

University de Lille (SHS)

Laboratoire SCALab UMR CNRS 9193 – Equipe AVA

# **La neuropsychologie de la Tolérance à l'effort, ou l'importance de « profiler » les individus afin qu'ils jouissent pleinement des bienfaits d'une pratique physique**

Dossier de 30 pages qui accompagnent le manuscrit de la

Thèse défendue en anglais le 27 Novembre 2017 par

**Mauraine CARLIER**

Sous la supervision du:

**Pr Yvonne DELEVOYE-TURRELL**

## ***Membres du jury***

Pr Yvonne DELEVOYE-TURRELL, University of Lille (SHS) (Directrice)

Pr Pascale PIOLINO, University of Paris Descartes (Rapporteur)

Pr Michel AUDIFFREN, University of Poitiers (Rapporteur)

Pr Muriel GARCIN, University of Lille (Examinatrice)

Pr Caterina PESCE, University of Roma (Examinatrice)

Pr Gershon TENENBAUM, Florida State University (Examinateur)



## Résumé

Les ressentis affectifs lors d'un exercice physique ont été révélés comme prédicteurs de l'engagement dans une pratique régulière (Mohiyeddini, Pauli, & Bauer, 2009). Toutefois, alors que certains ont la possibilité d'expérimenter positivement une séance, d'autres ne le sont pas (Van Landuyt, Ekkekakis, Hall, & Petruzzello, 2000). Une des explications avancées par la théorie du double mode (Ekkekakis, 2003) est que les différences observées entre les individus sont dues à l'interaction existante entre leurs capacités physiques et leurs caractéristiques psychologiques. Dans ce contexte, mon travail de thèse visait à comprendre comment une caractéristique psychologique telle que la tolérance à l'effort peut impacter les réponses affectives d'un individu lors de la réalisation d'un exercice physique modéré. La tolérance est définie comme un trait qui influence la capacité de l'individu à continuer à s'exercer à un niveau d'intensité imposé même si l'activité devient inconfortable ou désagréable (Ekkekakis, Hall et Petruzzello, 2005). À ce jour, mon travail a révélé que le concept de tolérance semble être un concept valable dans un échantillon européen francophone (étude I) et ce quelle que soit la pratique physique hebdomadaire auto-déclarée par les individus. Mon travail montre également que la tolérance à l'effort impacte effectivement les ressentis durant un exercice physique modéré (études II et IV). De plus, il semblerait que plus les individus sont tolérants à l'effort, plus ils sont capables de produire un exercice physique intense (études III et IV). Fait intéressant, les résultats ont révélé que le niveau de tolérance semble être associé à l'efficacité du fonctionnement cognitif. Plus précisément, plus les individus possèdent des fonctions exécutives efficaces, plus ils possèdent un niveau élevé de tolérance à l'effort (étude III). Enfin, l'effet positif d'un environnement de distraction musicale sur la perception de la difficulté de l'exercice physique n'a été révélé que chez les personnes très tolérantes (étude IV); suggérant que la musique peut ne pas être adaptée à tous. En conclusion, à travers la réalisation d'une évaluation psychométrique de la version francophone (étude I), d'un paradigme dual (étude II) et d'une évaluation neuropsychologique des capacités cognitives des individus (étude III), mon travail de thèse a révélé que la tolérance à l'effort semble être un concept francophone valide prédisant la réponse affective positive ou négative à l'exercice physique ; et ce que l'exercice se réalise dans le silence ou en la musique (Études II et IV).

*Mots clés:* Tolérance à l'effort; Neuropsychologie; Cognition; Fonctions exécutives; États affectifs ; Autorégulation; Protocole auto-régulé

# Sommaire

<b><u>I. L'EXERCICE PHYSIQUE REGULIER, UNE SOLUTION ? .....</u></b>	<b><u>5</u></b>
<b><u>II. CAMPAGNES DE PROMOTION ET THEORIES DE L'ENGAGEMENT .....</u></b>	<b><u>7</u></b>
<b><u>III. ENGAGEMENT ET AFFECTS, LA CLEF DE L'ECOUTE DE SOI.....</u></b>	<b><u>9</u></b>
<b><u>IV. CARACTERISTIQUES INDIVIDUELLES ET AFFECTS, VERS UNE OPTIMISATION DES PROGRAMMES D'EXERCICES PHYSIQUES .....</u></b>	<b><u>12</u></b>
<b><u>V. LA TOLERANCE A L'EFFORT, UNE CARACTERISTIQUE PSYCHOLOGIQUE .....</u></b>	<b><u>15</u></b>
<b><u>VI. LES FONCTIONS EXECUTIVES POUR LA REGULATION ET LA PLANIFICATION D'UNE SEANCE D'EXERCICE PHYSIQUE .....</u></b>	<b><u>22</u></b>
<b><u>VII. ....CONCLUSION</u></b>	

28

La santé est définie comme « un état de bien-être physique, mental et social [qui] ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité » (Organisation Mondiale de la Santé, 1946). Cette définition fût créée après la Seconde Guerre Mondiale ; un événement de l'histoire vécu difficilement par les populations tant au niveau physique que psychologique. Dans ce contexte, les chercheurs et cliniciens spécialisés en psychologie ont eu pour mission de (1) catégoriser les maladies psychologiques et psychiatriques existantes afin de correctement les prendre en charge (Seligman, 2010) et (2) d'identifier les facteurs individuels et environnementaux permettant santé et épanouissement de l'individu (Hefferon et Boniwell, 2011). Grâce à la travail 14 maladies peuvent maintenant être guéries ou voir leurs troubles considérablement diminués (Seligman & Csikszentmihalyi, 2000). Cependant, en raison du besoin urgent de prendre soin des soldats psychologiquement déficients, l'objectif d'améliorer la vie de la population normale a été mis de côté (Linley, 2009). En conséquence, au XXIe siècle bien que nous soyons en capacité de traiter efficacement certaines maladies psychologiques ou psychiatriques (Seligman, 2010), une détresse émotionnelle, une faible estime de soi, une anxiété ou encore un stress chronique, sont régulièrement notés au sein des populations (Fox, Boutcher, Faulkner, & Biddle, 2000). Cet état psychologique entraînerait alors une augmentation des demandes de soins et d'assistance sociale en comparaison d'un état de bien-être et/ou de santé psychologique (Fox, Boutcher, Faulkner et Biddle, 2000). On observe par exemple que parmi les individus ayant reçu une prescription d'antidépresseurs en X, seulement 26% de ces personnes étaient traitées pour dépression alors que d'autres l'étaient pour maux de tête, anxiété, ou encore troubles du sommeil (Ekkekakis, 2013).

## **I. L'exercice physique régulier, une solution ?**

Dans le champ de la psychologie positive, i.e., le champ théorique qui s'intéresse à « l'étude scientifique de la vertu, du sens, de la résilience et du bien-être, ainsi que des applications fondées sur des preuves pour améliorer la vie des individus et de la société » (Wong, 2011, p.72), l'exercice régulier est considéré comme un moyen permettant aux individus et aux communautés de prospérer et de s'épanouir en bonne santé (Mutrie & Faulkner, 2004). Plus spécifiquement, le terme somatopsychique pose le fait que le corps peut avoir un effet sur l'esprit (Hefferon, 2013). En effet, le corps est défini comme « le réceptacle du sens de soi de l'individu, de ses sentiments et de ses aspirations les plus personnels, ainsi que de l'entité à laquelle les autres répondent d'une manière particulière en raison de leurs qualités humaines uniques » (Gardner 1993, 235-6). Ainsi, se mouvoir régulièrement nous permettrait d'améliorer

nos pensées, nos sentiments (Kim *et al.*, 2012; Laurin *et al.*, 2006 ; Physical Activity Guidelines Advisory Committee, 2008 ; Meier *et al.*, 2012) et notre image de nous-même (Goldenberg et Schackelford, 2005). En conséquence, s'exercer régulièrement améliorerait notre capacité à expérimenter le bien-être (Hopkins *et al.*, 2012 ; Hefferon, 2013) et notre qualité de vie (Gill *et al.*, 2013 ; Mirandola *et al.*, 2013 ; Laurin *et al.*, 2001; Lautenschlager *et al.*, 2008; Lytle *et al.*, 2004; Weuve *et al.*, 2004; Yoshitake *et al.*, 1995). A un niveau plus bas, toutes ces améliorations passeraient par une amélioration de nos capacités à traiter plus rapidement les informations pertinentes (Hall) et à nous adapter à notre environnement, ainsi que par une amélioration de notre fonctionnement cardiovasculaire. Ne pas considérer le rôle prépondérant du corps dans la santé et l'épanouissement d'un individu signifierait alors occulter une partie essentielle de ce qu'il est (Hefferon, 2013).

Toutefois, même si les grecs considéraient le corps humain comme « un partenaire digne et aimé de l'âme-esprit » (Gardner, 1993, p. 233 cité dans Hefferon, 2013), être épanoui au travers de l'expérience corporelle est aujourd'hui bien compliqué. Plus spécifiquement, au 21<sup>ème</sup> siècle, la façon dont nous considérons notre corps est plus une conséquence de notre capacité à atteindre des normes sociétales plutôt que la somme d'un réel vécu des sensations corporelles qui nous constituent. Avec l'émergence d'internet et des réseaux sociaux, tout comme des publicités diffusées quotidiennement, l'apparence de l'individus ainsi que les ressentis positifs ou négatifs qu'ils doivent expérimenter au regard de leur apparence sont ainsi normés. Or, ne pas prêter attention à notre corps subjectif (i.e., le corps tel qu'il est vécu quotidiennement ; Merleau-Ponty, 1962) et se focaliser sur notre corps objectif (i.e., le corps qui est connu par « l'Autre » et qui peut être observé et objectivé ; Gil-Rodriguez, 2012) affecte notre conscience corporelle (Mehling, *et al.*, 2009) et par de là même notre sens de nous-mêmes et notre capacité à nous épanouir (Hefferon, 2013).

A l'heure actuelle 60% de la population mondiale ne sont pas en capacité de considérer l'exercice physique régulier et les sensations corporelles qui en découlent comme un outil de bien-être et d'épanouissement véritable (OMS, 2006). Plus spécifiquement, en Europe, 60 % des adultes (Eurobarometer : Sport and Physical Activity, 2010) ne pratiquent pas assez d'exercice physique pour permettre un bienfait général sur leur santé, soit au moins 30 minutes 5 fois par semaine d'activité physique modérée ou au moins 20 minutes 3 fois par semaine d'activité physique intense (ACSM, 2010; Tremblay, 2012). Aux Etats-Unis, moins de 50 % des adultes sont considérés comme physiquement actifs (Macera, 2007 ou Ref de Teixeira 2001 à 2005) et au Canada seulement 15 % des adultes suivent les recommandations internationales

(ACSM, 2010; Tremblay, 2012 ; Colley et al., 2011). En France, seulement 46% des adultes ont une fréquence suffisante pour bénéficier des bienfaits réels sur la santé (Inserm, 2008). Les institutions françaises notent également que les enfants, les adolescents et les jeunes adultes pratiquent plus que leurs aînés, les garçons plus que les filles, et les hommes plus que les femmes. Finalement, seulement 11 % des filles et 25 % des garçons ont une activité physique conforme aux recommandations (Inserm, 2008). Ce fort taux d'inactivité physique dans les pays industrialisés est alors relié à une augmentation des risques de développer des syndromes métaboliques tels que l'obésité, les maladies cardiovasculaires, la résistance à l'insuline ou les cancers (Oja & Borms, 2004) et ceci indépendamment des facteurs de risque traditionnels tels que le tabagisme, la pression artérielle, le taux de cholestérol, le tour de taille et l'équilibre alimentaire (Slattery & Jacobs, 1988). Si les personnes physiquement inactives pratiquaient le minimum d'activité physique recommandée par les institutions, l'espérance de vie augmenterait alors de 2 à 4 ans (Reimers *et al.*, 2012), et ce en lien avec une diminution du tabagisme et de l'obésité (Lee *et al.*, 2012).

Pour finir, les conséquences de l'inactivité physique prendraient part indépendamment de l'occurrence de comportements sédentaires, i.e., tout comportement d'éveil, en position assise ou couchée, caractérisés par une dépense énergétique supérieure à l'état de repos mais inférieure à celle mesurée lors de la pratique d'activité physique de faible intensité (1.5 METs ; ACSM, 2010). Des comportements tels que regarder la télévision, utiliser un ordinateur ou encore être assis dans une voiture ou à un bureau toute la journée (Pate, O'Neill & Lobelo, 2008 ; Katzmarzyk & Lee, 2012 ; Reimers, Knapp & Reimers, 2012 ; Schuna, Johnson & Tudor-Locke, 2013). Une observation appuyant alors le fait que l'inactivité physique est « le plus grand problème de santé publique du XXI<sup>e</sup> siècle » (Blair, 2009) et en conséquence une préoccupation prédominante en santé publique (Hall & Fong, 2015). Mais alors comment rendre les individus physiquement actifs ?

## **II. Campagnes de promotion et théories de l'engagement**

Décider de s'engager dans une pratique physique régulière c'est agir pour soi et pour sa santé. Or, en comparaison de comportements tels que se brosser les dents, manger 5 fruits et légumes par jour ou avoir des pratiques sexuelles sans risque, faire de l'exercice physique régulier c'est négocier quotidiennement avec les contraintes de la vie quotidienne afin de toujours s'accorder ce temps (Mullen & Hall, 2015). C'est également supporter des efforts physiques significatifs,

de l'inconfort voire même de la douleur ou de l'épuisement durant la séance (Mullen, & Hall, Hall, & Fong, 2015). Ainsi, promouvoir l'exercice régulier est plus complexe que de promouvoir d'autres comportements de santé (Dishman et Buckworth, 1996). Sur le terrain, on démontre en effet que les campagnes de promotion permettent de faire accroître l'intention des participants à devenir physiquement plus actifs (Milne, Orbell et Sheeran, 2002) ou à s'inscrire dans une salle de sport (Herring, 2013). Toutefois, on note également que 40 à 65% des personnes qui commencent un programme d'exercice physique régulier abandonnent dans les 3 à 6 mois (Annesi, 2003).

L'engagement régulier des individus peut s'expliquer au travers des croyances qu'ils ont au sujet de leur état de santé (i.e., *modèle de la croyance de santé* ; Rosenstock, & Strecher, 1988). Plus spécifiquement, les individus s'engageraient dans une pratique physique s'ils croient être sensibles aux conséquences de leur inactivité ou se perçoivent comme vulnérable. Ils s'exerceront également s'ils croient que leur comportement d'inactivité physique a de sérieuses conséquences sur leur santé (i.e., perception de la gravité) ou s'ils croient qu'agir va réduire leur vulnérabilité face à la situation ou la gravité des conséquences (i.e., perception de bénéfices). Enfin, les individus s'engageront dans une pratique régulière s'ils croient que le coût de l'action est moindre en comparaison des bénéfices (i.e., s'exercer régulièrement amènerait plus de bénéfices que de méfaits), ou s'ils sont confiants dans leur capacité à agir. Ainsi un individu confiant dans ses capacités d'action et de gestion de l'exercice aura plus de chances de s'engager sur le long terme qu'une personne non confiante envers ses capacités. On note également que la compliance à l'exercice physique régulier serait fonction des normes des individus et de leur perception de contrôle face à la situation (i.e., *théorie du comportement planifié* ; Ajzen, 1985). Plus spécifiquement, les individus auront l'intention ou non de s'engager s'ils pensent être à l'origine de cette idée et maître de leurs propres actions (i.e., sentiment d'auto-détermination et d'autonomie, sentiment de maîtrise et satisfaction des relations interpersonnelles; Deci, & Ryan, 1985). Toutefois, même si formuler une intention de pratique peut amener à une mise en place du comportement, ça n'est pas toujours le cas (Cooke, & Sheeran, 2004). Ainsi, la motivation des individus à s'exercer régulièrement et sur le long terme sera également fonction de leur environnement dans lequel ils vivent (i.e., *théorie socio-écologique*; Sallis, & Owen, 2002) tels que leur niveau socio-culturel (Kirby, Levin & Inchley, 2013) ou leurs revenus et leur lieu de résidence (Inserm, 2008). Pour finir, la compliance à un exercice physique régulier serait fonction du cheminement cognitif des individus au regard de leur changement de vie (i.e., *modèle transthéorique du changement*; ACSM, 2010). Plus



précisément, mettre en place un comportement de santé et y adhérer sur le long terme nécessite de passer par plusieurs étapes. La première, l'étape de précontemplation est définie par une résistance de la part des individus à l'idée de reconnaître que leur comportement pose problème et qu'il doit être modifié. Dans le cadre de l'exercice physique, cette étape se traduit par la sensation d'une non-nécessité de devoir s'exercer au regard de la non-conscience des conséquences néfastes de l'inactivité physique. Au stade de la deuxième étape du cheminement, l'étape de contemplation, l'individu commence à prendre conscience de l'existence d'un problème et de la nécessité de le résoudre. Plus précisément, les individus prennent conscience des effets néfastes de leurs comportements et ont l'intention de devenir physiquement actif. Puis, durant la troisième étape, au stade de la préparation, l'intention et l'action se rencontrent. A ce stade, les individus mettent en œuvre des comportements quotidiens qui les amèneront à pouvoir, le cas échéant, pratiquer régulièrement un exercice physique. Au stade de l'action, quatrième étape, les individus sont en mesure d'éliminer complètement le comportement problématique ou de démontrer l'acquisition du comportement désiré pendant une période de temps significative. Ainsi, à ce stade, les individus sont capables de s'engager régulièrement dans la pratique d'un exercice physique régulier. Enfin, le stade du maintien est atteint lorsque les individus ont réussi à effectuer les changements souhaités. Leur défi consiste à préserver leurs nouveaux acquis à long terme. A ce stade les individus sont engagés depuis un moment dans leur pratique, leur travail réside alors dans le maintien de leur nouveau comportement de santé sans succomber aux tentations persistantes de l'inactivité physique. Par la suite, se donner les moyens de pouvoir mettre en place le comportement de santé de pratique physique et de le maintenir quel qu'en soit le prix permettra aux individus de prendre conscience de leur efficacité ; ayant pour conséquence d'améliorer leur estime d'eux-mêmes. Croire en soi est d'ailleurs observée comme l'un des prérequis à un engagement sur le moyen et long terme. Mais alors pourquoi si peu s'exercent ?

### **III. Engagement et affects, la clef de l'écoute de soi**

Lorsque de longues périodes d'inactivité physique sont interrompues par des périodes d'activité physique, les effets aversifs de l'inactivité peuvent être réduits (Owen, Healy, Matthews & Dunstan, 2010). Or, lorsqu'une longue période d'inactivité physique est à noter, s'exercer s'apparente souvent à supporter des efforts physiques significatifs, de l'inconfort voire même de la douleur ou de l'épuisement durant la séance (Mullen, & Hall, Hall, & Fong, 2015). En conséquence, alors que certaines prises en charge prônent le fait d'« être amis » avec ses

sensations corporelles et de les écouter lors de l'exercice (Bradt, Goodill et Dileo, 2011; Strassel, Cherkin, Steuten, Sherman et Vrijhoef, 2011) la réalité de pratique est souvent associée au désir de les oublier. Or, ce qui est vécu pendant la séance a son importance (Eston et Williams, 1988, Lind et al., 2005, Ekkekakis, & Acevedo, 2006, Rose & Parfitt, 2008, Schücker et al., 2014 ; Trost). Plus spécifiquement, les affects positifs tels que le plaisir et l'amusement, ainsi que les affects négatifs tels que la perception de la difficulté ou encore la perception de l'intensité de la tâche joueraient un rôle prépondérant dans *l'engagement* (Trost).

Au niveau théorique, les affects sont définis comme le concept le plus général se référant à des ressentis accessibles consciemment et ne se référant pas nécessairement à un événement ou à un objet extérieur à l'individu (Russell & Barrett, 1999). Plus spécifiquement, alors que les émotions émergeraient d'un changement d'état qui survient dans le but de répondre à un stimulus interne ou externe ayant une signification pour l'individu, les affects sont caractérisés par des états mentaux non cognitifs et non réflexifs (Russell, 2003 ; Ekkekakis, 2014) et constamment accessibles à la conscience de l'individu. A chaque moment de la journée une personne est en effet capable de savoir si ses ressentis sont plutôt positifs, neutres ou négatifs et ceci indépendamment de la survenue ou non d'un événement. Les affects n'auraient alors pas besoin d'être contextualisés mais modifieraient significativement le comportement d'un individu. Plus précisément, le ressenti d'affects positifs serait relié à des comportements d'approche alors que le ressenti d'affects négatifs seraient reliés à des comportements d'évitement (Cabanac, 1979, Panksepp, 1998). Ainsi, ressentir des affects négatifs lors de la pratique amèneraient les individus à éviter l'exercice physique régulier alors que ceux expérimentant des ressentis positifs pendant leur session tendraient à s'engager sur le long terme (Zenko, 2016).

Les comportements d'approche et d'évitement tiendraient du fait que les affects informeraient l'individu sur l'état dans lequel il se trouve. Plus spécifiquement, alors que la production de comportements amène des changements physiques et physiologiques, les affects permettraient à l'individu de savoir si son homéostasie n'est pas menacée. Un ressenti d'affects négatifs serait associé à une perte en partie ou en totalité de l'intégrité physique de l'individu alors que le ressenti d'affects positifs serait associé à un maintien de l'homéostasie et donc à une absence de menace pour l'intégrité physique (Cabanac, 1979, Panksepp, 1998 - cité par Ekkekakis, 2013). La littérature note également que les affects permettraient aux individus d'être informés de la discordance pouvant exister entre des conséquences sensorielles qu'ils auraient prédites lors de la planification de leur comportement et les conséquences sensorielles qu'ils ressentent

réellement lors de l'exécution de leur mouvement (Friver, 1988, Frijda, 1988; 1986 - cité par Carver, Johnson, Joorman et Scheier, 2015). Plus spécifiquement, avant de réaliser un mouvement, une personne planifie et anticipe toutes les actions possibles au regard de ses objectifs et des conditions environnementales dans lesquelles elle se trouve (Cisek et Kalaska, 2010). Ainsi, lors de la réalisation du mouvement si les ressentis corporels correspondent à ceux anticipés, l'individu fait comme prévu et expérimentera positivement ce qu'il fait. A l'inverse, si les ressentis corporels diffèrent de ceux anticipés, l'individu agit différemment de ce qui était prévu. Dans ce cas, il expérimentera négativement ce qu'il fait (Friver, 1988, Frijda, 1988; 1986 - cité par Carver, Johnson, Joorman et Scheier, 2015). De par leur pouvoir de guider les comportements moteurs des humains, les états affectifs seraient alors « le principal système de motivation chez les êtres humains » (Tomkins, 1962, p. 108 - cité par Ekkekakis, 2013).

Dans le cadre de l'exercice physique donc, des recherches ont permis d'observer que les mouvements volontaires du corps peuvent induire des changements d'affects (Russell, 2005). Se concentrer sur les affects ressentis permettrait alors à un individu de mieux réguler l'intensité de sa performance physique (Lind, Joens-Matre, & Ekkekakis, 2005; Parfitt, 2008), d'améliorer ses performances de course en optimisant la gestion de ses dépenses énergétiques (Schücker, Knopf, Strauss, & Hagemann, 2014), et de vivre plus agréablement la séance en comparaison d'un exercice physique effectué à une intensité non basée sur leurs ressentis (Parfitt, Rose et Burgess, 2006). En psychologie du sport, les affects seraient alors considérés comme un outil d'auto-régulation du comportement au cours d'un exercice physique (Eston et Williams, 1988, Lind et al., 2005, Ekkekakis, & Acevedo, 2006, Rose & Parfitt, 2008, Schücker et al., 2014). C'est pourquoi ils joueraient un rôle prépondérant dans la pérennité de l'engagement (Jekauc, 2015, Zenko, Ekkekakis et Ariely, 2016 ; Teixeira, Carraça, Markland, Silva et Ryan, 2012). En effet, on observe qu'ajouter la composante affective d'une séance comme variable dans un modèle prédictif permet d'augmenter la qualité de la prédiction d'une future pratique en comparaison d'une prédiction réalisée uniquement au moyen des intentions des individus (Mohiyeddini, Pauli et Bauer, 2009). Plus précisément, alors que les intentions des individus à s'exercer régulièrement prédisent 49 % de la fréquence et 42 % de la durée de leur future pratique, ajouter la composante affective de la séance à ce modèle prédictif permet de prédire jusqu'à 66 % de la fréquence et 62 % de la durée des prochaines séances. Une promotion efficace et présentant des objectifs d'exercice atteignables serait alors une campagne présentant et considérant les ressentis des individus comme un outil clef d'un engagement sur le long terme (Ekkekakis, Parfitt et Petruzzello, 2011). En France, c'est d'ailleurs dessus que se base la

dernière campagne de promotion de l'assurance maladie (Fig. 1). En effet, à l'inverse des précédentes campagnes celle-ci se base sur les ressentis négatifs voire les douleurs physiques que les individus peuvent avoir. Cette prise de conscience associée à un désir de faire diminuer la douleur serait alors un facteur d'évitement des comportements inactifs et un facteur d'approche de l'exercice physique régulier. Mais sommes-nous tous capables d'adapter notre séance en fonction de ce que nous expérimentons ?



Figure 1 : Dernière campagne de promotion de l'Assurance Maladie

#### **IV. Caractéristiques individuelles et affectifs, vers une optimisation des programmes d'exercices physiques**

Vivre positivement un exercice physique c'est se sentir en possession de ces moyens afin de mener à bien une tâche dont la complexité et la difficulté sont à la hauteur de ce que nous pouvons gérer tant physiquement que cognitivement (Pesce, 2016). La théorie du modèle duel (Ekkekakis, 2003) suppose alors qu'il est nécessaire de prendre en compte à la fois les caractéristiques physiologiques et psychologiques des individus lors de la prescription et le choix des programmes d'exercice physique ; ceci afin de minimiser l'émergence d'affects négatifs et maximiser l'émergence d'affects positifs (Fig. 2).

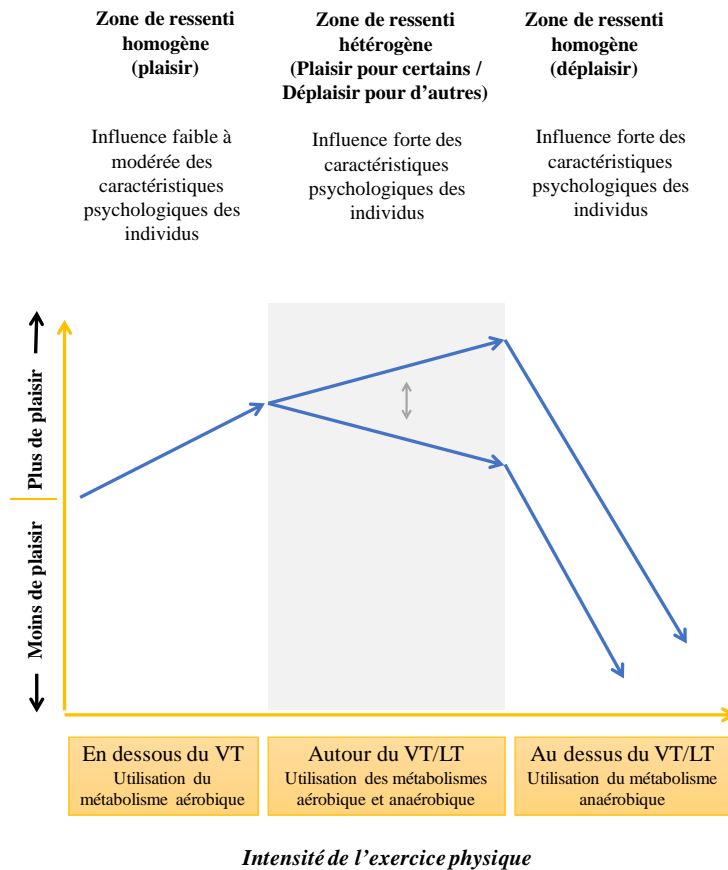


Figure 2 : Représentation schématique des affects ressentis lors de la réalisation d'un exercice physique, en fonction (1) des changements physiologiques survenant pendant la tâche motrice, (2) des caractéristiques psychologiques des individus et (3) de l'interaction entre les deux (VT - seuil ventilatoire, LT - seuil de lactate ; dual mode theory ; Ekkekakis, 2003).

### Les caractéristiques physiologiques

Effectuer un exercice physique nécessite la production d'énergie musculaire. Cette production peut être réalisée par le biais de l'utilisation de l'oxygène environnant (i.e., métabolisme de l'aérobie) ou de l'énergie déjà présente au sein des muscles (i.e. métabolisme d'anaérobie). S'exercer à une intensité requérant l'utilisation préférentielle du métabolisme d'aérobie permettrait alors aux individus de s'exercer pendant longtemps (i.e., quelques heures) avec le minimum de douleur ou de fatigue, et ce sans menace de leur intégrité physique. A l'inverse, dû à l'accumulation de lactate au sein des muscles, l'utilisation préférentielle du métabolisme anaérobique conduirait à la fatigue, à la douleur voire même à l'épuisement. Des sensations traduisant alors une possible menace de l'intégrité physique de l'individu. En conséquence, utiliser préférentiellement le métabolisme aérobique conduirait à s'exercer en expérimentant des affects principalement positifs tandis que l'utilisation préférentielle du métabolisme anaérobique conduirait à s'exercer en expérimentant préférentiellement des affects négatifs.

L'utilisation préférentielle de l'un des deux métabolismes seraient alors fonction de l'intensité de l'exercice effectué. Plus spécifiquement, réaliser une tâche motrice en dessous du seuil ventilatoire conduirait à utiliser préférentiellement le métabolisme aérobique, amenant la plupart des individus à expérimenter positivement une telle pratique (Fig. X). Inversement, l'exécution d'une tâche motrice au-dessus du seuil ventilatoire nécessiterait l'implication préférentielle du métabolisme anaérobique ; ayant pour conséquence en ressenti préférentiellement négatif pour la plupart des individus (Fig. X). Enfin, effectuer une tâche motrice autour du seuil ventilatoire nécessiterait l'utilisation du métabolisme aérobique mais également du métabolisme anaérobique pour pouvoir produire assez d'énergie musculaire. Ainsi, certains expérimenteront négativement cette intensité de pratique alors que d'autres l'expérimenteront positivement (Van Landuyt + Ekkekakis, 2003). En conséquence, choisir correctement l'intensité d'un exercice physique est un des facteurs clef de l'engagement et de la compliance (ACSM, 2011). C'est pourquoi, au regard des controverses existantes lors d'un choix d'intensité en fonction de la consommation maximale d'oxygène (Ahmaidi, Massé-Biron, & Adam, 1998; Dwyer, & Bybee, 1983; DeMello et al., 1987; Gordon, & Scott, 1995; Ekkekakis, Hall, & Petruzzello, 2007), choisir l'intensité d'exercice en fonction du point de transition entre une utilisation prédominante du métabolisme aérobique et une utilisation prédominante du métabolisme anaérobique (i.e., seuil ventilatoire - VT) est considéré comme le choix le plus approprié. En effet, bien que la valeur mesurée du  $VO_{2max}$  peut être identique entre deux temps de mesure, la contribution des métabolismes aérobique et anaérobique dans la production de l'énergie musculaire peut différer (Edwards, Clark et Macfadyen, 2003) ; ayant pour conséquence des ressentis différents. En effet, alors que la première mesure peut être associée à une part plus importante du métabolisme d'anaérobie, la deuxième mesure peut être associée à une part plus importante du métabolisme d'aérobie (Edwards, Clark et Macfadyen, 2003) ; ayant pour conséquence un ressenti plus négatif en première séance qu'en deuxième. D'autre part, il a été démontré que cet indice physiologique ne tient pas compte des différences interindividuelles, avec pour un même  $VO_{2max}$  mesuré, une prédominance du métabolisme aérobique pour certains individus alors que d'autres nécessiteront en supplément le métabolisme anaérobique (Ekkekakis, & Acevedo 2006). Ainsi, pour un même  $VO_{2max}$  mesuré, les ressentis seraient différents entre les individus ; amenant probablement certains à vouloir s'engager et d'autres non.

### **Les caractéristiques psychologiques**

Lors de la réalisation d'un exercice physique, expérimenter positivement ou négativement la séance dépendrait également des caractéristiques psychologiques des individus. Plus précisément, lors de la réalisation d'un exercice physique autour du seuil ventilatoire, l'énergie musculaire est produite grâce au métabolisme aérobique mais également au métabolisme anaérobique. Dans ce cadre, parce que certains possèdent les ressources psychologiques nécessaires pour pallier à l'inconfort voire la douleur, ceux-ci seront en capacité d'expérimenter positivement ce qu'ils sont en train de faire. A l'inverse, ceux ne possédant pas assez de ressources expérimenteront plus négativement une séance d'exercice physique faite à une intensité requérant les deux métabolismes (Ekkekakis, 2003). On observe alors que plus les individus seraient confiants dans leurs capacités à faire un exercice physique plus ils auraient la capacité de vivre positivement la séance en dépit d'une menace voire d'une perte de leur homéostasie (Ekkekakis, Hall & Petruzzello, 2005). Cependant, alors que les études concernant les caractéristiques physiques impactant les affects lors d'un exercice physique foisonnent, cela n'est pas le cas pour l'identification exhaustive des caractéristiques psychologiques des individus. Dans ce contexte, mon travail de thèse visait à comprendre comment une caractéristique psychologique telle que la tolérance à l'effort peut impacter les réponses affectives d'un individu lors de la réalisation d'un exercice physique modéré.

## **V. La tolérance à l'effort, une caractéristique psychologique**

La tolérance est définie comme un trait qui influence la capacité de l'individu à continuer à s'exercer à un niveau d'intensité imposé même si l'activité devient inconfortable ou désagréable (Ekkekakis, Hall et Petruzzello, 2005). À ce jour, il a été démontré que le seuil de tolérance d'un individu impacte la capacité d'un individu à poursuivre un exercice physique alors même que l'occurrence du seuil ventilatoire a déjà eu lieu (Ekkekakis, Hall & Petruzzello, 2005). On observe également que cette tolérance prédit l'effort physique produit (Hall, Petruzzello, Ekkekakis, Miller et Bixby, 2014) et l'oxygène consommée (Schneider et Graham, 2009). Finalement, il semblerait que la tolérance d'un individu serait prédictif de ses affects lors de réalisation d'un exercice physique (Ekkekakis, Hall & Petruzzello, 2005). Les différences observées entre les individus tolérants et les individus non tolérants seraient alors fonction de leurs capacités cardiovasculaires, respiratoires, métaboliques et neuromusculaires (McKenna et Hargreaves, 2008).

Dans le cadre de la cognition incarnée, les capacités physiques et physiologiques des individus sont considérées comme permettant de se mouvoir quotidiennement et d'appréhender le monde mais également de moduler le fonctionnement cognitif de l'individu. Plus précisément, la cognition est définie comme « les processus mentaux associés à l'attention, la perception, la pensée, l'apprentissage et la mémoire ». Elle émergerait dépendamment des capacités motrices des individus et aurait pour objectif de leur permettre une meilleure adaptation à leur environnement (Koziol et Lutz, 2013 ; Loendorf, 2016 ; Cisek & Kalaska, 2010; Heyes, 2012). Ainsi, c'est pourquoi nous observons que les capacités motrices des enfants conduiraient au développement de structures cérébrales de plus en plus différenciées et des concepts cognitifs de mieux en mieux acquis (Piaget & Inhelder, 1966). En contrepartie, un meilleur fonctionnement cognitif leur permettrait d'agir de plus en plus efficacement au regard de leurs objectifs, des contraintes environnementales et des conséquences de leurs actions sur l'environnement (Cisek et Kalaska, 2010). Dans ce contexte, nous pouvons alors faire l'hypothèse que les capacités de tolérance à l'effort physique soient reliées au fonctionnement cognitif des individus. Plus spécifiquement, les individus caractérisés par un niveau de tolérance physiologique plus élevé devraient ainsi être caractérisés par un niveau plus efficient de fonctionnement cognitif. Inversement, ceux définis par un faible niveau de tolérance devraient être définis par un niveau moins efficient de fonctionnement cognitif.

La notion de fonctionnement cognitif ou de contrôle cognitif fait aujourd'hui son apparition dans le contexte de l'exercice physique. Plus précisément, l'exercice physique est un type d'activité motrice qui nécessite l'organisation, la planification et l'enchaînement des mouvements corporels effectués dans le but d'améliorer et / ou de maintenir une ou plusieurs composantes de la condition physique (American College of Sports Medicine, Thompson, Gordon et Pescatello, 2010). En conséquence, s'exercer consiste à produire régulièrement des séries de contractions coordonnées des muscles squelettiques entraînant une augmentation substantielle des besoins caloriques par rapport à la dépense énergétique mesurée au repos (Caspersen, Powell et Christenson, 1985). S'exercer nécessiterait également d'avoir des ressources cognitives permettant de supporter des efforts physiques significatifs, de l'inconfort voire même de la douleur ou de l'épuisement durant la séance (Mullen, & Hall, Hall, & Fong, 2015). Ainsi, depuis peu, en plus d'être défini au travers de la dépense énergétique physique (METs, i.e., Metabolic Equivalent of Task), du mode de progression (i.e., progression constante ou incrémentale), de l'intensité (i.e., faible, modérée, vigoureuse), ou du métabolisme utilisé pour fournir l'énergie aux muscles (i.e., les métabolismes aérobie et anaérobie - Audiffren,



2009), l'exercice physique tend à être défini au travers des ressources cognitives nécessaires afin de le réaliser (Audiffren, & André, 2015 ; Brick, 2015, Brick 2016 ; Pesce, 2016 , Burzynska et al., 2017, Müller et al., 2017). Plus spécifiquement, cette théorie provient de deux courants de recherche différents. Le premier, défendu principalement par le Dr. Brick considère que lors de la réalisation d'un exercice physique, les individus ont besoin d'être capable planifier leur séance d'entraînement et de savoir s'adapter aux changements constants occurring durant la séance (Brick, 2015, 2016). Des compétences et stratégies que l'on observe naturellement chez les cyclistes professionnels avant, pendant et après un entraînement ou une compétition (Fig. 3 ; Brick, 2015).

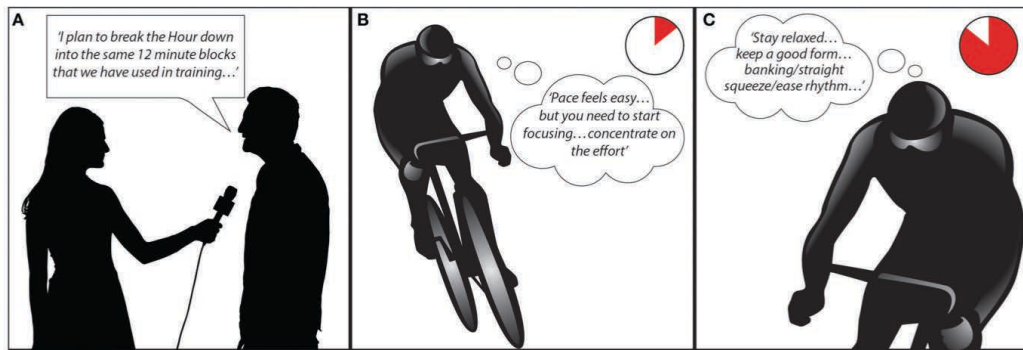


Figure 3 : Représentation des techniques de régulation de l'intensité de la production motrice et de l'effort en fonction des objectifs et des challenges survenant durant la course chez les cyclistes de haut niveau (Brick et al., 2016)

Cette hypothèse théorique fait alors écho au champ théorique du contrôle moteur qui considère que dans la vie quotidienne, lorsqu'une personne interagit avec un environnement, elle planifie et anticipe toutes les actions possibles au regard de ses objectifs et des conditions environnementales dans lesquelles elle se trouve (Jeannerod, 2006 ; Cisek et Kalaska, 2010). En d'autres termes, elle spécifie les aspects spatiotemporels et moteurs de chaque action afin d'agir de la manière la plus efficiente possible (Jeannerod, 2006 ; Cisek et Kalaska, 2010). Une telle performance est alors possible grâce au modèle inverse qui transforme l'objectif de l'individu en commandes motrices (Fig. 4) et à la voie dorsale qui permet de potentialiser toutes les actions possibles au regard de l'environnement et des objectifs de l'individu (Fig. 4). Puis, lors de l'exécution du comportement, grâce à l'utilisation des boucles de rétroaction et d'anticipation, une comparaison entre les sensations corporelles prédites lors de la planification et celles ressenties lors de l'exécution réelle de l'action est effectuée (Fig. 4 et Fig. 5). Si les conséquences sensorielles réelles de l'action correspondent aux prédictions, le but moteur est atteint et le comportement est arrêté. A l'inverse, en cas de divergence entre les retours sensoriels anticipés et les retours sensoriels prédits, le cerveau envoie un nouveau programme moteur afin d'ajuster le mouvement réel dans le but de performer le mouvement désiré et les conséquences sensorielles associées (Fig. 4 et Fig. 5) (Jeannerod, 2006 ; Cisek et Kalaska, 2010).

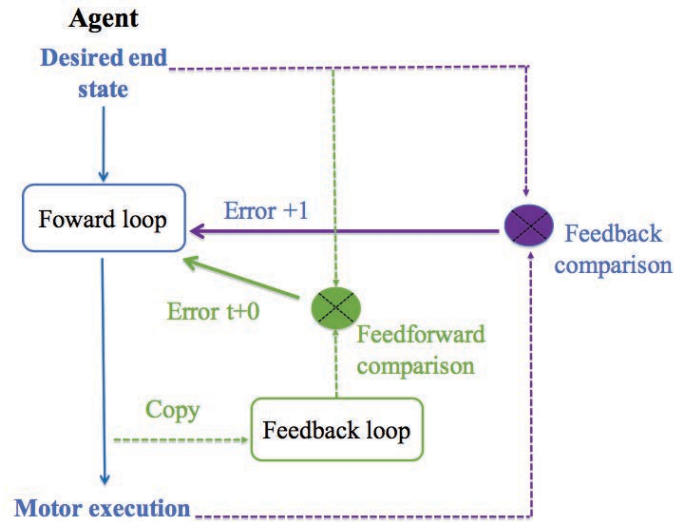


Figure 4 : Représentation schématique de la boucle inverse et de la boucle feedback lors de la planification et du réajustement de la sortie du moteur

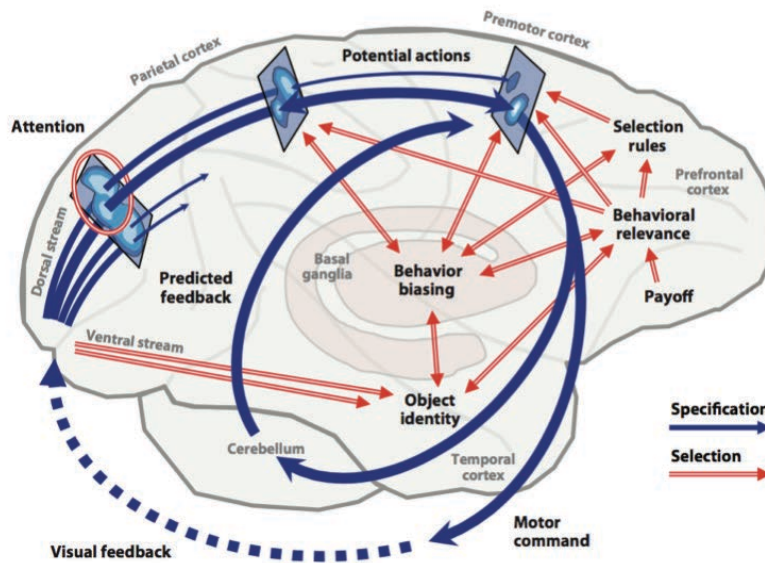


Figure 5: Esquisse de l'hypothèse de la concurrence pour l'affordance dans le contexte d'un mouvement guidé par la vision. Les flèches bleu foncé représentent les processus de spécification de l'action, qui commencent dans le cortex visuel et se déplacent vers la droite à travers le lobe pariétal, et qui transforment l'information visuelle en représentations d'actions potentielles. Les polygones représentent trois populations neurales le long de cette route. Chaque population est représentée sous la forme d'une carte où les régions les plus légères correspondent aux pics d'activité accordée, qui sont en concurrence pour un traitement ultérieur. Cette compétition est biaisée par la contribution des ganglions de la base et des régions corticales préfrontales qui recueillent des informations pour la sélection de l'action (flèches rouges à deux lignes). Ces biais modulent la compétition dans plusieurs locus, et à cause de la connectivité réciproque, leurs influences sont réfléchies sur une grande partie du cortex cérébral. L'action finale sélectionnée est libérée dans

l'exécution et provoque une rétroaction manifeste à travers l'environnement (flèche bleue pointillée) ainsi qu'une rétroaction prédictive interne à travers le cervelet.

Le deuxième courant théorique considérant que les fonctions cognitives sont nécessaires lors de la réalisation d'un exercice physique provient de l'étude des bienfaits cognitifs qu'une pratique ponctuelle ou régulière permet. Plus spécifiquement, les méta-analyses les plus récentes confirment qu'effectuer une seule séance (Chang, Labban, Gapin et Etnier, 2012) ou régulièrement un exercice physique (Colcombe et Kramer, 2003) permet de bénéficier d'une amélioration globale des fonctions cognitives (e.g., capacités attentionnelles, intelligence cristallisée, mémoire, fonctionnement exécutif). Ces améliorations cognitives sont observées à la fois au niveau comportemental par le biais d'évaluations de type papier - crayon (Chang et al., 2012; Colcombe et Kramer, 2003), aussi bien qu'à travers des changements structurels du cerveau (Colcombe, Kramer, McAuley, Erickson et Scalf, 2004 ; Hillman et al. 2003). Fait intéressant, tous les individus peuvent bénéficier de l'exercice physique avec toutefois un gain plus important pour les plus jeunes et les plus âgés. La théorie défendue par Burzynska et Müller considère alors que les bénéfices tirés de l'exercice physique dépendraient des ressources cognitives nécessaires afin de planifier et d'exécuter l'exercice physique (Burzynska et al., 2017, Müller et al., 2017). Plus précisément, plus l'exercice physique requerrait des ressources importantes afin de réguler le comportement lors de la session, plus les individus en bénéficieraient au niveau cognitif.

Burzynska et collaborateurs (2017) et Müller et collaborateurs (2017) ont alors mené deux études scientifiques dont le but était de comprendre comment la complexité motrice d'un exercice physique peut conduire à différentes améliorations cognitives et changements cérébraux chez des individus âgés (i.e., l'une des populations les plus sensibles à la pratique). Dans ces études, les auteurs ont ainsi comparé les capacités cognitives et le fonctionnement cérébral des individus soit après la réalisation d'une activité physique non demandeuse cognitivement (e.g., marcher, s'étirer), soit après la réalisation d'une activité physique demandeuse cognitivement (e.g., danser). Les résultats ont révélé que l'exécution de la danse ne permettrait pas plus de bienfaits cognitifs (i.e., quantifiés au travers de tâches papier-crayon) qu'un exercice physique non demandeur cognitivement tel que marcher ou s'étirer. Par contre, cela permettrait de plus grands changements cérébraux localisés au niveau de la substance blanche (Burzynska et al., 2017) et de la substance grise (Müller et al., 2017). Plus spécifiquement, les auteurs ont révélé que la danse permettrait une plus grande conductivité de

la substance blanche du fornix après 6 mois de pratique hebdomadaire (i.e., 1h d'activité, trois séances par semaine - Burzynska et al., 2017) et à un plus grand volume de matière grise dans la gyros précentral gauche après 6 mois (i.e., 90 minutes deux fois par semaine pendant les 6 premiers mois) et après 18 mois de pratique (i.e., 90 minutes une fois par semaine au cours des 12 derniers mois ; Müller et al., 2017). Les auteurs ont également observé que la concentration plasmatique du facteur neurotrophique dérivé du cerveau (BDNF), associée à la neurogenèse dans le gyros précentrique gauche, augmentait entre le début et les 6 premiers mois d'entraînement physique uniquement dans la condition expérimentale dansante (Müller et al., 2017). Les données ont conduit les auteurs à suggérer que les changements structuraux du cerveau révélés après un exercice physique dépendraient de la quantité de ressources cognitives requises lors de la réalisation de la tâche motrice. Plus spécifiquement, danser « est une activité agréable et captivante, qui implique un exercice aérobique, la stimulation sensorimotrice et l'engagement cognitif, visuospatial, social et émotionnel de l'individu » (Burzynska et al., 2017, p.10). En outre, il a été suggéré que la danse « devrait être considérée comme l'équivalent d'un environnement enrichi exigeant la capacité d'apprendre constamment de nouvelles chorégraphies, d'intégrer des informations multisensorielles, de coordonner le corps entier et de naviguer dans l'espace » lui permettant de procurer à l'individu une expérience riche globale de stimulations sensorielles, motrices et cognitives (Kattenstroth, Kalisch, Holt, Tegenthoff, & Dinse, 2013). En conséquence, en raison des stimulations cognitives supérieures se produisant pendant la performance motrice d'un exercice physique tel que la danse, cette pratique conduirait à de plus grands changements cérébraux en comparaison d'autres pratiques (Burzynska et al., 2017, Müller et al., 2017).

Les résultats rapportés par Burzynska et collaborateurs (2017) et par Müller et collaborateurs (2017) sont d'autant plus puissants que (1) les bénéfices observés pour la substance blanche étaient indépendants des capacités cardiorespiratoires et de la fréquence hebdomadaire de pratique physique de base des individus, et que (2) les bénéfices observés pour la substance grise et la concentration plasmatique de BDNF étaient indépendants de l'activation cardiovasculaire (i.e., fréquence cardiaque) des individus pendant l'exercice physique (Müller et al., 2017). Ces données confirment ainsi le fait que les gains cognitifs obtenus après une pratique physique ne dépendent pas que des facteurs physiologiques survenant pendant ou après une séance, ni du niveau de condition physique de base des individus (Etnier et al., 2006). En effet, les résultats obtenus par Burzynska et collaborateurs (2017) et Müller et collaborateurs (2017) suggèrent que les bénéfices cognitifs de l'exercice physique seraient également fonction

de la demande cognitive de la tâche réalisée. Plus l'exercice physique serait demandeur cognitivement, plus les changements cérébraux surviendraient ; permettant ou non des bienfaits cognitifs quantifiables au travers de tests papier-crayon. Ces résultats font alors écho à ceux révélant que combiner des tâches cognitives à des exercices physiques permet de plus grandes améliorations cognitives, physiques et mentales comparées aux activités cognitives ou physiques réalisées seules (Bamidis et al., 2015, Lauenroth, Ioannidis et Teichmann, 2016, Oswald, Gunzelmann, Rupperecht et Hagen, 2006). Des résultats permettant de supporter que proposer des exercices physiques complexes seraient plus efficace pour de plus grands bienfaits cognitifs. Toutefois, les bienfaits cognitifs d'une pratique physique ont été observés comme une fonction sous-jacente des capacités cognitives de base des individus (Drollette et al., 2014, Godde et Voelcker-Rehage, 2017). Plus spécifiquement, les résultats révèlent que moins les performances motrices des individus sont performantes, plus ils bénéficient d'une amélioration de leur contrôle moteur à la fois chez les adultes (Godde et Voelcker-Rehage, 2017) et les enfants (Drollette et al., 2014). Ainsi, bénéficier cognitivement d'un exercice physique requiert de savoir quantifier les compétences cognitives de base des individus. Un second objectif de ma thèse fût de faire le lien entre tolérance à l'effort et fonctions exécutives.

## **VI. Les fonctions exécutives pour la régulation et la planification d'une séance d'exercice physique**

Les fonctions exécutives seraient apparues afin de contrôler, réguler et ajuster le comportement (Koziol et al., 2011) en intégrant l'ensemble des informations provenant des différentes régions corticales et sous-corticales (Cisek, & Kalaska, 2010) et en supervisant l'ensemble des fonctions cognitives sous-jacentes afin d'atteindre un but (Blair et Ursache, 2011, Otero et Barker, 2014). Depuis l'article pionnier de Miyake et collaborateurs (2000), les fonctions exécutives concernent les capacités élémentaires de flexibilité, de mise à jour et d'inhibition (Miyake et al., 2000). La capacité de flexibilité se réfèrent à la capacité d'un individu à aller et venir entre plusieurs tâches ou opérations mentales (Monsell, 1966 - cité par Miyake et al., 2000). La capacité de mise à jour fait référence à la mise à jour des informations pertinentes pour la tâche en cours et à la suppression de celles qui ne le sont plus (Morris & Jones, 1990 - cité par Miyake et al., 2000). Ainsi, l'essence de la mise à jour réside dans la manipulation active des informations et non dans un stockage passif de celles-ci (Miyake et al., 2000). Enfin, la capacité d'inhibition concerne la capacité d'inhibition volontaire des réponses motrices qui ne sont plus pertinentes pour l'atteinte du but (Miyake et al., 2000). Gottwald, Achermann,

Marciszko, Lindskog et Gredebäck (2016) ont ainsi révélé que l'efficacité des capacités de contrôle moteur des enfants est corrélée au développement de leur fonctionnement exécutif. Plus précisément, la capacité des enfants à planifier l'action motrice au regard de leurs objectifs et des contraintes environnementales dans lesquelles ils se trouvent sont corrélées à leur capacité à inhiber un comportement non pertinent ou leur capacité à mettre à jour les informations pertinentes. Les auteurs en ont conclu alors qu'avant d'être affectés à la gestion de tâches multiples, les fonctions exécutives ont été élaborées afin d'aider les individus à contrôler de manière prospective leur comportement. Ainsi, alors que le système moteur est engagé dans la réalisation d'objectifs de bas niveau, comme atteindre une balle tout en réduisant les erreurs de performance et en s'adaptant à l'environnement (Wolpert, Diedrichsen, & Flanagan, 2011), les fonctions exécutives seraient liées à l'atteinte des objectifs sur le long terme (Barkley, 2012) tel que devenir physiquement actif (Hall, & Fong, 2015).

Dans le cadre de l'exercice physique les fonctions exécutives se sont révélées essentielles (Buckley, Cohen, Kramer, McAuley et Mullen, 2014, Hall et Fong, 2015, Mullen & Hall, 2015). Plus précisément, puisque le système exécutif se réfère à un ensemble de processus dont la fonction principale est de faciliter l'adaptation du sujet à de nouvelles situations, celles-ci sont nécessaires dans la mise en place du comportement de santé dans la vie quotidienne (Buckley et al., 2014; , 2015). Ainsi, les individus qui possèdent le fonctionnement exécutif le plus efficace sont ceux qui sont capables de s'engager dans une pratique physique à long terme (Daly et al, 2014 ; Best et al, 2014). De plus, les fonctions exécutives ont également été suggérées pour aider les individus à autoréguler leur comportement moteur lors d'une séance d'exercice physique (Abbiss et al., 2015, Audiffren & André, 2015). Plus spécifiquement, lors de la réalisation d'un exercice plus les fonctions exécutives des individus seraient efficaces, plus ceux-ci seraient capables de gérer les challenges et difficultés rencontrés lors de l'exécution de la tâche (Gendolla, Tops, & Koole, 2015 ; Abbiss et al., 2015, Audiffren & André, 2015). Ainsi, de nombreuses études ont confirmé le rôle du fonctionnement exécutif sur les performances d'endurance des individus (MacMahon et al., 2014, Pageaux et al., 2014, Smith et al., 2016, 2015). Plus précisément, les résultats ont révélé qu'épuiser les fonctions exécutives des personnes auparavant de leur demander d'effectuer un exercice physique influence la façon dont les individus sont capables de gérer les difficultés survenant lors de leur performance motrice (MacMahon et al., 2014, Pageaux et al., 2014, Smith et al., 2016, 2015). Fait intéressant, Smith et ses collègues ont démontré que la fatigue induite par l'exercice exécutif entravait à la fois les exercices intermittents prolongés (Smith et al., 2015) et gradués (Smith et

al., 2016). Les résultats sont d'autant plus puissants que l'épuisement exécutif n'a pas modifié les réponses physiologiques des individus à l'exercice d'endurance (Marcora, Staiano et Manning, 2009, Pageaux, Marcora et Lepers, 2013). Ainsi, lors de la réalisation d'un exercice physique, l'efficacité du fonctionnement exécutif ne modulerait pas le recrutement des fibres musculaires mais influencerait sur les capacités des individus à réguler leur effort et à poursuivre un exercice physique lorsque la fatigue voire l'épuisement se font sentir. Le rôle des fonctions exécutives lors de l'exercice physique est d'ailleurs démontré par Dietrich et Sparling en 2004. Plus précisément, grâce à un paradigme de double tâche, les auteurs ont révélé que contrairement aux performances verbales, les fonctions exécutives des individus sont affectées durant l'exercice physique.

Au niveau cérébral, les fonctions exécutives sont généralement associées à l'activation du cortex préfrontal (Cisek et Kalaska, 2010, Koziol et al., 2011) mais également des structures postérieures (Buss & Spencer, 2017) et temporales (Takeuchi et al., 2013). Durant la réalisation d'un exercice physique on observe alors une diminution de l'oxygénation du cortex préfrontal lorsque l'intensité correspond à l'intensité maximale tolérée par les participants (Rooks, Thom, McCully et Dishman, 2010). En revanche, lorsque les individus effectuent un exercice dont l'intensité est inférieure à leur intensité maximale tolérée, l'oxygénation du cortex préfrontal est maintenue voire même augmentée.

Le reste de ce présent document rend donc compte succinctement de l'ensemble des travaux réalisés dans le cadre de ma thèse. Le but de ma thèse est de comprendre cette notion de tolérance à l'effort chez des sujets sains par (1) une détermination du profil cognitif des personnes tolérantes et non tolérantes (Axe 1 – Fig. 6) et (2) une observation de leur capacité de gestion et de régulation de l'effort pendant une pratique physique de 30 minutes (Axe 2 – Fig. 6). L'objectif est alors de pouvoir développer un modèle cognitif chez les personnes saines et applicable en clinique.



# Schéma de la thèse

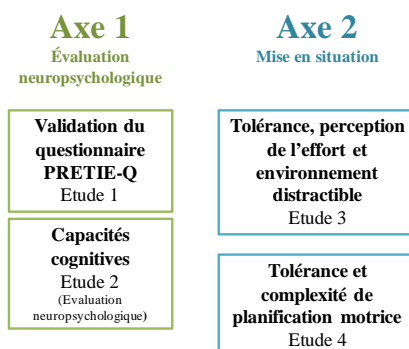


Figure 1: Représentation schématique des axes de recherches développés

Etude 1 : Validation en français du questionnaire pour l'évaluation de la tolérance (N= 800 ; papier en préparation).

L'objectif de ce travail était de pouvoir valider en français le questionnaire permettant l'évaluation de la tolérance (PRETIE-Q). Cette validation nécessite 2 étapes. La première qui permet d'évaluer la validité du questionnaire, soit évaluer si ce questionnaire teste bien le construit proposé. Nous avons alors réalisé cette première étape auprès de 532 personnes. La seconde étape qui consiste à évaluer la fiabilité du questionnaire, soit évaluer si les mesures sont constantes au cours du temps à 3 et 4 mois. Nous avons alors réalisé cette première étape auprès de 300 personnes (150 via internet et 150 en version papier). Les résultats obtenus permettent de valider l'utilisation du questionnaire en français.

Etude 2 : Tolérance à l'effort physique et capacités cognitives (N = 100 ; papier en préparation).

L'objectif de cette étude était d'observer si les performances cognitives des individus étaient différentes en fonction de leur tolérance à l'effort physique. Les résultats obtenus permettent d'observer que les personnes tolérantes à l'effort sont celles ayant des capacités d'inhibition plus efficaces en comparaison des personnes non tolérantes à l'effort.

Etude 3 : Etude de l'effet de la tolérance lors de la pratique d'une activité physique modérée (N = 40 ; publié).

Il était question ici de demander aux participants de réaliser une activité physique sur un ergocycle pendant 40 min. La pratique était réalisée à une intensité perçue comme nécessitant un effort « un peu difficile ». L'objectif était d'observer comment la tolérance à l'effort

physique influencerait (1) les ressentis pendant l'activité physique, (2) l'effort physique produit et (3) la fréquence cardiaque des participants en présence ou non de musique. Les résultats obtenus permettent d'observer que lors de la réalisation d'effort physique simple les personnes non tolérantes à l'effort régulent de façon aussi efficace leur effort en comparaison des personnes tolérantes et perçoivent de façon équivalente l'effort. Toutefois, en présence de musique, les capacités de régulation de l'effort sont moins efficaces chez les personnes non tolérantes.

Etude 4 : Evaluation de la charge cognitive de différentes activités physiques (N=60 ; en préparation).

L'objectif était d'observer si la demande cognitive était différente selon l'activité physique. Il était question ici de demander aux participants de réaliser une activité physique de type vélo sur un ergocycle, stepp ou danse pendant 40 min (5 min d'échauffement, 30 min d'activité physique modérée, 5 min de récupération). La pratique était réalisée à un effort perçu comme « un peu difficile ». Les participants devaient, à certains moments et indiqués par l'expérimentateur, décompter de 7 en 7 durant une minute. Les résultats obtenus permettent d'observer que lors de la réalisation d'effort physique en double tâche (décomptage en même temps), les personnes non tolérantes à l'effort ont de moins bonnes performances dans la double tâche, vivent moins positivement l'effort et perçoivent l'effort comme plus important en comparaison des personnes tolérantes

sentation schématique du rôle des médiateurs et des modérateurs dans les effets de l'exercice sur les états cognitifs et affectifs des individus. Plus les individus expérimentent les changements survenant dans leur pratique, plus ils expérimenteront positivement la séance et donc la possibilité de s'épanouir grâce à un exercice physique régulier. Plus les individus sont capables de gérer les défis et les changements qui se produisent dans leur pratique, plus l'expérience de la séance sera négative et la menace élevée de leur homéostasie; les amenant à ne pas pouvoir s'épanouir grâce à un exercice physique régulier (ligne rouge) (Adapté d'Etnier, 2008)

## VII. Conclusion

En France, différents plans nationaux ont été lancés par le Ministère de la santé afin de promouvoir la pratique régulière d'un exercice physique. On retrouve par exemple le programme national nutrition santé (2011-2015) et le plan obésité (2010-2013). Le programme national nutrition santé (2011-2015) avait par exemple pour quadruple objectif de réduire l'obésité et le surpoids, d'augmenter la fréquence d'exercice physique quotidien, de diminuer les comportements sédentaires à tout âge, d'améliorer les pratiques alimentaires et les apports nutritionnels et de réduire la prévalence des pathologies nutritionnelles.

Dans le champ de la psychologie positive, le corps est défini comme « le réceptacle du sens de soi de l'individu, de ses sentiments et de ses aspirations les plus personnels, ainsi que de l'entité à laquelle les autres répondent d'une manière particulière en raison de leurs qualités humaines uniques » (Gardner 1993, 235-6). Toutefois, au 21<sup>ème</sup> siècle, la façon dont nous considérons notre corps serait plus une conséquence de notre capacité à atteindre des normes sociétales plutôt que la somme d'un réel vécu des sensations corporelles qui nous constituent. En effet, avec l'émergence d'internet et des réseaux sociaux, tout comme des publicités diffusées quotidiennement, l'apparence de l'individus est normée ainsi que les ressentis positifs ou négatifs qu'ils doivent expérimenter au regard de leur apparence. C'est pourquoi, alors que certaines prises en charge thérapeutiques prônent le fait d'« être amis » avec ses sensations corporelles lors de l'exercice (Bradt, Goodill et Dileo, 2011; Strassel, Cherkin, Steuten, Sherman et Vrijhoef, 2011) celui-ci est le plus souvent utilisé à des fins autres telles qu'atteindre des normes sociales d'apparence physique. Or, ne pas prêter attention à notre corps subjectif

(i.e., le corps tel qu'il est vécu quotidiennement ; Merleau-Ponty, 1962) et se focaliser sur notre corps objectif (i.e., le corps qui est connu par « l'Autre » et qui peut être observé et objectivé ; Gil-Rodriguez, 2012) affecte notre conscience corporelle (Mehling, et al., 2009) et par de là même notre sens de nous-mêmes et notre capacité à nous épanouir (Hefferon, 2013). Ainsi, même si les grecs considéraient le corps humain comme « un partenaire digne et aimé de l'âme-esprit » (Gardner, 1993, p. 233 cité dans Hefferon, 2013), être épanoui au travers de l'expérience corporelle est aujourd'hui bien compliqué.

Il a ainsi été suggéré que développer des programmes d'entraînement qui mettent l'accent sur le renforcement des forces plutôt que sur la diminution des faiblesses permettrait aux individus d'encoder positivement l'exercice physique et donc de pratiquer plus longtemps (Hefferon, Mutrie, 2012). Amener les individus à se focaliser sur l'amélioration de leurs forces afin de pallier à leurs faiblesses leur permettrait ainsi de créer un réservoir de ressources et de souvenirs positifs associés à l'exercice physique (Younes, 2011 ; Hefferon, 2013). De cette façon, lorsque les séances suivantes deviennent plus difficiles que les précédentes, les individus peuvent puiser dans le souvenir des forces et ressources développées durant les séances précédentes ; leur donnant ainsi le courage de continuer et de ne pas abandonner. Cette technique permettrait aux participants de faire accroître leur sentiment d'auto-efficacité, leur sens de la réussite ainsi que le plaisir ressenti pendant l'exercice (Stocker, 2012). Mieux encore, cette méthode permettrait de mieux se connaître, mieux se comprendre et ainsi se donner des objectifs (Hefferon, 2013).

Ainsi, promouvoir efficacement l'exercice physique régulier c'est probablement (1) proposer des exercices physiques adaptés aux ressources physiques et cognitives de la personne, (2) promouvoir le vécu positif comme clef d'une pratique régulière et sur le long terme et donc (3) proposer des exercices physiques qui permettent aux individus d'expérimenter une certaine complexité afin d'en bénéficier le plus au niveau cognitif. L'interrelation des trois reste toutefois un champ de recherche encore nécessaire à explorer (Pesce, 2016).