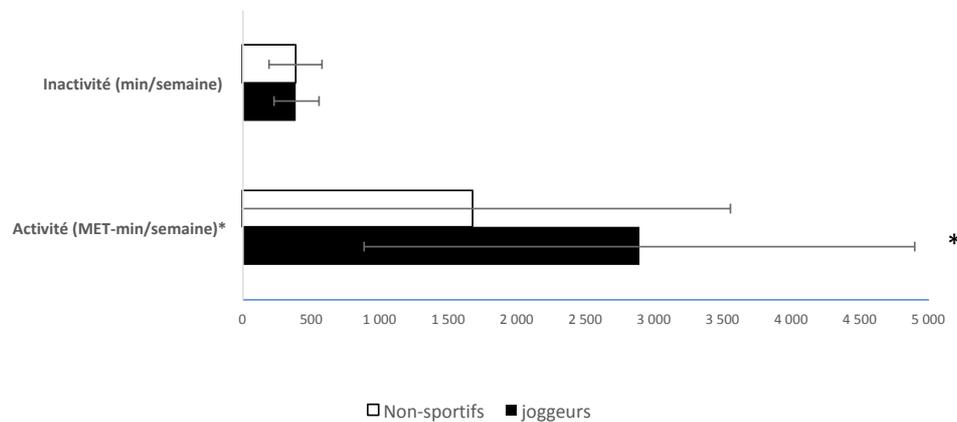


Figure 23 : Temps passé en inactivité et quantification de l'activité physique entre les 2 groupes. \*  $p < 0,05$ .

Les résultats (figure 24) liés aux mesures de la motivation montrent des scores significativement plus élevés pour le groupe joggeurs concernant l'ensemble des dimensions motivationnelles liées à l'auto-détermination (intrinsèque et identifiée). Ce résultat est en totale cohérence avec les résultats de la littérature mentionnée précédemment. Ainsi, pour s'engager durablement dans une activité physique, le développement du plaisir de pratiquer celle-ci pour elle-même ou y voir un moyen d'atteindre ses propres objectifs apparaît fondamental pour s'engager durablement. Notons que le test BREQ 2 utilisé dans notre étude pour sa version plus courte que l'EMS 28 (le plus utilisé dans la littérature) ne mesure pas la motivation intégrée. Notons également que même si les scores de régulations introjectée sont faibles chez les joggeurs, ils restent supérieurs à ceux des non sportifs, suggérant une certaine « culpabilité » si ils ne pratiquent pas leur activité physique. Ces résultats suggèrent, fortement et de manière récurrente, la nécessité de développer le plaisir de pratiquer et/ou la nécessité de pratiquer pour atteindre différents types d'objectifs. Les scores liés au plaisir de pratiquer le sport et l'EPS durant l'enfance et la scolarité sont d'ailleurs significativement supérieurs chez le groupe joggeurs, confirmant une fois encore son caractère prédictif d'un engagement durable dans la vie adulte.

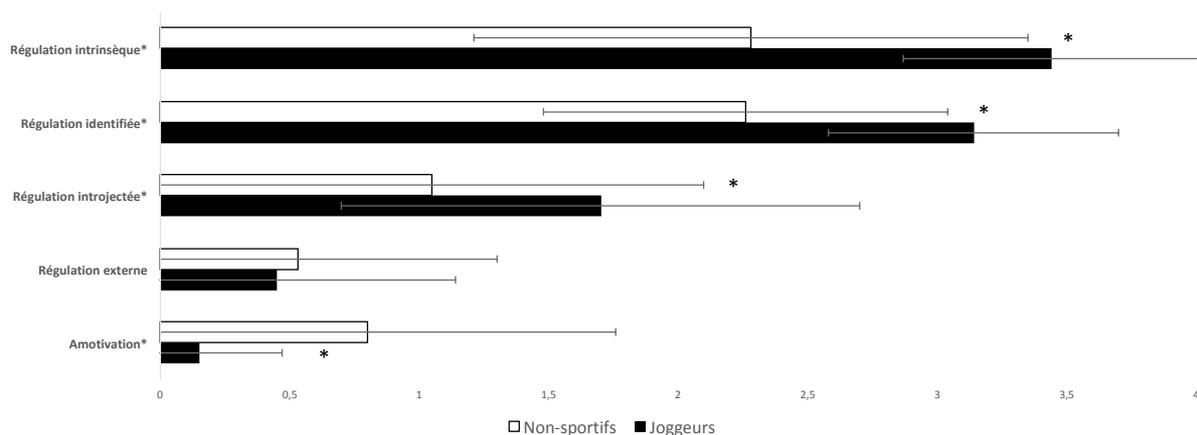


Figure 24 : Comparaison des scores des différents types de motivation entre les 2 groupes. \*  $p < 0,05$ .

Les résultats liés aux croyances en ses propres capacités à maintenir une activité physique régulière sont en cohérence avec les résultats issus de la littérature (figure 25). Ils mettent en évidence une croyance significativement plus forte pour le groupe joggeurs concernant leur adhésion à l'activité physique et le temps à y consacrer. Ces données suggèrent aux enseignants d'EPS d'initier les lycéens à l'organisation temporelle de leur vie physique puisqu'il apparaît que le manque de temps est un des obstacles à la continuité de la pratique dans les études secondaires (Ebersin et al., 2007).

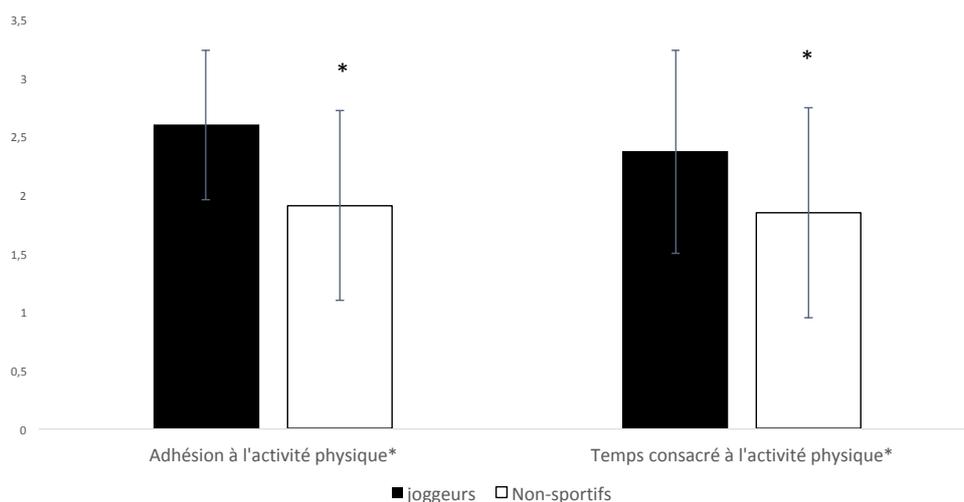


Figure 25 : Comparaison des scores d'auto efficacité relatifs à l'adhésion et le temps consacré à l'activité physique entre les 2 groupes. \*  $p < 0,05$ .

Toutefois, les scores de croyance relatives aux différentes conceptions de l'habileté sportive (entité vs incrémentielle) ne montre aucune différence alors que certains travaux ont montré que les conceptions incrémentielles favorisaient la motivation et l'engagement (Biddle et al., 2003). Ce résultat, en contradiction avec plusieurs études peut s'expliquer au travers le caractère technique « limité » de la course à pied à la différence de nombreuses activités physiques nécessitant l'acquisition d'habiletés spécifiques.

Nos résultats concernant l'évaluation des connaissances des deux groupes vis à vis des préconisations de l'OMS et des contenus scolaires liés à l'entraînement et au fonctionnement du corps humain lors de l'exercice (contenus issus des programmes d'EPS, SVT et de Sciences Physiques de la classe de seconde générale) démontrent un niveau de connaissances relativement faibles dans ces deux domaines, avec des scores en deçà de la moyenne pour les 2 groupes (figure 26). Nous ne notons aucune différence concernant les connaissances liées aux préconisations en termes d'activité physique, alors que l'ensemble des 2 groupes dispensent une quantité d'activité physique selon les normes définies par l'OMS. Les deux groupes se différencient du point de vue des connaissances relatives à l'entraînement et aux connaissances du fonctionnement du corps humain lors d'une activité physique avec des scores significativement supérieurs pour le groupe des joggeurs. Cette variable discriminante entre les deux groupes peut interpeller les enseignants car elle peut favoriser la poursuite de l'activité physique comme le jogging en proposant des outils de contrôle de sa propre activité physique et permettant ainsi de développer le sentiment de compétence et d'autonomie dans la conception de sa séance d'entraînement qui représentent deux des trois besoins fondamentaux de la motivation (Decy et Ryan, 1985, 1991). Notons que, contrairement aux travaux de Loison (2015) qui mettent en évidence une vision trop corporelle et physiologique de la santé en EPS, que le niveau de connaissances évalués chez des jeunes sortis du système scolaire depuis au maximum 6 ans restent relativement faibles.

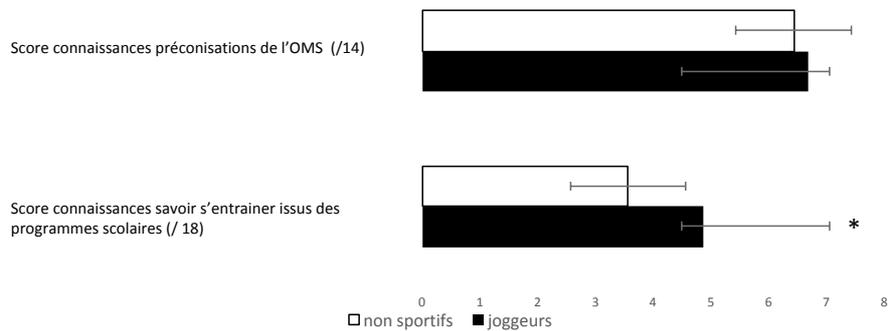
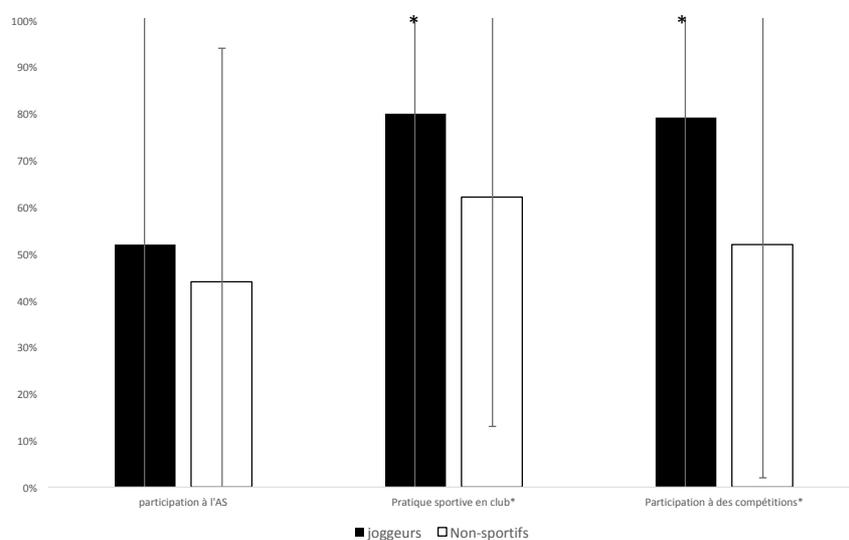


Figure 26 : Comparaison des scores de connaissances liés aux préconisations de l'OMS et aux contenus scolaires relatifs à l'entraînement et au fonctionnement du corps humain pednat l'activité physique entre les 2 groupes. \*  $p < 0,05$ .

L'analyse du passé sportif des participants de notre étude est en cohérence avec les résultats de la littérature concernant le poids de l'expérience sportive durant l'enfance dans la prédiction d'un engagement envers les activités physiques à l'âge adulte (figure 27). Le groupe joggeurs démontre des taux de participation en club et de compétitions significativement supérieurs confortant ainsi l'influence de ce type d'expériences dans la continuité de la pratique future. Ces éléments suggèrent fortement de faire vivre aux élèves, dans leur curriculum scolaire, des événements se rapprochant de format compétitions, tout en étant conscient que la participation à des clubs sportifs est fortement déterminé par les catégories socio professionnelles des familles.



*Figure 27 : Comparaison taux de participation à l'association sportive scolaire (AS), en club ou à des compétitions officielles à entre les 2 groupes. \*  $p < 0,05$ .*

## **2. Analyse multifactorielle des résultats**

Si notre première analyse a permis de mesurer l'effet de types de pratiquants (joggeurs vs non sportifs) sur des variables reconnues comme prédictives de l'activité physique, nous avons réalisé une seconde analyse statistique afin d'identifier des profils de pratiquants ou de non pratiquants et repérer les groupements de variables les plus « puissantes » permettant d'influencer les comportements vers une activité physique durable. Ainsi, nous avons réalisé une analyse des correspondances multiples (ACM) associée à une analyse par clusters afin d'identifier des profils de participants.

Nous avons réalisé dans un premier temps une analyse des correspondances multiples (ACM) sur l'ensemble des variables quantitatives (connaissances des préconisations, connaissances scolaires pour l'entraînement et le fonctionnement du corps, motivations, croyances, quantité d'activité physique), et les variables catégorielles (genre, statut, participation clubs, participation association sportive scolaire, participation compétitions, niveau des compétitions). Dans un second temps, nous avons réalisé une analyse par Clusters mettant en évidence 3 groupes de sujets répartis essentiellement sur l'ensemble du premier axe de l'ACM (figure 28). Le premier Cluster se positionne à gauche de l'axe, caractérisé par des non sportifs, peu motivés, et ayant une expérience sportive limitée. Le cluster 2 se situe au centre de l'axe et regroupe à la fois des joggeurs et des non sportifs. Le troisième Cluster, à droite de l'axe, regroupe des joggeurs, motivés par l'activité physique, et ayant une expérience sportive importante. La description des différents Clusters par leurs variables caractéristiques est présentée dans le tableau VI. Cette description permet de caractériser plus finement les trois profils de participants mis en évidence.

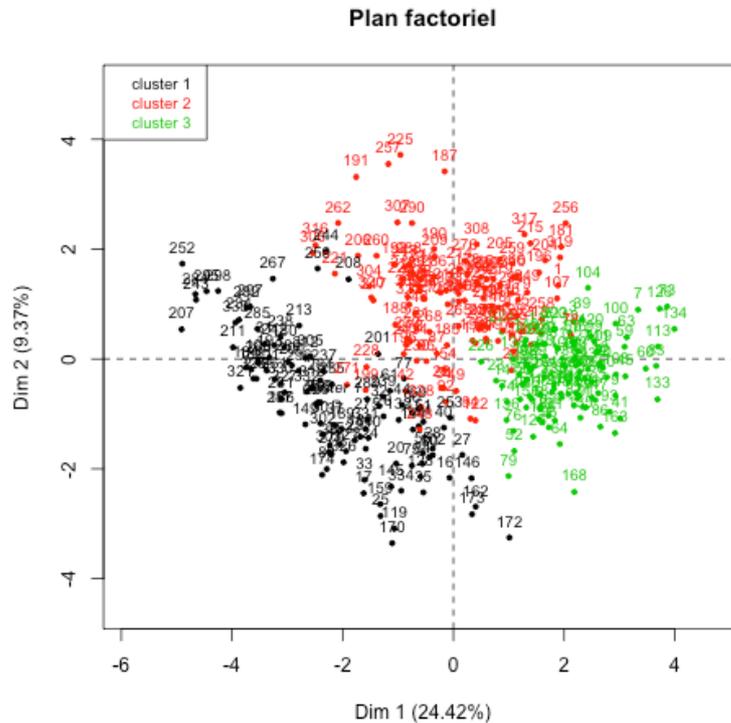


Figure 28 : Définition de 3 clusters à répartis dans le plan factoriel à 2 dimensions.

Le cluster 3 se caractérise par des participants ayant une quantité d'activité physique significativement supérieure à la moyenne générale, alors que les 2 autres groupements de participants ont des valeurs significativement inférieures, tout en restant au-dessus des valeurs préconisées par l'OMS. Le cluster 3 regroupe ainsi des jeunes adultes « supra-actifs », utilisant le jogging comme moyen d'augmenter cette activité physique. Ce Cluster présente 19 variables sur 20 significativement différentes des valeurs moyennes. Celles-ci sont en totale cohérence avec les variables reconnues comme prédictives d'un engagement durable envers les activités physiques : croyances liées à la conception de l'habileté (6), croyances en ses propres capacités à maintenir un engagement (2), motivation (5), expériences sportives (4), connaissances (1) et quantité d'activité physique (1). Dit autrement, ces participants révèlent l'ensemble des indicateurs favorables à une poursuite d'engagement dans l'activité physique, à l'exception des connaissances relatives aux préconisations de l'OMS. Ce résultat questionne véritablement l'ensemble des politiques de promotion de la santé basées essentiellement sur des messages liés aux bonnes pratiques.

**Tableau VI: Présentation des Clusters selon les variables significativement différente des moyennes de l'ensemble des participants.**

	<b>Cluster 1</b>	<b>Cluster 2</b>	<b>Cluster 3</b>	<b>Moyenne générale</b>
<b>Motivation</b>				
Amotivation	0,72±0,92	NS	0,11±0,29	0,46±0,78
Régulation externe	NS	NS	0,33±0,55	0,49±0,73
Régulation introjectée :	1,13±1,00	1,16±1,01	1,84±1,03	1,37±1,06
Régulation identifiée	2,48±0,80	2,41±0,74	3,29±0,49	2,71±0,80
Régulation intrinsèque	2,34±1,09	2,7±0,9	3,64±0,43	2,88±1,02
<b>Croyances</b>				
Entité	1,00±0,93	NS	0,60±0,58	0,84±0,76
<i>Don</i>	1,07±1,15	NS	0,59±0,72	0,86±0,96
<i>Stable</i>	0,94±0,84	NS	0,62±0,59	0,82±0,74
Incrémentielle	NS	NS	3,37±0,50	3,21±0,57
<i>Travail</i>	NS	NS	3,46±0,59	3,29±0,69
<i>Modifiable</i>	NS	NS	3,29±0,70	3,13±0,77
Adhésion AP	2,00±0,82	2,01±0,73	2,81±0,54	2,26±0,80
Temps consacré AP	1,75±0,93	1,91±0,74	2,71±0,75	2,12±0,91
<b>Quantité d'AP</b> (MET.min <sup>-1</sup> .semaine <sup>-1</sup> )	1678±1257	1757±1582	3631±2442	2330±2027
<b>Expériences sportives</b>				
Souvenir plaisir EPS	2,11±1,02	NS	3,16±0,99	2,55±1,13
Souvenir plaisir sport	2,38±0,96	NS	3,72±0,75	3,11±1,08
Niveau de pratique	0,02±0,13	1,30±0,90	2,03±0,90	1,13±1,10
Durée adhésion	0,54±1,60	5,39±4,64	4,5±5,0	3,57±4,59
<b>Connaissances</b>				
Entraînement & physiologie	3,32±2,4	NS	5,38±3,80	4,22±3,06
Préconisations AP OMS	NS	NS	NS	

Le cluster 1, essentiellement composé de participants non sportif (physiquement), peut s'apparenter à l'opposé de Cluster 3 vis à vis des variables prédictives d'un engagement sportif. Les scores significativement supérieurs du Cluster 3 sont ici significativement inférieurs, confirmant le rôle des variables motivation, aux croyances, à l'histoire des individus et leur perceptions, ainsi que des connaissances.

Le Cluster intermédiaire 2 composé de joggeurs moins actifs et de participants moins actifs nous paraît intéressant car il permet de déceler les variables permettant de « basculer » dans le groupement des plus actifs physiquement. La pratique d'une activité physique sportive (ici le jogging). Il s'avère que le fait d'avoir vécu de plaisir important en EPS ou lors de pratiques sportives peut institutionnellement semble limiter l'engagement dans les pratiques sportives. De même, l'absence de connaissances sur l'entraînement apparaît comme un frein à cet engagement autonome. Notons toutefois, que les valeurs mesurées dans le questionnaire (5,38±3,80) restent faibles car notées sur 18 points et démontrent une acquisition limitée des notions liées à l'auto-entraînement pourtant abordées dans les programmes scolaires. Enfin, le dernier domaine qui différencie le cluster 2 du 3<sup>ème</sup> est d'une conception marquée de l'habileté sportive, modifiable par le travail.

### **Mieux intervenir pour éduquer à la santé et promouvoir une activité sportive durable.**

Cette étude originale, en comparant des populations sésiaes à la sortie du collège scolaire, apporte des connaissances intéressantes relatives aux profils de jeunes adultes qui maintiennent une activité physique sportive en autonomie. L'ensemble des variables reconnues comme prédictives de l'activité physique est confirmé par nos résultats. Notons toutefois que les connaissances transmises au lycée sont très peu assimilées, elles semblent pourtant être nécessaires pour engager durablement les jeunes adultes vers les activités sportives comme le jogging. Notons également que les préconisations de l'OMS apparaissent comme non discriminantes entre les groupes joggeurs et non sportifs, toutes les comparaisons des trois clusters.

Trois pistes sont révélées par notre analyse pour améliorer les taux de persistance dans les activités physiques sportives. Le plaisir perçu, maintes fois démontré dans la littérature comme variable clé pour initier vers les pratiques. Les nombreuses études démontrant que le plaisir ressenti pendant l'activité reste une des clés majeures pour envisager une persistance dans le comportement (Biddle et Ekkakakis, 2005), doivent être prises en compte dans l'enseignement de l'EPS. Le projet MOTIVES auquel nous participons, non présenté dans cette HDR, a pour objectif de cerner différents profils motivationnels chez les lycéens afin d'adapter l'enseignement pour augmenter le plaisir perçu et basculer davantage vers des motivations plus autodéterminées. Une autre piste concerne les transformations des croyances vis à vis des habiletés sportives et de ses capacités à maintenir un engagement dans une activité physique. Les différences entre les clusters 2 et 3 montrent en effet que le fait de ne pas croire en ses capacités à acquérir des habiletés sportives par le travail et la pratique réduit la quantité d'engagement. De la même façon, ne pas croire en sa capacité à adhérer à une activité physique et à savoir gérer son temps pour la pratiquer reste également un obstacle. Savoir organiser un entraînement sur un temps court (l'OMS préconise un seuil minimal de 10 minutes) nous semble une compétence à développer en EPS. Enfin, la piste des connaissances de base à développer sur l'auto-entraînement reste entière, même si les programmes en EPS, SVT et Sciences physiques incluent cette thématique dans les programmes de seconde générale. Nos travaux en cours, tentent d'optimiser ses apprentissages grâce aux nouvelles technologies (application smartphone) et par de nouveaux formats pédagogiques comme la pédagogie inversée.

## Bibliographie Partie 1

1. Adams JA. (1971). A closed-loop theory of motor learning. *J Mot Behav.* 3 (2): 111-49.
2. Araujo D, Davids K, Bennett S, Button C & Chapman G. (2004). Emergence of sport skills under constraints. In A.M. Williams, & N.J. Hodges (Eds.) *Skill acquisition: Research, theory and practice*, pp. 409-434, Routledge, New York.
3. Atkinson RC, Shiffrin R.M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes". In Spence KW, Spence JT. *The psychology of learning and motivation.* 2. New York: Academic Press. pp. 89-195.
4. American College of Sports Medicine. (2012). *ACSM's Health/Fitness Facility Standards and Guidelines-4th Edition*, Human Kinetics, Champaign 256 p.
5. Araujo D, Davids K, Hristovski R. (2006). The ecological dynamics of decision making in sport. *Psychol Sport Exerc.*
6. Bauman A, Reis R, Sallis J, Wells J, Loos R, Martin B. (2012). Correlates of physical activity: why are some people physically active and others not?. *The Lancet* (380), 258-271.
7. Bergé P, Vidal C, Pomeau Y, Ruelle D. (1984). *L'ordre dans le chaos : vers une approche déterministe de la turbulence.* Paris, Editions Herman.
8. Berghmans L. (2009) Inégalités sociales de santé, une histoire ancienne d'actualité. *Éducation Santé*, 245, 3-4.
9. Bernstein N. (1967). *The coordination and regulation of movements.* Oxford: Pergamon Press.
10. Berthoz A. (1998). *Le sens du mouvement.* Ed Odile Jacob, Paris.
11. Bonnet C, Lestienne F. (2003). *Percevoir et produire le mouvement.* Collection U, Armand Colin.
12. Bril B. (2002). Apprentissage et contexte. *Intellectica*, 2002/2, 35, pp.251-268
13. Bronfenbrenner U. (1979). *The Ecology of Human Development: Experiments by Nature and Design.* Cambridge : Harvard University Press.
14. Bury J. (1988). *Éducation pour la santé : concepts, enjeux, planifications.* Bruxelles, De Boeck Wesmael.
15. Chiel HJ, Beer R. (1997). The brain has a body: adaptive behavior emerges from the interactions of nervous system, body and environment. *Trends in Neurosciences*, 20(12), 553-557.
16. Chollet D, Challies S, Chatard JC. (2000). A New Index of Coordination for the Crawl: Description and Usefulness. *Int J Sports Med*; 21: 54-59.
17. Conseil européen. (2000). *Charte de l'union européenne.* Journal officiel des communautés européennes, Nice, 7 décembre 2000
18. Chow JY, Davids K, Hristovski R, Araújo D & Passos P. (2011). Nonlinear pedagogy: Learning design for self-organizing neurobiological systems. *New Ideas in Psychology*, 29, 189-200. doi: 10.1016/j.newideapsych.2010.10.001
19. Cordo PJ, Gurfinkel VS. (2004). Motor coordination can be fully understood only by studying complex movements. *Prog Brain Res.*;143; 29-38.
20. Dahlgren G, Whitehead M. (1991). *Policies and strategies to promote social equity in health.* Institut of future studies. Stockholm.
21. Davids K. (2010). The constraints-based approach to motor learning : Implications for a non-linear pedagogy in sport and physical education. In Renshaw, Ian, Davids, Keith W., & Savelsbergh, Geert J.P. (Eds.) *Motor Learning in Practice : A Constraints-Led Approach.* Routledge (Taylor & Francis Group), London, pp. 3-16.
22. Davids K, Renshaw I, Pinder R, Greenwood D, Barris S. The role of psychology in enhancing skill acquisition and expertise in high performance programmes. (2015). In: Cotterill ST, Breslin G, Weston N, editors. *Applied sport and exercise psychology: practitioner case studies.* London: Wiley-Blackwell Series; pp. 241-60.
23. De Castelneau P. (2007). *Approche dynamique et électrophysiologique du Trouble de l'Acquisition de la Coordination .* Thèse de doctorat, Université de Toulouse.
24. Delignières D. (2004). L'approche dynamique du comportement moteur. In J. La Rue & H. Ripoll (Eds), *Manuel de Psychologie du Sport, tome 1* (pp. 65-80). Paris: Editions Revue EPS
25. De Rosnay J. (1975). *Le microscope, vers une vision globale.* Paris, éditions seuil.
26. Edelman GM, Gally JA. (2001). Degeneracy and complexity in biological systems. *Proc Natl Acad Sci U S A.*; doi:10.1073/pnas.231499798.
27. Fuchs A, Kelso JAS & Haken H. (1992). Phase transitions in the human brain: Spatial mode dynamics. *International Journal of Bifurcation and Chaos*, 2, 917-939.
28. Gleick J. (1987). *Chaos: making a new science.* Viking
29. Gibson JJ. (1979). *The ecological approach to visual perception.* New York: Psychology Press.
30. Green, LW, Rootman I & Poland B. (1999). *Settings for Health Promotion.* Sage edition, Londres.
31. Haken H. (1983). *Advanced synergetics: instability hierarchies of self-organizing Systems and devices.* Berlin: Springer-

- Verlag.
32. Handford, C, Davids K, Bennett S & Button C. (1997). Skill acquisition in sport: Some applications of an evolving practice ecology. *Journal of Sports Sciences*, 15, 621–640
  33. Keele SW. (1968). Movement control in skilled motor performance. *Psychological Bulletin*, 70, 387–403.
  34. Kugler PN, Kelso JAS, Turvey MT. (1982) On the control and coordination of naturally developing systems in J.A.S. Kelso, J.E. Clark (Eds.), *The development of movement control and coordination*, Wiley, New York (1982)
  35. Inserm (dir.) (2014). *Inégalités sociales de santé en lien avec l'alimentation et l'activité physique*. Rapport. Les éditions Inserm, Paris, XVI-731 p.
  36. Janssen I, Leblanc AG. (2010). Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *International Journal of Behavioral nutrition and physical activity*, 7(1), 40.
  37. Kelso JAS. (1995). *Dynamic patterns: The self-organization of brain and behavior*. Cambridge, MA: MIT Press.
  38. Kérouac S, Pepin J, Ducharme F & Major F. (2003). *La pensée infirmière* (2e éd.). Montreal : Beauchemin édition.
  39. Komar J, Potdevin F, Chollet D, Seifert L. (2014). A non-linear pedagogical approach for learning expert coordination patterns in swimming. XIIIth International Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming. Canberra, Australia 28 April-2 May.
  40. Kugler PN, Kelso JAS, Turvey MT. (1982). On the control and co-ordination of naturally developing systems. In: Kelso JAS, Clark JE, editors. *The development of movement control and co-ordination*. London: John Wiley & Sons, Ltd; pp. 5–78.
  41. Loi n° 2013-595 du 8 juillet 2013 d'orientation et de programmation pour la refondation de l'école de la République.
  42. Mc Garry T, Anderson D , Wallace S , Hughes M & Franks I. (2002) Sport competition as a dynamical self-organizing system, *Journal of Sports Sciences*, 20:10, 771-781.
  43. Maruéjols-Benoit E. (2014) *Mixité, égalité et genre dans les espaces du loisir des jeunes : pertinence d'un paradigme féministe*. Thèse de Géographie. Université Michel de Montaigne Bordeaux III.
  44. Mc Leroy, K, Bibeau D, Steckler A. & Glanz K. (1988). An ecological perspective on health promotion programs. *Health Education Quarterly*, 15, 351-377.
  45. Miller GA. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review* 63 (2): 81–97.
  46. Murard L & Zylberman P. (2003) *Mi-ignoré, mi-méprisé: le ministère de la santé publique, 1920-1945*. *Les Tribunes de la santé*, 1, 19-33.
  47. Newell KM. (1985). Coordination, control and skill. In D. Goodman, I. Franks, & R. B. Wilberg (Eds), *Differing perspectives in motor learning, memory, and control* (pp. 295–317). Amsterdam: North-Holland.
  48. Newell KM, Liu YT & Mayer-Kress G. (2001). Time scales in motor learning and development. *Psychological Review*, 108(1), 57–82.
  49. Newell KM. (1986). Constraints on the development of coordination. In: Wade MG, Whiting HTA, editors. *Motor development in children: aspects of coordination and control*. Boston: Martinus Nijhoff Publishers; pp. 340–60.
  50. Newell KM. (1996). Change in movement and skill: Learning, retention and transfer. In M. L. Latash & M. T. Turvey (Eds), *Dexterity and its development* (pp. 393–430). Mahwah, NJ: Erlbaum.
  51. Ordre National des Médecins. (2011). *Santé de l'Enfant et de l'Adolescent-prises en charge*. <https://www.conseil-national.medecin.fr/sites/default/files/santeenfantadolescent.pdf>.
  52. Organisation Mondiale de la Santé. (1946) *Préambule à la Constitution de l'Organisation Mondiale de la Santé, tel qu'adopté par la Conférence internationale sur la Santé*. New York, 19-22.
  53. Paillard J. (1960), *The patterning of skilled movements*. In J. FIELD, H. W. MAGOUN et V. E. HALL (eds), *Handbook of physiology, Section I: Neurophysiology*, vol. 3, chap. 67 (p. 1679-1708), Washington, DC, American Physiological Society.
  54. Price CJ, Friston KJ. (2002). Degeneracy and cognitive anatomy. *Trends Cogn Sci.*; doi:10.1016/S1364-6613(02)01976-9
  55. Sallis JF, Conway TL, Prochaska JJ, McKenzie TL, Marshall SJ & Brown M. (2001). The association of school environments with youth physical activity. *American Journal of Public Health*, 91, 618-620.
  56. Sallis JF, Owen N & Fisher EB. (2008). Ecological models of health behavior. In K. Glanz, B.K.
  57. Schmidt RA. (1975). A schema theory of discrete motor skill learning. *Psychological Review*, 82(4), 225-260.
  58. Serrien D & Brown P. (2002). The functional role of interhemispheric synchronization in the control of bimanual timing tasks. *Experimental Brain Research*, 147, 268-272.
  59. Simon C, Wagner A, Platat C, Arveiler D, Schweitzer B, Schlienger JL, Tribu E. (2006). Icaps: a multilevel program to improve physical activity in adolescents. *Diabetes Metab.*, 32(1), 41-49.
  60. Smolensky P. (1986): *Information processing in dynamical systems: foundations of Harmony Theory*. In Rumelhart & McClelland, pp. 194–281.
  61. Story M, Kaphingst K, Robinson-O'Brien R & Glanz K. (2008). *Creating Healthy Food and Eating Environments: Policy and*

- Environmental Approaches. *Annu. Rev. Public Health* 2008. 29:253-72.
62. Stratton SM, Liu YT, Hong SL, Mayer-Kress G & Newell KM. (2007). Snoddy (1926) revisited: Time scales of motor learning. *Journal of Motor Behavior*, 39(6), 503-515.
  63. Taub E & Bergman AJ. (1968). Movement learning in the absence of sensory feedback. in: *The neuropsychology of spatially oriented behavior*. Dorsey Pr, Homewood (IL): 173-192.
  64. Thelen E. (1995). Motor development: A new synthesis. *American Psychologist*, 50(2), 79-95.
  65. Thelen E & Smith LB. (1994). *A dynamic systems approach to the development of cognition and action*. London: MIT Press.
  66. Thom R. (1980). Halte au hazard, silence au bruit. *Le débat* (3), 119-132.
  67. Thom R. (1981). *Modèles mathématiques de la morphogénèse*, Paris, C Bourgeois..
  68. Travassos B, Araújo D, Vilar L & McGarry T. (2011). Interpersonal coordination and ball dynamics in futsal (indoor football). *Human Movement Science*, 30, 1245-1259.
  69. Turvey MT. (1977). Preliminaries to a theory of action with reference to vision. In R. E. Shaw & J. Bransford (Eds), *Perceiving, acting, and knowing: Toward an ecological psychology*. (pp. 211-265). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
  70. Turvey MT, Fitch HL & Tuller B. (1982). The Bernstein perspective: 1. The problems of degrees of freedom and context-conditioned variability. In J. A. S. Kelso (Ed.), *Human motor control* (pp. 239-252). Hillsdale, NJ: Erlbaum
  71. US Department of Health and Human Services. (2008). *Physical activity guideline for Americans*. <http://www.health.gov/paguidelines/>
  72. Varela FJ. (1989). *Invitation aux sciences cognitives*. Points, Seuil, Paris.
  73. Warburton DE, Charlesworth S, Ivey A, Nettlefold L & Bredin, SS. (2010). A systematic review of the evidence for Canada's Physical Activity Guidelines for Adults. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 7(1), 39.
  74. Warren W. (2006). The dynamics of perception and action. *Psychological Review*, 113(2), 358-389.
  75. Williams AM, Davids K & Williams JG. (1998) *Visual Perception and Action in Sport*, E & FN Spon, London, England.
  76. Whitacre JM. (2010). Degeneracy: a link between evolvability, robustness and complexity in biological systems. *Theor Biol Med Model.*; doi:10.1186/1742-4682-7-6

## Bibliographie Partie 2

1. Adams JA. (1971). A closed loop theory for motor learning», *Journal of Motor Behavior*, n° 3 (2), 1971, p. 111-149.
2. Alberty M, Potdevin F, Dekerle J, Pelayo P, Gorce P & Sidney M. (2008). Changes in swimming technique during time to exhaustion at freely chosen and controlled stroke rates. *Journal of Sports Sciences*, 26, 11, 1191-1200.
3. Alberty M, Sidney M, Huot-Marchand F, Hespel JM & Pelayo P. (2005). Intracyclic velocity variations and arm coordination during exhaustive exercise in front crawl stroke. *International Journal of Sports Medicine*, 26, 471-475.
4. Alberty M, Sidney M, Pelayo P & Toussaint HM. (2009). Stroking characteristics during time to exhaustion tests. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41, 637-644.
5. Al-Abood SA, Davids K, Bennet SJ. (2001). Specificity of task constraints and effects of visual demonstrations and verbal intructions in directing learner's search during skill acquisition, *Journal of Motor Behavior*, n° 33(3), p. 295-305.
6. Allard P, Lachance R, Aissaoui R & Duhaime M. (1996). Simultaneous bilateral 3-D able body gait. *Human Movement Science*, 15, 327-346.
7. Austermann Hula SN, Robin DA, Maas E, Ballard KJ & Schmidt RA. (2008). Effects of feedback frequency and timing on acquisition retention and transfer of speech skills in acquired apraxia of speech», *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, n° 51, p. 1088-1113.
8. Bilodeau EA & Bilodeau IM. (1961). Motor Skills Learning. *Annual Review of Psychology*, n° 12, p. 243-280.
9. Blum LS, Khan R, Hyder AA, Shahanaj S, El Arifeen S & Baqui A. (2009). Childhood drowning in Matlab, Bangladesh: An in-depth exploration of community perceptions and practices. *Social Science & Medicine* 68: 1720-1727.
10. Boutmans J. (1992). Video feedback : Useful or not in physical education classes?, In 6<sup>th</sup> ICHPER - Europe congress. Prague.
11. Boyce AB, Markos NJ, Jenkins DW & Loftus JR. (1996). How should feedback be delivered? *Journal of Physical Education, Recreation and Dance* 67 (1): 18-22.
12. Brenner RA & Trumble AC. (2009). Association between swimming lessons and drowning in childhood. *Archive of Pediatrics and Adolescent Medicine* 163(3): 203-210.
13. Brenner RA. (2003). Prevention of drowning in infants, children, and adolescents. *Pediatrics* 112(2): 440-445.
14. Browne T. (2015). A case study of student teachers' learning and perceptions when using tablet applications teaching

- physical education, *Asia-Pacific Journal of Health, Sport and Physical Education*, n° 6(1), 2015, p. 3-22
15. Buekers MJ. (1995). L'apprentissage et l'entraînement des habiletés motrices et sportives», in Bertsch (J.), Le Scanff (C.) (dir.). *Apprentissages moteurs et conditions d'apprentissage*, Paris, Presses Universitaires de France, p. 27-47.
  16. Casey A & Jones B. (2011). Using digital technology to enhance student engagement in physical education." *Asia Pacific Journal of health, Sport and Physical Education* 2 (2): 51-65.
  17. Choi SW, Kurokawa T, Ebisu Y, Kikkawa K, Shiokawa M & Yamasaki M. (2000). Effect of wearing clothes on oxygen uptake and ratings of perceived exertion while swimming. *Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science* 19(4): 167-173.
  18. Costill DL, Kovaleski J, Porter D, Kirwan J, Fielding R & King D. (1985). Energy expenditure during front crawl swimming: Predicting success in middle-distance events. *International Journal of Sports Medicine*, 6, 266-270.
  19. Deci EL, Ryan RM. (1991). A motivational approach to self integration in personality», in Dienstbier (R.) (dir.). *Nebraska symposium on motivation: Perspectives on motivation* 38, Lincoln, University of Nebraska Press, p. 237-288.
  20. Delignières D, Teulier C & Nourrit D. (2009). L'apprentissage des habiletés motrices complexes : des coordinations spontanées à la coordination experte, *Bulletin de psychologie* 4 (502): 327-334. doi: 10.3917/bupsy.502.0327.
  21. Erbaugh SJ. (1985). Role of visual feedback in observational motor learning of primary-grade children." *Perceptual and Motor Skills* 60: 755-762.
  22. Goble DJ, Marino GW & Potvin JR. (2003). The influence of horizontal velocity on interlimb symmetry in normal walking. *Human Movement Science*, 22, 271-283.
  23. Guadagnoli MA, Holcomb W, Davis M. (2002). The efficacy of video feedback for learning the golf swing, *Journal of Sports Sciences*, n° 60, p. 615-622.
  24. Gubacs-Collins K, Juniu S. (2009). The mobile gymnasium using tablet PCs in physical education; with expanded capabilities in a compact form, tablet PCs are poised to transform physical education», *The Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, n° 80(2), p. 24-31.
  25. Hatze H. (1996). Motion variability: its definition, quantification and origin. *Journal of Motor behaviour* 18, 5-16.
  26. Hazen A, Johnstone C, Martin GL, Srikameswaran S. (1990). A videotaping feedback package for improving skills of youth competitive swimmers», *The Sport Psychologist*, n° 4, p. 213-227.
  27. Hirasawa Y. (1981). Left leg supporting human straight (bipedal) standing. *Saiensu*, 6, 32-44.
  28. Hirokawa S. (1989). Normal gait characteristics under temporal and distance constraints. *J Biomed Eng* 11, 449-456.
  29. Hegarty M, Kriz S & Cate C. (2003). The roles of mental animations and external animations in understanding mechanical systems. *Cognition & Instruction* 21 (4): 325-360.
  30. Hirokawa S. (1989). Normal gait characteristics under temporal and distance constraints. *J Biomed Eng* 11, 449-456/
  31. Hodges NJ, Chua R, Franks IA. (2003). The Motivating Role of Positive Feedback in Sport and Physical Education: Evidence for a Motivational Model». *Journal of Motor Behavior*, n° 35(3), p. 247-260.
  32. Hung, HC, Shwu-Ching Young S & Lin KC. (2017). Exploring the effects of integrating the iPad to improve students' motivation and badminton skills: a WISER model for physical education. *Technology, Pedagogy and Education*. doi: 10.1080/1475939X.2017.1384756.
  33. Janelle CM, Barba DA, Frehlich SG, Tennant LK & Cauraugh JH. (1997). Maximising performance effectiveness through videotape replay and a self-controlled learning environment», *Research Quarterly Exercise and Sport*, n° 68(4), p. 269-279
  34. Kalyuga S, Ayres P, Chandler P, Sweller J. (2003). The expertise reversal effect», *Educational Psychologist*, n° 38, p. 23-31.
  35. Kernodle MW & Carlton LG. (1992). Information feedback and the learning multiple-degree-of-freedom activities." *Journal of Motor Behavior* 24 (2): 187-96. doi: 10.1080/00222895.1992.9941614.
  36. Koka A & Hein V. (2006). Perceptions of teachers' general and informational Feedback on intrinsic motivation in physical education : two years effects». *Perceptual and Motor Skills*, n° 103(2), p. 321-332.
  37. Komar J, Potdevin F, Chollet D, Seifert L. (2014). A non-linear pedagogical approach for learning expert coordination patterns in swimming. *XIIth International Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming*. Canberra, Australia 28 April-2 May 2014
  38. Kretschmann R. (2015). Effect of Physical Education Teachers' Computer Literacy on Technology Use in Physical Education. *Physical Educator*, n° 72, p. 261-277.
  39. Kretschmann R. (2017). Employing Tablet Technology for Video Feedback in Physical Education Swimming Class. *Journal of e-Learning and Knowledge Society* 13 (2): 103-115.
  40. Langendorfer S. (2014). Water competence: new insights into swimming and drowning. In: *proceedings of the 12th international symposium for biomechanics and medicine in swimming* (ed B Mason), Canberra, Australia, 28 April-2 May, pp.48-54. Canberra: Australian Institute of Sport publishing.

41. Langendorfer S & Bruya L. (1995). Aquatic readiness: Developing water competence in young children. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers.
42. Lee TD, White MA & Carnahan H. (1990). On the role of knowledge of results in motor learning», *Journal of Motor Behavior*, n° 22(2), p. 191-208.
43. Liller KD, Kent EB, Arcari C & Mac Dermott RJ. (1993). Risk factors for drowning and near-drowning among children in Hillsborough County, Florida. *Public Health Reports* 108(3): 346-353.
44. Ling L & Xiaoyan L. (2000). Simulating human walking on special terrain : up and down slopes, *Computers & Graphics*, 24, 453-463.
45. Lunetta P, Penttilä A & Sajantila A. (2002). Drowning in Finland: "external cause" and "injury" codes. *Injury Prevention* 8: 342-344.
46. Marengo P, Navarro M & Arzalier JJ. (2006). Epidemiology of drowning and near-drowning in southern France. Two-year study in the Var district. *Journal Européen des Urgences [European Journal of Emergency]* 19(1): 4-8
47. Maillard D & Pelayo P. (1994). Le test Pechomaro [The Pechomaro test]. In 1st journées spécialisées de natation [First specialized days of swimming] (ed P Pelayo and M Sidney), Lille, France, 15-16 June 1994, pp.25-26. Lille: University of Lille Publishing.
48. Matsutaka N, Fujitta M, Hamamina A, Norimatsu T & Suzuki R. (1985). Relationship between right and left leg in human gait from a view point of balance control. In D. A Winter, R. Norman, R. Wells, K. Hayes, & D. Patla (Ed), *Biomechanics IX-A*, Champaign: Human Kinetics publishers, 427-430.
49. Mayer RE & Moreno R. (2003). « Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning». *Educational Psychologist*, n° 38(1)4, p. 3-52.
50. Mérian T & Baumberger B. (2007). Le feedback vidéo en Education Physique scolaire», *STAPS*, n° 76, p. 107-120.
51. Moran K, Quan L, Franklin R, et al. (2011) Where the Evidence and Expert Opinion Meet: A Review of Open-Water Recreational Safety Messages. *International Journal of Aquatic Research and Education* 5(3): 251-270.
52. Mulder T, Hulstijn W. (1985). Delayed sensory feedback in the learning of novel motor task». *Psychological Research*, n° 47, p. 203-209.
53. Nourrit D, Delignieres D, Caillou N, Deschamps T & Lauriot B. (2003). On discontinuities in motor learning: a longitudinal study of complex skill acquisition on a ski-simulator." *Journal of Motor Behavior* 35 (2): 151-70. doi: 10.1080/00222890309602130.
54. Ntoumanis N, Pensgaard AM, Martin C & Pipe K. (2004). An idiographic analysis of amotivation in compulsory school physical education. *Journal of Sport and Exercise Psychology* 26 (2): 197-214.
55. O'Loughlin, J, Chroinin DN & O'Grady D. (2015). Digital video: The impact on children's learning experiences in primary physical education. *European Physical Education Review* 19 (2): 165-182.
56. Ohkuwa T, Itoh H, Yamamoto T, Yamazaki Y & Sato Y. (2002). Comparison of blood lactate levels between swimming in clothes and a swimsuit. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 73(3): 345-349.
57. Parsons JL, Alexander MJL. (2012). Modifying spike jump landing biomechanics in female adolescent volleyball athletes using video and verbal feedback», *Journal of Strength & Conditioning Research*, n° 26(4), p. 1076-1084.
58. Potdevin F. (2018). L'engagement de l'élève et le vidéo feedback en EPS. In, M Travert & O Rey, Dossier EPS 85 « Engagement de l'élève en EPS », éditions revue EPS, (p 179-185).
59. Potdevin F, Bril B, Sidney M & Pelayo P. (2006). Stroke frequency and arm coordination in front crawl swimming. *International Journal of Sport Medicine*, 27, 193-198.
60. Potdevin F, Delignières D, Dekerle J, Albery M, Sidney M & Pelayo P. (2003). Does stroke frequency determine swimming velocity values and coordination? In J.C. Chatard (Ed.), *Biomechanics and Medicine in Swimming IX* (pp. 163-167), Saint Etienne, France, University of Saint Etienne.
61. Potdevin F, Gillet C, Barbier F, Coello Y, Moretto P. (2008). Propulsion and brake concepts in the study of asymmetry in able-bodied gait. *Perceptual and motor Skills*. 107, 849-861.
62. Potdevin F & Pelayo P. (2012). *Manuels de Natation(s) : développer ses connaissances*, Editions Amphora. ISBN : 978-2-85180-832-5
63. Prentice SD, Hasler EN, Groves JJ, Frank JS. (2004). Locomotor adaptation for changes in the slope of the walking surface, *Gait and Posture* 20, 255-265.
64. Rizzolatti G, Fadiga L, Gallese V, Fogassi L. (1996). Premotor cortex and the recognition of motor actions», *Brain Res Cogn Brain Res*, n° 3, p. 131-41.
65. Rothstein AL & Arnold RK. (1976). Bridging the gap : Application of research on videotape feedback and bowling, *Motor Skills : theory into practice*, n° 1, p. 36-61.

66. Rucci J & Tomparowski P. (2010). Three types of kinematic feedback and the execution of the hang power clean», *Journal of Strength and Conditioning Research*, n° 24, p. 771-778.
67. Sadeghi H, Allard P, Duhaime M. (1997). Functional gait asymmetry in able-bodied subjects. *Human Movement Science* 16, 243-258.
68. Sadeghi H, Prince F, Sadeghi S, Labelle H. (2000). Principal component analysis of the power developed in the flexion/extension muscles of the hip in able-bodied gait. *Medical Engineering & Physics* 22, 703-710.
69. Sadeghi H, Allard P, Prince F & Labelle H. (2000). Symmetry and limb dominance in able-bodied gait: a review. *Gait and Posture* 12, 34-45.
70. Sadeghi H. (2003). Local or global asymmetry in gait of people without impairments. *Gait and Posture*, 17, 197-204
71. Salmoni AW, Schmidt RA, Walter CB. (1984). Knowledge of results and motor learning: A review and critical reappraisal», *Psychological Bulletin*, n° 95(3), 355-386.
72. Schmidt RA & Lee TD. (2005). *Motor control and learning: A behavioral emphasis*, Champaign, USA, Human kinetics Publisher, 2005.
73. Schnitzler C, Brazier T, Button C, Seifert LM, Chollet D. (2011). Effect of velocity and added resistance on selected coordination and force parameters in front crawl. *J Strength Cond Res*; doi: 10.1519/JSC.0b013e318207ef5e.
74. Schnitzler C, Brazier T, Button C & Chollet D. (2008). Effect of velocity and added resistance on kinematical and kinetical parameters in front crawl. In T. Nomura & B. Ungerechts (Eds) *First International Scientific Conference of Aquatic Space Activities* (pp. 266-271), University of Tsukuba, Tsukuba, Japan,
75. Seifert L, Boulesteix L & Chollet D. (2004). Effect of gender on the adaptation of arm coordination in front crawl, *International Journal of Sport Medicine*, 25, 3, 217-223.
76. Seifert L, Chollet D & Allard P. (2005). Arm coordination symmetry and effect of breathing in front crawl, *Human Movement Science*, 24, 2, 234-256.
77. Seifert L, Boulesteix L, Carter M & Chollet D. (2005). The spatial-temporal and coordinative structure in elite men 100-m front crawl swimmers, *International Journal of Sport Medicine*, 26, 4, 286-293.
78. Seifert L, Chehensse A, Tourny-Chollet C, Lemaitre F & Chollet D. (2008). Breathing patterns effect on arm coordination symmetry in front crawl, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22, 5, 1670- 1676.
79. Seifert L, Chollet D & Rouard A. (2007). Swimming constraints and arm coordination, *Human Movement Science*, 26, 1, 68-86.
80. Seifert L & Chollet D. (2008). Inter-limbs coordination and constraints in swimming: a review. In N.P. Beaulieu (Ed.) *Physical activity and children: new research* (pp. 65-93), Nova Science Publishers, Hauppauge, New York.
81. Sparrow WA & Summers JJ. (1992). Performance on trials without KR in reduced relative frequency presentations of KR», *Journal of Motor Behavior*, n° 24(2), p. 197-209.
82. Stacoff AS, Diezi C, Luder G, Stüssi E & Kramers-de Quervain IA. (2005). Ground reaction forces on stairs: effect on stair inclination and age. *Gait and posture* 21, 24-38.
83. Stallman RK, Junge M & Blixt T. (2008). Teaching swimming based on a model derived from the causes of drowning. *International Journal of Aquatic Research and Education* 2(4): 372-382.
84. Stallman RK, Moran K, Quan L & Langendorfer S. (2017). From Swimming Skill to Water Competence: Towards a More Inclusive Drowning Prevention Future," *International Journal of Aquatic Research and Education: Vol. 10 : No. 2 , Article 3*. Available at: <http://scholarworks.bgsu.edu/ijare/vol10/iss2/3>
85. Swinnen SP. (1996). Information feedback for motor skill learning: a review», in Zelaznik (H.N.) (dir.), *Advances in motor learning and control* (pp. 37-66), Champaign, Human Kinetics, p. 37-66.
86. Swinnen SP, Lee TD, Verschueren S, Serrien DJ, Bogaerds H. (1997). Interlimb coordination learning and transfer under different feedback conditions. *Human Movement Science*, n° 16, p. 749-785 Taneja G, Van Beeck E and Brenner R (2008) Drowning. In: Peden M, Oyebgite K, Ozanne-Smith J et al. (eds) *World report on child injury prevention*. Geneva, Switzerland: World Health Organization, pp.59-73.
87. Taneja G, Van Beeck E & Brenner R. (2008). Drowning. In: Peden M, Oyebgite K, Ozanne-Smith J et al. (eds) *World report on child injury prevention*. Geneva, Switzerland: World Health Organization, pp.59-73.
88. Telles T, Barbosa AC, Campos MH & Júnior OA (2011). Effect of hand paddles and parachute on the index of coordination of competitive crawl-strokers. *J Sports Sci*; doi:10.1080/02640414.2010.523086
89. Thelot B, Marant C, Bonaldi C & Bourdeau L. (2005). *Enquête noyades 2005 [Drowning investigation in 2005]*. Report, French Department of Sanitary Supervision, Saint-Maurice, France.
90. Thelot B, Marant C & Bonaldi C. (2008). Le lourd bilan des noyades accidentelles: 401 décès en France durant l'été 2006. [The heavy toll of accidental drowning: 401 deaths in France during the summer 2006]. *Bulletin épidémiologique*

hebdomadaire 20: 169–171.

91. Teulier C & Delignieres D. (2007). The nature of the transition between novice and skilled coordination during learning to swing." *Human Movement Science* 26 (3): 376-392. doi: 10.1016/j.humov.2007.01.013.
92. Thow JL, Naemi R & Sanders RH. (2012). Comparison of modes of feedback on glide performance in swimming», *Journal of Sport Sciences*, n° 30, p. 43–52.
93. Vanden Abeele J. (1980). Comments on the functional asymmetry of the lower extremities. *Cortex*, 16(2), 325-329.
94. Viel E, Perelle A, Peyranne J & Esnault M. (1985). Analyse tridimensionnelle de la marche et de l'appui du pied au sol. *Méd Chir Pied* 2, 151-60.
95. Weltens B & De Bot K. (1984). Visual Feedback of Intonation : Feedback Delay and Quality of Feedback», *Language and Speech*, n° 27(1), p. 79-88.
96. Wiener N. (1948). *Cybernetics, or Control and Communication in the Animal and the Machine*, Cambridge, USA, MIT Press.
97. Winfrey ML & Weeks DS. (1993). Effects of self-modeling on self-efficacy and balance beam performance», *Perceptual and Motor Skills*, n° 77, p. 907-913.
98. Wulf G, Shea CH. (2004). Understanding the role of augmented feedback : the good, the bad, the ugly», in Williams (A.M.), Hodges (N.J.) (dir.), *Skill acquisition in sport : research, theory and practice*, London, Routledge, p. 121-144.
99. Ziegler SG. (1994). The effects of attentional shift training on the execution of soccer skills: A preliminary investigation», *Journal of Applied Behavior Analysis*, n° 27, p. 545-552.

### Bibliographie Partie 3

1. Allonier C, Boisguérin B, Le Fur P. (2012). The beneficiaries of the CMU report are more illnesses than the rest of the population. *Questions d'économie et de la santé*. <http://www.irdes.fr/Publications/2012/Qes173.pdf>. Accessed June 2014.
2. Annesi JJ. (2005). Improvements in self-concept associated with reductions in negative mood in preadolescents enrolled in an after-school physical activity program. *Psychol Rep*, 97, 400-404.
3. Baumann C, Erpelding ML, Regat S, Collin JF & Briancon S. (2010). The WHOQOL-BREF questionnaire : French adult population norms for the physical health, psychological health and social relationship dimensions. *Revue d'épidémiologie et de santé publique*, 58, 33-39.
4. Bougault V, Turmel J, Levesque B, Boulet LP.(2009). The respiratory health of swimmers. *Sports Med.*;39(4):295–312. doi:10.2165/00007256-200939040-00003.
5. Bourrillon A. (2008). L'enfant fatigué et l'école. *La Revue du praticien*, 58 (7), 731-736.
6. Cogerino G. (2015). Contribution de l'EPS à la santé: une affiche sans scénario? *Éducation, Santé, Sociétés*, 2(1), 61-78.
7. Courteix D, Obert P, Lecoq AM, Guenon P & Koch G (1997). Effect of intensive swimming training on lung volumes, airway resistances and on the maximal expiratory flow-volume relationship in prepubertal girls. *Eur J Applied Physiol*;76(3):264–9.
8. Cox KL, Burke V, Beilin LJ & Puddey IB (2010). A comparison of the effects of swimming and walking on body weight, fat distribution, lipids, glucose, and insulin in older women: the Sedentary Women Exercise Adherence Trial 2. *Metabolism*;59:1562–73.
9. Craig CL, Marshall AL, Sjöström M, Bauman AE, Booth ML, Ainsworth BE, et al. (2003). International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Med Sci Sports Exerc*;35(8):1381–95.
10. Debré R. & Douady D. (1962). La fatigue des écoliers français dans le système actuel. Rapport au Conseil de la recherche pédagogique du 18/01/1962. INP, Imprimerie nationale.
11. Delmas MC & Furrman C (2010). Asthma in France: a review of descriptive epidemiological data. *Rev Mal Respir*. doi:10.1016/j.rmr.2009.09.001
12. Delvolvé N & Jeunier B. (1999). Effets de la durée du week-end sur l'état cognitif de l'élève en classe au cours du lundi. *Revue française de pédagogie*, 126, 111-117.
13. Do CL & Alluin F. (2011). Les effets de l'expérimentation « Cours le matin, sport l'après midi ». Année scolaire 2010-2011. Note d'information 11-31 de la Direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance, ministère de l'Éducation nationale.
14. Doherty M & Dimitriou L. (1997). Comparison of lung volume in Greek swimmers, land based athletes, and sedentary controls using allometric scaling. *Br J Sports Med*;31(4):337–41.
15. Eccles JS, Barber BL, Stone M & Hunt J. (2003). Extracurricular activities and adolescent development. *J Soc Issues*, 59, 865-889.
16. European Society of Cardiology guidelines for the management of arterial hypertension. (2003). Guidelines Committee. J

- Hypertens;21:1011-53. doi:10.1097/01.hjh.0000059051.65882.32.
17. Gaunt T & Mafulli N. (2011). Soothing suffering swimmers: a systematic review of the epidemiology, diagnosis, treatment and rehabilitation of musculoskeletal injuries in competitive swimmers. *Br Med Bull*;4:1-44.
  18. Godet-Thobie H, Vernay M, Noukpoape A, Salanave B, Malon A, Castetbon K, et al. (2008). Mean blood pressure level and prevalence of hypertension in 18 to 74 year-old adults. In: *Weekly epidemiological bulletin*. [http://www.invs.sante.fr/beh/2008/49\\_50/beh\\_49\\_50\\_2008.pdf](http://www.invs.sante.fr/beh/2008/49_50/beh_49_50_2008.pdf). Accessed June 2014.
  19. Guskowska M. (2004). Effects of exercise on anxiety, depression and mood. *Psychiatr Pol*;38(4):611-20.
  20. Godeau E, Arnaud C & Navarro F. (2006). La santé des élèves de 11 à 15 ans en France. Données françaises de l'enquête internationale Health Behaviour in School-aged Children (HBSC). Saint-Denis : Inpes.
  21. Gwinup G. (1987). Weight loss without dietary restriction: efficacy of different forms of aerobic exercise. *American J Sports Med*;15(3):275-9.
  22. Hillman CH, Erickson KI & Kramer AF. (2008) Be smart, exercise your heart: Exercise effects on brain and cognition. *Nat Rev Neurosci*, 9, 58-65.
  23. Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure and the National High Blood Pressure Education Program Coordinating Committee. (1997). The sixth report of the joint national committee on prevention, detection, evaluation and treatment of high blood pressure. *Arch Int Med*;157:2413-2446.
  24. Leplege, A., Reveillere, C., Ecosse, E., Caria, A. & Riviere, H. (2000). Psychometric properties of a new instrument for evaluating quality of life, the WHOQOL-26, in a population of patients with neuromuscular diseases. *Encephale*, 26(5), 13-22.
  25. Loison D. (2008). EPS et éducation à la santé: un problème de définition? *Les cahiers pédagogiques*, article en ligne. <http://www.cahiers-pedagogiques.com/EPS-et-education-a-la-sante-un-probleme-de-definition>
  26. Loison D. (2015) Quels savoirs enseignés en éducation à la santé dans les séances d'EPS? *Éducation, Santé, Sociétés*, 2(1), 13-31.
  27. McPhie ML & Rawana JS. (2015). The effect of physical activity on depression in adolescence and emerging adulthood : A growth-curve analysis. *Journal of Adolescence*, 40, 83-92.
  28. Martinek TJ & Hellison DR. (1997). Fostering resiliency in underserved youth through physical activity. *Quest*, 49, 34-49
  29. Mehrotra PK, Verma N, Yadav R, Tewari S, Shukla N. (1997). Study of pulmonary functions in swimmers of Lucknow city. *Indian J Physiol Pharmacol*;41(1):83-6.
  30. Montagner H. & Testu F. (1996). Rythmicités biologiques, comportementales et intellectuelles de l'élève au cours de la journée scolaire. *Pathologie et Biologie*, 44, 1-15.
  31. Morales Y & Travaillet Y. (2015). Débats et controverses autour des programmes d'EPS. *Revue Education, Santé, Société*, vol. 2, p. 95-110.
  32. Norris R, Carroll D, Cochrane R. (1992). The effects of physical activity and exercise training on psychological stress and well-being in an adolescent population. *J Psychosom Res*, 36, 55-65.
  33. Potdevin F, Vanlerberghe G, Zuinquin G, Pezé T, Theunynck D. (2015). Evaluation of Global Health in Master Swimmers Involved in French National Championships. *Sports Medicine Open* (2015) 1:12
  34. Rezaimanesh D, Amiri-Farsani P. (2011). The effect of a six weeks aerobic and anaerobic intermittent swimming on VO2 max and some lung volumes and capacities in student athletes. *Procedia Soc Behav Sci*;15:2054-7.
  35. Rütten A, Abu-Omar K. Prevalence of physical activity in the European Union. (2004). *Soz Praventivmed*;49:281-9.
  36. Sacher PM, Kolotourou M, Chadwick PM, Cole PM, Lawson TJ, Lucas A, et al. (2010). Randomized controlled trial of the MEND program: a family-based community intervention for childhood obesity. *Obesity*;18(1):62-8.
  37. Saiiaria A, Moslehi M, Sajadiyan M. (2011). Effects of crawl swimming on depression in type 2 diabetic patients. *Procedia Soc Behav Sci*;30:2156-60.
  38. Sieverdes JC, Sui X & Blair SN (2011). Associations between physical activity and submaximal cardiorespiratory and pulmonary responses in men. *J Sports Med Doping Stud.*;1(1):102.
  39. Tanaka H, Bassett DR, Howley ET, Thompson DL, Ashraf M & Rawson FL (1995). Swimming training lowers the resting blood pressure in individuals with hypertension. *J Hypertens*;15(6):651-7.
  40. Torsheim T, Currie CE, Boyce W, Kalnins I, Overpeck M & Haugland S. (2004). Material deprivation and self-rated health : A multilevel study of adolescents from 22 European and North American countries. *Social Science & Medicine*, 59(1), 1-12.
  41. Tribalat T. (2003). Education à la santé : l'insuffisante formation des enseignants. *La Santé de l'Homme*, 364, 9-47.
  42. Vigarello G. (1997). L'éducation pour la santé: une nouvelle attente scolaire. *Esprit*, 2, 72-82.
  43. Ware JE, Sherbourne CD. (1992). The MOS 36-item short-form health survey (SF-36): conceptual framework and item selection. *Med Care*;30:473-83.

## Bibliographie Partie 4

1. Ajzen I. (1991). The theory of planned behavior. *Organ Behav Hum Decis Process*; 50: 179-211.
2. Allender S, Cowburn G & Foster C. (2006). Understanding participation in sport and physical activity among children and adults : a review of qualitative studies. *Health Education Research*, 21(6), 826-835.
3. Allender S, Hutchinson L & Foster C. (2008). Life-change events and participation in physical activity: a systematic review. *Health Promotion International*, 23(2), 160- 172.
4. Bandura A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*, Englewood Cliffs, EU: Prentice Hall.
5. Bandura A. & Wood RE. (1989). Effect of perceived controllability and performance standards on self-regulation of complex decision-making. *Journal of Personality and Social Psychology*, 56, 805–814. doi: 10.1037/0022-3514.56.5.805
6. Barnekow-Bergkvist M, Hedberg G, Janlert U & Jansson E. (1998). Prediction of physical fitness and physical activity level in adulthood by physical performance and physical activity in adolescence—an 18-year follow-up study. *Scand J Med Sci Sports*;8:299–8.
7. Bauman A, Bull F, Chey T, Craig CL, Ainsworth BE, Sallis J, Bowles H, Hagstromer M, Sjostrom M, Pratt M & the IPS Group. (2009). The international prevalence study on physical activity: results from 20 countries. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 6, 21. Available from URL: <http://www.ijbnpa.org/content/6/1/21/>.
8. Bauman A, Sallis J, Dzawaltowski D & Owen N. (2002) Toward a better understanding of the influences on physical activity. The role of determinants, correlates, causal variables, mediators, moderators, and confounders. *American Journal of Preventive Medicine* 23, 5-14.
9. Biddle SJH & Ekkakakis P. (2005). Physically active lifestyles and well being. In F.A Huppert, N.
10. Biddle S, Goudas M & Page A. (1994). Social-psychological predictors of self-reported actual and intended physical activity in a university workforce sample. *British Journal of Sports Medicine*, 28, 160-163.
11. Biddle SJ, Wang CK, Chatzisarantis NL & Spray CM (2003). Motivation for physical activity in young people: entity and incremental beliefs about athletic ability. *J Sports Sci*. Dec;21(12):973-89.
12. Boiché J & Sarrazin P. (2007). Motivation autodéterminée, perceptions de conflit et d'instrumentalité et assiduité envers la pratique d'une activité physique : une étude prospective sur six mois. *Psychologie française* 52, 417–430
13. Boutinet JP. (2017). Les pratiques sportives face à leurs responsabilités. In, In F. Wille (Éd.), *La responsabilité des acteurs du sport et de l'éducation. Expertises et controverses* (p. 8-19). Villeneuve D'Ascq: Presses Universitaires du Septentrion.
14. Brunet J & Sabiston C. (2011) Exploring motivation for physical activity cross the adult lifespan. *Psychology of Sport and Exercise* 12(2), 99-105.
15. Bungum TL & Vincent ML. (1997). Determinants of physical activity among female athletes. *American Journal of Preventive Medicine*, 13, 115-122.
16. Cattaneo LB & Chapman AR. (2010). The process of empowerment: A model for use in research and practice. *American Psychologist*, 65, 646–659. doi:10.1037/a0018854
17. Centre National du développement du sport. (2003). *Enquête pratique physique et sportive*.
18. Centre National du développement du sport. (2010). *Enquête pratique physique et sportive*.
19. Deci EL & Ryan RM. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. New York: Plenum Press.
20. Deci EL & Ryan RM. (1991). A motivational approach to self: Integration in personality. In R. Dienstbier (Ed.), *Nebraska symposium on motivation: Vol. 38, Perspectives on motivation* (pp. 237-288). Lincoln: University of Nebraska Press.
21. Dilorenzo TM, Stucky-Ropp RC, Van der Wal, JS & Gotham HJ. (1998). Determinants of exercise among children. II. A longitudinal analysis. *Preventive Medicine*, 27, 470e477.
22. Dishman R. (1982) Compliance/adherence in health related exercise. *Health Psychology* 1, 237-267.
23. Dishman R, Sallis J & Orenstein D. (1985). The determinants of physical activity and exercise. *Public Health Report* 100(2), 158-171.
24. Dweck C. (1986). Motivational processes affecting learning. *American Psychologist*, 41, 1040-1048.
25. Dweck CS. (1999). *Self-theories: Their role in motivation, personality and development*. Philadelphia: Psychology Press.
26. Dweck CS & Legett EL. (1988), A social-cognitive approach to motivation and personality. *Psychological Review*, 95, 256-273
27. Dzawaltowski DA, Noble JM & Shaw JM. (1990). Physical activity participation: Social cognitive theory versus the theories of reasoned action and planned behavior. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 12, 388-405.
28. Eeckhout C, Francaux M, Philippot P. (2012). Auto-efficacité perçue pour la pratique d'une activité physique : adaptation et validation francophone du Exercise Confidence Survey. *Canadian Journal of Behavioural Science*, Vol. 44, no. 1, p. 77-82.
29. Ekkakakis P, Hargreaves EA & Parfitt G (2013). Envisioning the next fifty years of research on the exercise affect relationship. *Psychol Sport Exerc*; 14(5): 751-758.

30. Embersin C, Chardon B & Grémy I. (2007). Jeunes en Ile-de-France : activités physiques, surpoids et conduites à risque. Exploitation régionale du baromètre santé 2005. - Paris : observatoire régional de santé d'Ile-de-France, 224 pages.
31. Engström LM. (1991). Exercise adherence in sport for all from youth to adulthood. In: Oja P, Telama R, eds. Sport for all. Amsterdam: Elsevier : 473– 83.
32. Feltz DL & Riessinger CA. (1990). Effects of in vivo emotive imagery and performance feedback on self-efficacy and muscular endurance. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 12, 132-143.
33. Garcia AW, Broda MA, Frenn M, Coviak C, Pender NJ & Ronis DL. (1995). Gender and developmental differences in exercise beliefs among youth and prediction of their exercise behavior. *Journal of School Health*, 65, 213e219.
34. Godin G. (2012). Les comportements dans le domaine de la santé. Montréal: Presse de l'université de Montréal.
35. Gould D, Feltz D, Horn TS & Weiss M. (1982). Reasons for attrition in competitive youth swimming. *Journal of Sport Behavior*, 5, 155-165.
36. Hagan L. (1988). L'éducation pour la santé. *Santé Société. La promotion de la santé : concepts et stratégies d'action*, 2, 41-56.
37. Kjønniksen L, Anderssen N & Wold B. (2009). Organized youth sport as a predictor of physical activity in adulthood. *Scand. J. Med. Sci. Sports*, 19, 646–654.
38. Kuh J, Cooper C. (1992). Physical activity at 36 years: patterns and childhood predictors in a longitudinal study. *J Epidemiol Community Health*;46:114-9.
39. Lefebvre B & Thiery P. (2010). Study of physical activity in France. Available from URL <http://www.sports.gouv.fr/index/communication/statistiques/stat-info/stat-info-68>
40. Leit R, Gray J & Pope H. (2002) The media's representation of the ideal male body: A cause for muscle dysmorphia? *International Journal of Eating Disorders* 31(3), 334-338.
41. Lindner KJ, Johns DP & Butcher JE. (1991). Factors in withdrawal from youth sport: A proposed model. *Journal of Sport Behavior*, 14(1), 3-18.
42. Loison D. (2015) Quels savoirs enseignés en éducation à la santé dans les séances d'EPS? *Éducation, Santé, Sociétés*, 2(1), 13-31
43. Malina RM. (2001). Adherence to physical activity from childhood to adulthood: a perspective from tracking studies. *Quest*;53:346–55.
44. Manstead ASR, Parker D. (1995). Evaluating and extending the Theory of Planned Behaviour. *Eur Rev Soc Psychol.*; 6: 69-95.
45. McAuley E. (1992). The role of efficacy cognitions in the prediction of exercise behavior in middle-aged adults. *Journal of Behavioral Medicine*, 15, 65-88.
46. McAuley E. (1993). Self-efficacy and the maintenance of exercise participation in older adults. *Journal of Behavioral Medicine*, 16, 103-113.
47. Mc Cabe M. & Ricciardelli L. (2004) Body image dissatisfaction among males across the lifespan: A review of past literature. *Journal of Psychosomatic Research* 56(6), 675-685.
48. Miller K, Gleaves D, Hirsch T, Green B, Snow A & Corbett C. (2000). Comparisons of body image dimensions by race, ethnicity and gender in a university population. *International Journal of Eating Disorders* 27(3), 310-316.
49. Moore WEG & Fry MD. (2017). Physical Education Students' Ownership, Empowerment, and Satisfaction with PE and Physical Activity, *Research Quarterly for Exercise and Sport*, doi: 10.1080/02701367.2017.1372557
50. Moreno JA, Gonzalez-Cutre D, Sicilia A & Spray C. (2010). Motivation in the exercise setting: integrating constructs from the approach-avoidance achievement goals framework and self-determination theory. *Psychology of Sport and Exercise*, 11, 542e550.
51. Muller L. (2005) French Cultural and Sport Participation. Available from URL [http://www.insee.fr/fr/ffc/docs\\_ffc/donsoc06zu.pdf](http://www.insee.fr/fr/ffc/docs_ffc/donsoc06zu.pdf).
52. Pelletier L, Fortier M, Vallerand R & Brière N. (2001). Associations among perceived autonomy support, forms of self-regulation, and persistence: a prospective study. *Motivation and Emotion* 25 (4), 279–306.
53. Perrin C. (1993) Analyse des relations entre le rapport aux APS et les conceptions de la santé. *STAPS*, 31, 21-30.
54. Poriau S & Delens D. (2017). Activité physique et événements de vie : transition entre les études secondaires et les études supérieures. *eJRIEPS* 42, 4-27.
55. Potdevin F, Normani C & Pelayo P. (2013). Examining self training procedures in leisure swimming. *Journal of Sports Science and Medicine* (12), 716-723. (SJR Q1-IF = 1,99)
56. Prochaska JO & Velicer WF. (1997). The transtheoretical model of health behavior change. *American Journal of Health Promotion*, 12, 38-48.

57. Rhodes RE & Kates A (2015). Can the Affective Response to Exercise Predict Future Motives and Physical Activity Behavior? A Systematic Review of Published Evidence. *Ann Behav Med.* Oct;49(5):715-31. doi: 10.1007/s12160-015-9704-5.
58. Sallis J & Hovell M. (1990) Determinants of exercise behavior. *Exercise and Sport Sciences Review* 18, 307-330.
59. Sallis J, Hovell M, Hofstetter C & Barrington R. (1992) Explanation of vigorous physical activity during two years using social learning variables. *Social Science and Medicine* 34, 25-32.
60. Sallis JF & Owen N. (1999). *Physical Activity and Behavioral Medicine*. Sage Publications, London.
61. Sarrazin P, Biddle S, Famose JP, Cury F, Fox K & Durand M. (1996). Goal orientations and conceptions of the nature of sport ability in children: A social cognitive approach. *British Journal of Social Psychology*, 35(3), 399-414.
62. Shaw JM, Dziewaltowski DA & McElroy M. (1992). Self-efficacy and causal attributions as mediators of perceptions of psychological momentum. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 14, 134-147.
63. Scheerder J, Thomis M, Vanreusel B, Lefevre, J, Renson R, Eynde BV & Beunen GP. (2006). Sports participation among females from adolescence to adulthood: A longitudinal study. *Int. Rev. Sociol. Sport*, 41, 413-430.
64. Scott D, Willits FK. (1989). Adolescent and adult leisure patterns: a 37-year follow-up study. *Leisure Sci*; 11:323-35.
65. Rütten A & Karim Abu-Omar K. (2004) Prevalence of physical activity in the European Union. *Social and Preventive Medicine* 49(4), 281-289.
66. Sarrazin PG, Boiché, JCS & Pelletier LG. (2007). A self-determination theory approach to dropout in athlete. In: Hagger, M., Chatzisarandis, N. (Eds.), *Self-Determination in Exercise and Sport*. Champaign, IL: Human Kinetics Publisher.
67. Sarrazin P, Vallerand R, Guillet E, Pelletier L & Cury F. (2002). Motivation and dropout in female handballers: A 21-month prospective study. *European Journal of Social Psychology* 32 (3), 395-418.
68. Scanlan TK, Carpenter PJ, Schmidt GW, Simons JP & Keeler B. (1993). An introduction to the Sport Commitment Model. *J Sport ExercPsychol*; 15(1):1-15.
69. Sjöström M, Oja P, Hagströmer M, Smith BJ & Bauman A. (2006) Health-enhancing physical activity across European Union countries: the Eurobarometer study. *Journal of Public Health* 14, 291-300.
70. Tammelin T, Näyhä S, Hills AP & Jarvelin MJ. (2003). Adolescent participation in sports and adult physical activity. *Am J Prev Med*; 24:22-8.
71. Télama R, Yang X, Viikari J, Välimäki I, Wanne O & Raitakari O. (2005). Physical activity from childhood to adulthood. A 21-year tracking study. *American Journal of Preventive Medicine*, 28 (3), 267-273.
72. Telama R, Yang X, Laakso L & Viikari J. (1997). Physical activity in childhood and adolescence as predictor of physical activity in young adulthood. *Am J Prev Med*; 13:317-23.
73. Trost SG, Owen N, Bauman AE, Sallis JF & Brown W. (2002). Correlates of adults' participation in physical activity: review and update. *Med Sci Sports Exerc*: 34: 1996-2001.
74. Trudeau F, Laurencelle L, Shephard RJ. (2004). Tracking of physical activity from childhood to adulthood. *Med Sci Sports Exerc.* 36(11):1937-43
75. Turcotte S, Gaudreau L & Otis J. (2007). Démarche de modélisation de l'intervention en éducation à la santé incluse en éducation physique », *Staps* 2007/3 (n° 77), p. 63-78.
76. Van der Horst K, Paw MJ, Twisk JW & Van Mechelen W. (2007). A brief review on correlates of physical activity and sedentariness in youth. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(8), 1241e1250.
77. Van der Pligt J, Zeelenberg M, van Dijk WW, de Vries NK & Richard R. (1998). Affect, attitudes and decisions: Let's be more specific. *Eur J Soc Psychol*; 8: 33-66.
78. Van Mechelen W, Twisk JRW, Post GB, Snel J, Kemper HCG. (2000). Physical activity of young people: the Amsterdam longitudinal growth and health study. *Med Sci Sports Exerc*: 32: 1610-1616
79. Vanreusel B, Renson R, Beunen G, et al. (1997). A longitudinal study of youth sport participation and adherence to sport in adulthood. *Int Rev Sociol Sport*; 32:373-87.
80. Williams SL, French DP. (2011). What are the most effective intervention techniques for changing physical activity self-efficacy and physical activity behaviour and are they the same? *Health Educ Res*; 26:308-322. PubMed doi:10.1093/her/cyr005
81. Willis JD & Campbell LF. (1992). *Exercise Psychology*. Champaign, IL: Human Kinetics Publisher.
82. Zanna MP & Rempel JK. (1988). Attitudes: A new look at an old concept. In: Bar-Tal D, Kruglanski AW, eds. *The social psychology of knowledge*. Cambridge: Cambridge University Press.
83. Zou G, Wang D, Knoll N & Schwarzer R. (2016). Planning Mediates Between Self-Efficacy and Physical Activity Among Motivated Young Adults. *Journal of Physical Activity and Health*, 13, 87-93