



HAL
open science

Etude des facteurs motivationnels influençant l'activité physique et la sédentarité de personnes atteintes de maladies chroniques en contexte de réhabilitation et post-réhabilitation

Guillaume Chevance

► **To cite this version:**

Guillaume Chevance. Etude des facteurs motivationnels influençant l'activité physique et la sédentarité de personnes atteintes de maladies chroniques en contexte de réhabilitation et post-réhabilitation. Médecine humaine et pathologie. Université Montpellier, 2017. Français. NNT : 2017MONT4005 . tel-01705334

HAL Id: tel-01705334

<https://theses.hal.science/tel-01705334>

Submitted on 9 Feb 2018

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

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

THÈSE

Pour obtenir le grade de
Docteur

Délivré par l'**Université de Montpellier**

Préparée au sein de l'école doctorale Sciences du
Mouvement Humain (ED 463)
Et de l'unité de recherche Epsilon (EA 4556)

Présentée par Guillaume Chevance

Etude des facteurs motivationnels influençant
l'activité physique et la sédentarité de
personnes atteintes de maladies chroniques en
contexte de réhabilitation et post-réhabilitation.

Soutenue le 10 Novembre 2017 devant le jury composé de

Madame Julie BOICHÉ, Maître de Conférence Universitaire, Université de Montpellier	Directrice de thèse
Madame Nelly HÉRAUD, Directrice de recherche, Groupe 5 Santé	Directrice de thèse
Madame Juliette RICHTIN, Enseignant chercheur, Université de Milan	Examineur
Monsieur Maurice HAYOT, Professeur des Universités, Praticien Hospitalier, Université de Montpellier	Examineur
Monsieur Olivier DESRICHARD, Professeur des Universités, Université de Genève	Rapporteur
Monsieur Philippe SARRAZIN, Professeur des Universités, Université de Grenoble Alpes	Rapporteur

*« Reste devant la porte si tu veux qu'on te l'ouvre.
Ne quitte pas la voie si tu veux qu'on te guide.
Rien n'est jamais fermé, sinon à tes propres yeux. »*

Farid al-Din Attar

Remerciements

Je remercie en premier lieu mes directrices de thèse. **Julie**, je me sens chanceux d'avoir été formé à tes côtés. Merci pour ta compétence, ton efficacité, ton honnêteté et ta simplicité ! Que de bons moments depuis le Master 2 ! **Nelly**, merci de m'avoir ouvert la porte au monde de l'entreprise, merci pour ta patience, ton oreille attentive et ta faculté à trouver des solutions à tout, tout le temps ! **Jully** et **Nélie**, j'ai bénéficié d'un encadrement sans faille ces trois dernières années et si je me sens épanoui en cette fin de doctorat, c'est en grande partie grâce à vous, merci !

Je remercie chaleureusement les membres du jury qui ont accepté d'expertiser ce travail doctoral, les professeurs **Philippe Sarrazin** et **Olivier Desrichard**, ainsi que les examinateurs, le docteur **Juliette Richetin** et le professeur **Maurice Hayot**.

Ce travail de thèse a été financé dans le cadre d'un contrat CIFRE avec l'entreprise **Fontalvie** puis le groupe **5 Santé**. Je remercie le docteur **Jacques Desplan** de m'avoir accordé sa confiance avec Fontalvie, puis le groupe 5 Santé et particulièrement **Catherine Miffre** et **Gilles Vallet**, pour les conditions de thèse qu'ils m'ont offertes tout au long de mon contrat. J'ai bénéficié d'un environnement de travail formidable et vous en suis profondément reconnaissant. J'en profite pour remercier **Alain Varray**, sans qui je n'aurais pas bénéficié de cette belle opportunité.

Deux personnes particulièrement m'ont donné envie de m'engager dans un doctorat : **Ahmed** et **Paquito**. Vous avez incarné pour moi deux modèles de thésards auxquels j'ai essayé de coller tout au long du doctorat. Quelle chance d'avoir pu compter sur vous avant et pendant, et quel plaisir aujourd'hui d'échanger quasi quotidiennement avec vous ! Merci les gars ! Vraiment ! A vous deux j'associe logiquement **Johan**. Tout part de toi et d'un début de revue de littérature partagée avec Julie sur un drôle de concept dont je n'avais jamais entendu parler : « *les attitudes implicites* ». Merci pour ton aide précieuse et plus qu'efficace chaque fois que je t'ai sollicité.

Je remercie ensuite **Yannick**. Quelqu'un qui te connaît bien disait de toi récemment que tu étais « une locomotive ». Je lui emprunte volontiers le qualificatif. Merci pour cette envie contagieuse que tu m'as transmise ces dernières années, merci aussi pour ton oreille attentive et tes conseils avisés.

Grégoire, Eléonore et Adélaïde, quel bonheur de vous avoir vu arriver à Montpellier, un vrai bol d'air tout simplement !

Je remercie mes collègues du service recherche, **Vincent et François**. Vincent, merci pour ta curiosité (« vive le bayésien ! »), ton arrivée dans l'équipe fut rafraichissante ! François, un plaisir d'avoir commencé cette thèse avec toi et content de te voir revenir parmi nous ensuite.

Dans le cadre de mon doctorat, j'ai conduit des études dans trois cliniques différentes, chaque fois j'ai été merveilleusement bien reçu. Un grand merci **aux équipes** de ces différentes cliniques pour leur accueil.

Je remercie particulièrement **Amandine, Adriana et Laurène**, cadre de rééducation à la Vallonie, la Solane et les Clarines, pour m'avoir ouvert la porte chaque fois que j'en avais besoin, sans oublier **Céline** de Val Pyrène. J'y associe la direction de chacun de ces établissements qui a toujours tout mis en oeuvre pour faciliter la conduite des études de cette thèse, je pense à **Patricia, Marie-Noëlle, Stephanie, Philippe et Patrick**. Merci pour votre accueil ! Patrick, quel plaisir d'avoir partagé ces trajets avec toi dans le Cantal !

Je pense au laboratoire de la Solane, à **Meritxell, Sylvie, Jessica, José et Magali**, sans oublier **Nadia et son équipe**, merci de m'avoir aidé sur cette drôle d'étude « poster ». L'équipe des Clarines, et particulièrement **Nathalie, Marie-Anaïs, Laëtitia, Carole et Maryvonne** ; mais aussi **Thomas et Marie-Ange**, merci pour votre coup de main précieux sur « l'étude Clarines ». Les équipes médicales, et particulièrement **Dominique, Philippe et Nicolas** qui se sont toujours montrés disponibles et facilitant quand j'en avais besoin. **Les EAPA** ! Je pense particulièrement à **Mélissa et Audrey** à la Vallonie, **Laura et Pierre** aux Clarines, **Abdel, Franck, Joris**, et **Guillaume** à la Solane. Les psychologues aussi, **Nathalie, Sarah, Aurore et Rudy**.

Je remercie les collègues doctorants et ATER avec qui j'ai pu échanger ces dernières années, je pense particulièrement à **Mélanie, Géraldine, Gonzalo et Alban**. J'y associe les étudiants passés par le labo ou le service recherche, **Aline, Sara, Agata, Rémi, Benjamin et Corentin**.

J'ai une pensée pour mes collègues de la SFP APA, particulièrement **Benjamin, Mathieu, Sébastien** et **Jean-Marc**.

Au cours de cette thèse, j'ai eu l'occasion de collaborer avec deux chercheurs renommés, **Tanya Berry** et **Amanda Rebar**. Je les remercie d'avoir accueilli favorablement nos propositions de collaborations et d'avoir participé si efficacement à nos projets.

Une pensée aux copains que je n'ai pas vu suffisamment ces dernières années, la petite famille, **Romain, Margaux** et **Nino**, ainsi que **Thomas, Charlie, Jean-No, Lauranne, Chloé** et **Aude**. Les STAPSIENS, **Léna, Fanny, Maé, Anaïs, Manon, Nico, Erwan, Fab, Math, Evan, Fifi** et une spéciale pour **Romain C**, merci pour le canap' les premiers mois de doctorat, quels souvenirs !

Je remercie **mes parents** et mes frères **Malo et Gwen**, soutien sans faille depuis le début, j'y associe **Virginie, Cassandre, Blanche** et **Ninon**.

Anne, merci de m'avoir accompagné et soutenu tout au long de cette étape. Ces dernières années auraient été bien moins faciles sans toi.

Pour conclure je souhaite remercier **l'ensemble des participants qui m'ont accordé du temps** pour remplir de longs questionnaires, compléter de drôles de tests sur ordinateur et porter de curieuses montres qui ne donnent pas l'heure.

Sommaire

Introduction	11
Partie 1 : Cadre théorique	16
Chapitre 1	
Etude de l'activité physique et de la sédentarité chez des personnes atteintes de maladies chroniques : Focus sur le contexte de la réhabilitation	17
1. L'activité physique, l'inactivité physique et la sédentarité	17
2. Activité physique et sédentarité chez les personnes atteintes de maladies respiratoires chroniques	18
3. Facteurs associés à l'activité physique et la sédentarité des personnes atteintes de maladies respiratoires	19
4. Stratégies de modification de l'activité physique et de la sédentarité	20
5. Focus sur la réhabilitation respiratoire	21
6. Vers une démarche expérimentale du changement de comportement dans le domaine de la réhabilitation	26
Chapitre 2	
Processus explicites et implicites dans le contexte de l'activité physique et de la sédentarité : Association avec les comportements et modification en contexte écologique et expérimental	29
1. Les modèles duaux	29
2. Le Reflective-Impulsive Model	30
3. Processus explicites et activité physique : Une tradition socio-cognitive	32
3. a. Les croyances relatives aux effets de l'activité physique	33
3. b. Les croyances en ses capacités à effectuer le comportement	34
3. c. Les intentions	35
3. d. De l'approche socio-cognitive aux modèles duaux	36
4. Processus implicites et activité physique : affects, cognitions et motivations	37
4. a. Affects implicites et activité physique	37
4. b. Cognitions implicites et activité physique	39
4. c. Motivations implicites et activité physique	40
5. Etudier simultanément les processus explicites et implicites : Le rôle des modérateurs comportementaux, situationnels et dispositionnels	44
5. a. Les modérateurs comportementaux	44
5. b. Les modérateurs situationnels	45
5. c. Les modérateurs dispositionnels	45
6. Motivation explicite, implicite et sédentarité	47
6. a. Associations entre la motivation envers la sédentarité et les comportements sédentaires	47
6. b. Etude de la motivation implicite et explicite envers la sédentarité	48
7. Modification des processus motivationnels explicites et implicites	49

7. a. Modification des processus explicites	49
7. b. Modification des processus implicites	51
Références	56
Partie 2 : Problématique générale et développement des axes de recherche	73
Axe 1 : Associations processus motivationnels-comportements	75
Axe 2 : Modification des processus motivationnels	78
Partie 3 : Contribution personnelle	81
Manuscrit 1	84
Manuscrit 2	97
Manuscrit 3.1	110
Manuscrit 3.2	133
Manuscrit 4	149
Synthèse des résultats	187
Partie 4 : Discussion générale, perspectives et conclusion	190
1. Discussion des résultats relatifs à l’Axe 1	191
1. a. Prédiction de l’activité physique et de la sédentarité post-réhabilitation	191
1. b. Motivation envers la sédentarité et activité physique	194
1. c. Rôle des dispositions individuelles dans les relations motivation-activité physique	194
2. Discussion des résultats relatifs à l’Axe 2	196
2. a. Fiabilité test-retest des outils de mesures implicites	196
2. b. Modification des variables motivationnelles en contexte de réhabilitation	199
2. c. Effet d’une intervention délivrée pendant la réhabilitation sur les attitudes implicites et l’activité physique	201
3. Perspectives complémentaires	203
3. a. Perspectives théoriques	203
3. b. Perspectives appliquées	205
4. Conclusion	207
Références	208
Listes des annexes	219

Introduction

La promotion d'un style de vie actif chez les personnes atteintes de maladies chroniques : Un enjeu social

L'histoire commence dans le métro Londonien en 1953. Un épidémiologiste anglais nommé Jerry Morris publie dans la revue *The Lancet* une étude mettant en évidence une association entre la nature du travail exercé par des employés de la compagnie de métro londonienne et le risque de développer une maladie cardio-vasculaire (Morris et al., 1953). Dans cette étude, les individus occupant la fonction de « conducteur de train » présentaient un risque accru de contracter une maladie cardio-vasculaire comparé aux « chefs de train ». L'une des hypothèses avancée pour discuter ces résultats était la différence de niveau d'activité physique entre ces deux métiers. Selon l'auteur, les conducteurs étaient majoritairement assis durant leur service, contrairement aux chefs de train qui étaient eux plus actifs. A la suite de cette étude, une centaine d'articles associant l'activité physique aux maladies cardio-vasculaires fut publiée entre 1953 et 1959, plus d'un millier entre 1960 et 1980, environ 30 000 entre 1980 et 2000, et plus de 75 000 lors de la dernière décennie (Blair et al., 2010).

Aujourd'hui, l'inactivité physique est associée à un risque augmenté de mortalité toutes causes confondues, et à l'incidence d'une dizaine de maladies chroniques telles que le cancer, les troubles métaboliques ou encore la dépression (Lee et al., 2012). Par ailleurs, des travaux s'intéressant spécifiquement à la sédentarité (i.e., temps passé assis) ont montré qu'une accumulation excessive de comportements sédentaires était associée au développement de pathologies cardiovasculaires, de cancers, de diabète de type 2, et à une augmentation du nombre d'hospitalisations (Biswas et al., 2015 ; Ekelund et al., 2016). Dans ces études, les risques associés à la sédentarité étaient partiellement indépendants du niveau d'activité physique, de l'âge, du sexe, du statut socio-économique et matrimonial, ou encore du type de « complémentaire santé » des individus. Dans la mesure où l'activité physique et la sédentarité peuvent coexister chez un même individu (Omorou, Coste, Escalon, & Vuillemin, 2016) et sont associées à des risques sur la santé indépendants (Biswas et al., 2015 ; Ekelund et al., 2016), de nombreux auteurs ont recommandé d'étudier ces deux comportements de façon distincte (Sparling et al., 2015).

Au XXI^{ème} siècle, l'inactivité physique (i.e., non atteinte des recommandations en matière d'activité physique) concerne 30 % des adultes dans le monde, avec des taux variant entre 17 % en Asie et 43 % aux Etats Unis (Hallal et al., 2012).

Parallèlement, des études portant sur des populations européennes et nord-américaines ont révélé qu'en moyenne les deux tiers de notre temps d'éveil seraient consacrés à des comportements sédentaires, soit entre 8 heures et 11 heures par jour (Aresu et al., 2009 ; Matthews et al., 2008). Au-delà des aspects liés à la santé exposés dans le paragraphe précédent, l'inactivité physique a un coût. Plus précisément, une étude récente estimait que 54 milliards de dollars étaient dépensés chaque année en raison d'un manque d'activité physique, uniquement chez des personnes atteintes de maladies chroniques (Ding et al., 2016). A notre connaissance, il n'existe pas d'estimation disponible des coûts associés à la sédentarité.

Quoiqu'il en soit, les conséquences liées à un manque d'activité physique, tant sur le plan de la santé des individus que sur les coûts supportés par les systèmes de santé, ont conduit les chercheurs et responsables politiques à s'interroger (*i*) sur les causes de ce mode de vie non approprié (Bauman et al., 2012), et (*ii*) sur les solutions à développer pour remédier à cette situation (Heath et al., 2012). Sur le plan national, ces mesures peuvent s'illustrer par les réformes de la Loi de modernisation du système de santé menées en 2016 et 2017, intégrant l'article L. 1172-1I traitant de la prescription d'activité physique pour les personnes en situation d'affection de longue durée.

Au-delà des problématiques de santé publique décrites ci-dessus, la question de l'engagement des individus dans un mode de vie actif concerne tous les domaines de la santé, du soin courant, aux soins de suite et de réadaptation, et réseaux de santé offrant des prise en charge à long terme.

Ce travail de thèse a pour objectif d'identifier des déterminants motivationnels associés aux comportements actifs de personnes atteintes de maladies chroniques et admises pour des programmes de réhabilitation respiratoire. A l'origine, la réhabilitation respiratoire était un modèle de prise en charge s'adressant spécifiquement aux personnes atteintes de maladies respiratoires chroniques, en particulier la Broncho-Pneumopathie Chronique Obstructive (BPCO). Néanmoins, des études rapportent qu'en moyenne un patient atteint de BPCO présente neuf comorbidités, pouvant être d'ordre cardiovasculaire, métabolique, musculo-squelettique, et/ou psychologique (Barr et al., 2009). A ce titre, si les patients inclus dans ce travail de thèse étaient tous admis en réhabilitation pour le traitement d'une symptomatologie respiratoire, ils présentaient des profils particulièrement variés¹.

¹ Dans un souci de synthèse le premier chapitre de ce travail de thèse sera circonscrit au rôle de l'activité physique dans la prise en charge des maladies respiratoires chroniques, et particulièrement la BPCO qui est la maladie de référence dans cette littérature.

La première partie du manuscrit se compose de deux chapitres, présentés sous la forme d'une revue de la littérature. Le premier chapitre traitera du rôle de l'activité physique dans la prise en charge des maladies chroniques. Un intérêt particulier sera porté au domaine de la réhabilitation. Le second chapitre présentera de façon non exhaustive le concept de motivation à la lumière des modèles dits duaux, c'est-à-dire intégrant des processus explicites et implicites. Ce chapitre traitera (i) des associations entre processus motivationnels et comportements, ainsi que (ii) de la modification des variables motivationnelles en contexte écologique et expérimental.

Sur la base de la revue de littérature établie dans la première partie du manuscrit, une seconde partie identifiera des axes de recherche pertinents concernant l'étude de la motivation en contexte de réhabilitation. Ces axes seront ensuite développés dans la troisième partie du manuscrit sous la forme d'une série de travaux originaux présentés à travers 5 articles scientifiques.

La quatrième partie du manuscrit constituera la discussion générale des travaux réalisés au cours de la thèse, et identifiera des perspectives théoriques et appliquées concernant l'étude des processus motivationnels en général, et en contexte de réhabilitation en particulier.

Partie 1 : **Cadre théorique**

Chapitre 1

Etude de l'activité physique et de la sédentarité chez des personnes atteintes de maladies chroniques : Focus sur le contexte de la réhabilitation

1. L'activité physique, l'inactivité physique et la sédentarité

L'activité physique se définit classiquement comme « *l'ensemble des mouvements corporels produits par la mise en action des muscles squelettiques, entraînant une dépense d'énergie au-delà de la dépense de repos dont l'intensité varie de faible à élevée* » (Caspersen, Powell, & Christenson, 1985). Ce comportement renvoie à des notions de fréquence (i.e., nombre de fois où une personne est active par semaine ou par mois), d'intensité (i.e., une intensité modérée étant par exemple définie comme une dépense trois fois supérieure à celle de repos), de temps (i.e., temps de pratique par session d'activité physique ou au cours d'une semaine), et de type d'activité et contexte de réalisation (i.e., activité aérobie ou anaérobie ; activité physique réalisée au travail, pendant les loisirs ou pour ses déplacements ; Rhodes et al., 2017).

Contrairement à l'activité physique qui est définie de façon relativement formelle, l'inactivité physique et la sédentarité ont fait l'objet de confusions dans la littérature scientifique et le langage courant (Hamilton et al., 2008). Pour pallier cette inconsistance, un réseau international de recherche sur les comportements sédentaires a recommandé de définir la sédentarité comme « *une situation d'éveil en position assise ou allongée* » ; et l'inactivité physique comme « *un niveau insuffisant d'activité physique, c'est-à-dire n'atteignant pas le seuil recommandé par les sociétés savantes* » (Sedentary Behavior Research Network, 2012). Il est important de se saisir de la distinction entre ces comportements, car (i) ils peuvent coexister chez un même individu, et (ii) ils semblent avoir des effets indépendants sur la santé (Biswas et al., 2015 ; Omorou et al., 2016). Concrètement, une femme qui passerait 8 heures assise par jour à travailler sur son ordinateur, mais qui pratiquerait la course à pied un soir sur deux après son activité professionnelle, serait considérée à la fois comme sédentaire et active physiquement. En conséquence, cette personne bénéficierait des effets positifs de l'activité physique sur la santé, mais pâtirait dans le même temps des effets délétères liés à la sédentarité (Biswas et al., 2015)².

² Dans le cadre de ce travail de thèse, une revue de la littérature narrative a été publiée sur ces distinctions (voir annexe 1 ; Chevance, Foucaut, & Bernard, 2016).

Si la sédentarité a fait l'objet d'un nombre croissant de recherches ces dernières années, ce comportement reste globalement moins étudié que l'activité physique. Par conséquent, les travaux présentés dans ce travail de thèse feront essentiellement référence à l'activité physique.

2. Activité physique et sédentarité chez les personnes atteintes de maladies respiratoires chroniques

Dans le cadre de la maladie respiratoire chronique, la pratique d'une activité physique quotidienne représente un enjeu vital. En effet, il est aujourd'hui bien démontré que la pratique d'une activité physique régulière joue un rôle protecteur sur la qualité de vie et les risques d'hospitalisation et de mortalité des personnes atteintes de maladies respiratoires, et ce indépendamment de l'âge, du sexe ou du stade de sévérité de la maladie (Esteban et al., 2014 ; Garcia-Aymerich et al., 2006 ; Pitta et al., 2006 ; Vaes et al., 2014).

Au regard des preuves disponibles dans la littérature, la promotion d'une activité physique est devenue progressivement un élément fondamental de la prise en charge de ces populations (Kraus et al., 2015 ; Langer & Demeyer, 2016). Cependant, et malgré les éléments en faveur de l'activité physique, les personnes atteintes d'une maladie respiratoire apparaissent significativement moins actives et plus sédentaires que des sujets en bonne santé du même âge (Pitta et al., 2005), ou atteints d'une autre maladie chronique (i.e., arthrite rhumatoïde et diabète, Arne et al., 2009). Dans la littérature, les personnes ayant une maladie respiratoire, présentent une différence de l'ordre de 60 % dans la durée des activités physiques quotidiennes et de 75 % dans l'intensité de ces activités, par rapport à des sujets « contrôles » en bonne santé (Vorrink et al., 2011). L'impact négatif de la maladie sur l'activité physique serait présent dès les premiers symptômes et empirerait avec l'aggravation de ces derniers (Remoortel et al., 2013 ; Watz et al., 2008).

Au regard de l'importance vitale que revêt la pratique d'une activité physique pour les malades respiratoires, et la prévalence élevée d'inactivité physique chez ces personnes, l'étude des déterminants de l'activité physique au sein de cette population est cruciale (Langer & Demeyer, 2016).

3. Facteurs associés à l'activité physique et la sédentarité des personnes atteintes de maladies respiratoires

L'activité physique est un comportement particulièrement complexe, pouvant être influencé par des variables d'ordre démographique, biologique/physique, psychologique, ou encore environnemental (Bauman et al., 2012). Dans le cadre de la maladie respiratoire, les travaux réalisés à ce jour se sont essentiellement centrés sur les déterminants individuels et cliniques de l'activité physique (Gimeno-Santos et al., 2014 ; Saunders et al., 2016).

Dans une revue de littérature incluant une soixantaine d'études, trois types de déterminants de l'activité physique ont été rapportés (Gimeno-Santos et al., 2014) : (i) les déterminants socio-démographiques, (ii) les déterminants comportementaux et environnementaux, et (iii) les déterminants cliniques et fonctionnels. Aucun déterminant socio-démographique (âge, sexe, appartenance ethnique, niveau d'éducation, statut matrimonial, socio-économique ou professionnel) n'était associé de façon consistante avec l'activité physique. De la même façon, des comportements annexes comme la consommation d'alcool ou le tabac n'étaient pas associés à l'activité physique. Concernant les déterminants de type cliniques et fonctionnels, des relations significatives étaient observées entre le niveau d'activité physique d'une part, et des marqueurs cliniques de la maladie (e.g., la dyspnée, l'inflammation systémique, la présence d'exacerbations passées), des aspects fonctionnels (e.g., la tolérance à l'effort), et des indicateurs de santé mentale (e.g., qualité de vie, auto-efficacité spécifique à la gestion de la maladie) d'autre part. Le niveau d'activité physique étant significativement inférieur chez les individus en moins bonne santé physique et mentale.

Selon les auteurs, ces résultats seraient toutefois à relativiser, dans la mesure où la majorité des études identifiées dans la littérature présentent des biais méthodologiques et statistiques importants. Parmi ceux-ci, la mesure de l'activité physique a souvent été effectuée de façon transversale et avec des questionnaires auto-rapportés, jugés moins précis qu'une évaluation par accéléromètre ou podomètre. De plus, l'absence de contrôle statistique de potentiels covariants de l'activité physique a pu conduire à une surestimation du rôle de certaines variables (Gimeno-Santos et al., 2014).

Récemment, les résultats présentés ci-dessus ont été complétés par une méta-analyse incluant comme variable dépendante le nombre de pas de personnes malades respiratoires, mesuré par podomètre ou accéléromètre (Saunders et al., 2016). La méta-analyse comprenait 38 études et incluait 2 600 patients.

Trois variables étaient significativement associées au nombre de pas des personnes : (i) le volume expiratoire maximal par seconde (VEMS ; i.e., volume d'air expiré durant la première seconde au cours d'une expiration forcée) ; (ii) la performance au test de marche de six minute; et (iii) le fait d'être sur le point de commencer un programme de réhabilitation. Spécifiquement, le VEMS et la performance au test de marche étaient positivement associés au nombre de pas, tandis que le fait d'être sur le point d'intégrer un programme de réhabilitation était négativement associé au nombre de pas.

En conclusion, et selon ces deux articles, seuls des indicateurs cliniques liés à la sévérité de la maladie et plus particulièrement la tolérance à l'effort sont associés de façon consistante au niveau d'activité physique des patients atteints de maladies respiratoires (Gimeno-Santos et al., 2014 ; Saunders et al., 2016). Dans la méta-analyse de Saunders et al. (2016), le VEMS et la performance au test de marche de six minutes expliquaient respectivement 28 et 30 % de la variance du comportement.

A notre connaissance, une seule étude s'est penchée sur les déterminants de la sédentarité chez cette même population (Hartman et al., 2013). Dans cette étude transversale, les associations entre la sédentarité, estimée avec des accéléromètres, et une quinzaine de variables d'ordre clinique, socio-démographique, comportemental, ou encore psychologique étaient examinées. L'analyse de régression pas-à-pas a mis en évidence une association significative et positive entre la sédentarité et la consommation d'oxygène, l'anxiété et la dépression, l'utilisation de somnifères et le niveau de motivation introjectée pour l'activité physique³.

4. Stratégies de modification de l'activité physique et de la sédentarité

Etant donné l'importance de l'activité physique dans la gestion de la maladie respiratoire, de nombreux auteurs se sont intéressés aux stratégies permettant d'influencer le niveau d'activité physique des patients. Selon une récente revue de littérature intégrant 60 études interventionnelles (Mantoani et al., 2016), deux catégories de prise en charge pourraient présenter un intérêt concernant l'activité physique : (i) la réhabilitation respiratoire, et (ii) les programmes de type « conseil ».

³ A la lumière de la théorie de l'auto-détermination (Deci & Ryan, 2000) une motivation introjectée renvoie à une motivation contrainte, due à une forme de pression perçue par l'individu quant à la réalisation d'un comportement. Dans cette étude (Hartman et al., 2013), plus les patients déclaraient ressentir une pression personnelle à faire de l'activité physique (i.e., pour ne pas culpabiliser), plus ils accumulaient de temps sédentaire au cours d'une journée.

Concernant la réhabilitation, les programmes considérés par cette revue de littérature intégraient deux à trois sessions de réentraînement à l'effort par semaine, sur une période moyenne de sept semaines. Parmi ces études ($n = 28$), la majorité observaient une augmentation de l'activité physique entre le début et la fin du programme ($n = 18$), tandis que dix études ne rapportaient pas d'effet significatif.

Les interventions de type « conseil » ($n = 14$), étaient présentées comme des programmes de suivi ou de coaching, incluant par exemple, l'utilisation de podomètre pour renseigner les patients sur leur niveau d'activité physique. Parmi ces études, onze rapportaient une augmentation significative de l'activité physique et trois ne rapportaient pas d'effets significatif⁴.

L'utilisation de méthodes pharmacologiques (e.g., bronchodilatateurs), la supplémentation nutritionnelle ou en oxygène, la ventilation non-invasive nocturne ou l'électrostimulation musculaire étaient aussi mentionnées dans l'article. Néanmoins, ces interventions, seules, ne semblaient pas en mesure d'impacter significativement l'activité physique des patients (Mantoani et al., 2016). Notons enfin qu'aucune intervention spécifique à la réduction des comportements sédentaires n'a aujourd'hui été conduite auprès de malades respiratoires chroniques (voir Cheng et al., 2017 pour la publication d'un protocole).

5. Focus sur la réhabilitation respiratoire

Dans la littérature, la réhabilitation apparaît comme le modèle de référence en matière de prise en charge des patients (McCarthy et al., 2015). L'*American Thoracic Society* et l'*European Respiratory Society* définissent la réhabilitation comme une intervention centrée sur les besoins du patient, incluant principalement du réentraînement à l'effort, de l'éducation thérapeutique, et un soutien psychologique. Les objectifs de la réhabilitation sont d'améliorer la santé physique et mentale des personnes vivant avec des maladies respiratoires chroniques et de favoriser l'adoption et le maintien à long terme de comportements favorables à la santé (Spruit et al., 2013). De façon pratique, la réhabilitation peut être effectuée en ambulatoire, voire à domicile, mais se déroule le plus fréquemment dans le cadre d'une hospitalisation (McCarthy et al., 2015).

⁴ Actuellement, de plus en plus d'études rapportent les résultats de ce type d'intervention délivrée en ligne, via l'utilisation de tablettes ou de smartphones (e.g., télé-coaching ou télé-réhabilitation). Une étude récente menée sur environ 400 patients atteints d'une maladie respiratoire, a mis en évidence une augmentation de 10 % de l'activité physique par rapport à un groupe contrôle à l'issue d'un programme de 12 semaines délivré via un smartphone (Demeyer et al., 2017). Ces méthodes peuvent représenter une alternative efficace à l'avenir, néanmoins l'observance des patients au cours de ces interventions reste discutée dans la littérature, particulièrement chez les sujets les plus âgés (Edwards et al., 2014).

Le nombre de séances par semaine et la durée des programmes sont variables en fonction des modalités de prise en charge citées précédemment (e.g., ambulatoire, hospitalisation ; McCarthy et al., 2015).

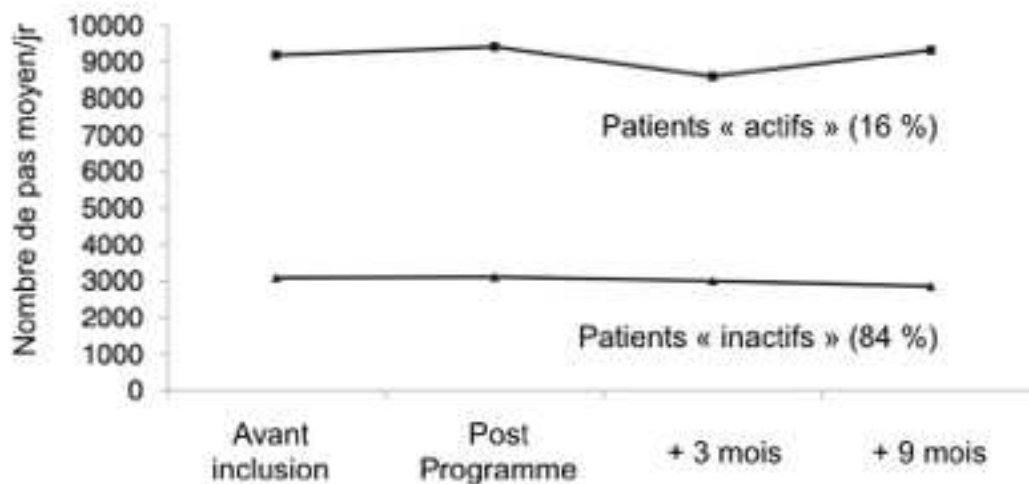
Parmi les autres interventions disponibles, la réhabilitation respiratoire est aujourd'hui reconnue pour être la stratégie la plus efficace pour améliorer la dyspnée des patients, leur tolérance à l'effort et leur qualité de vie (McCarthy et al., 2015). Cependant, pour que les effets de la réhabilitation perdurent dans le temps, l'adoption et le maintien d'un style de vie actif est fondamental (Spruit et al., 2015). Malheureusement, les effets de la réhabilitation sur les comportements semblent limités (Mantoani et al., 2016 ; Saunders et al., 2015 ; Soicher et al., 2012 ; Spruit et al., 2015). Ici, deux aspects peuvent être dissociés : le premier concerne la capacité de la réhabilitation à augmenter le niveau d'activité des patients à la fin du programme par rapport à la période de pré-inclusion ; le second concerne la capacité des programmes à favoriser le maintien d'une activité physique suffisante en post-réhabilitation.

Concernant la capacité de la réhabilitation à augmenter le niveau d'activité physique en fin de programme comparativement aux niveaux initiaux, les résultats de la littérature sont mitigés. Parmi les vingt études réalisées en contexte de réhabilitation et incluses dans la revue systématique de Mantoani et al. (2016), la majorité rapportait des niveaux supérieurs d'activité physique chez les patients à la fin du programme par rapport à la période pré-inclusion ($n = 13 / 20$). Dans une autre revue systématique conduite par Spruit et al. (2015) seulement trois études sur onze rapportaient une augmentation de l'activité physique à l'issue du programme, en comparaison au niveau d'activité physique pré-programme. Trois études observaient une augmentation de quelques indicateurs d'activité physique parmi plusieurs, et cinq ne rapportaient aucun effet significatif de la réhabilitation sur les niveaux d'activité physique des patients (Spruit et al., 2015).

Parmi toutes ces études, l'étude de Saunders et al. (2015) se distingue par le traitement statistique employé pour analyser les données et mérite d'être développée. En effet, plutôt que de réaliser une comparaison de moyenne entre les niveaux d'activité physique avant et après les programmes, les auteurs ont employé des modèles multi-niveaux pour identifier différentes trajectoires d'évolution de l'activité physique des patients au cours d'un programme de réhabilitation. Le nombre de pas par jour mesuré sur une semaine était estimé avant l'inclusion dans un programme, juste après le programme, trois mois après, et neuf mois après.

L'analyse des données a révélé deux profils distincts : un profil « actif » représentant 16 % des participants et un profil « inactif » représentant 84 % de l'échantillon. Dans cette étude, les deux profils présentaient des niveaux stables d'activité physique tout au long de l'étude. Le profil « actif » rapportait une moyenne de pas par jours allant, au minimum, de 8 619 à six mois, jusqu'à 9 330 pas/jr à neuf mois, ce qui correspond environ au niveau d'activité physique recommandé par les sociétés savantes pour des adultes en bonne santé (i.e., 10 000 pas/jr). Le profil « inactif » présentait des niveaux d'activité physique insuffisants, compris entre 2 863 pas/jr à neuf mois, et 3 113 pas/jr au premier temps de mesure (Figure 1).

Figure 1. Profils de patients « actifs » et « inactifs » au cours d'un programme de réhabilitation respiratoire et en post-réhabilitation.

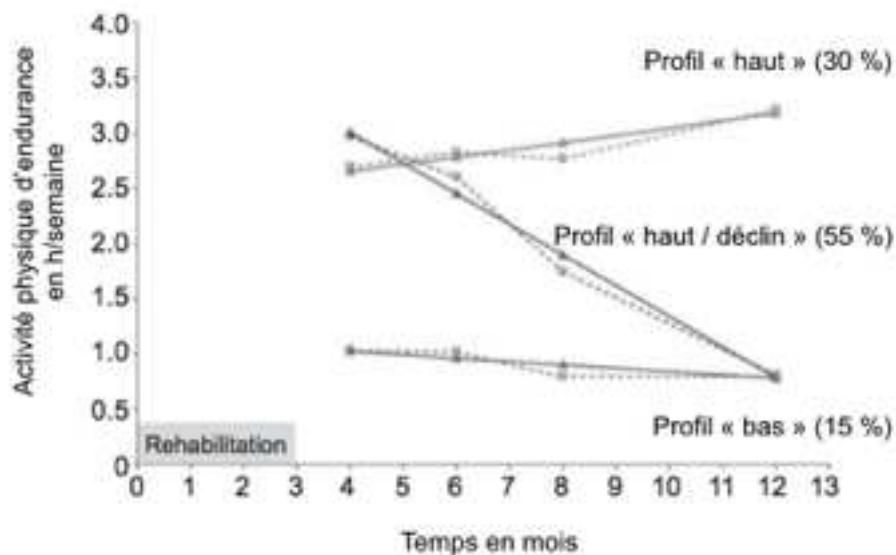


Note : Figure adaptée de Saunders et al., 2015.

S'intéressant spécifiquement à la période post-réhabilitation, Soicher et al. (2012) ont eux aussi utilisé des modèles multi-niveaux, mais cette fois pour décrire spécifiquement la problématique du maintien de l'activité physique après un programme. Dans cette étude, des patients ($n = 200$) ont fourni une mesure auto-rapportée de leur activité physique à un, trois, cinq et neuf mois post-réhabilitation. Les résultats mettaient en évidence trois profils différents : (i) un profil « haut », pour les patients rapportant en moyenne 3 heures d'activité physique par semaine aux différents temps de mesure ; (ii) un profil « haut / déclin », pour les patients rapportant 3 heures d'activité physique par semaine un mois après le programme, mais moins d'une heure par semaine neuf mois après la réhabilitation ; et enfin (iii) un profil « bas » de patients rapportant un niveau faible d'activité physique dès la sortie du programme et tout au long du suivi (Figure 2).

Ces profils se répartissaient de la façon suivante : 30 % de l'échantillon dans le profil « haut », 55 % dans le profil « haut / déclin » et 15 % dans le profil « bas ».

Figure 2. Trajectoires concernant l'activité physique des patients en post-réhabilitation respiratoire.



Note : Figure adaptée de Soicher et al., 2012.

En conclusion, les résultats de ces deux études suggèrent une faible efficacité des programmes de réhabilitation concernant (i) l'augmentation du niveau d'activité physique suite à un programme (Saunders et al., 2015), et (ii) le maintien de l'activité physique en post-réhabilitation (Soicher et al., 2012). Selon ces études, environ deux tiers des patients ayant bénéficié d'un programme de réhabilitation sont insuffisamment actifs dans les six mois qui suivent (Saunders et al., 2015 ; Soicher et al., 2012). Ce type de données n'est à notre connaissance pas disponibles concernant la sédentarité.

Plusieurs explications ont été avancées dans la littérature concernant ces effets modestes de la réhabilitation sur l'activité physique des patients. D'après Spruit et al. (2015), les effets hétérogènes de la réhabilitation peuvent s'expliquer en premier lieu par des aspects méthodologiques liés à la mesure du comportement. Selon ces auteurs, la mesure par accéléromètre serait à privilégier par rapport aux questionnaires auto-rapportés, peu fiables, et aux podomètres, pas assez sensibles pour détecter des mouvements de faible intensité chez les patients.

Parallèlement, ils indiquent qu'un intérêt particulier pourrait être porté à l'évolution de l'activité physique d'intensité faible et des comportements sédentaires, au-delà de l'activité physique d'intensité modérée souvent retenue comme variable dépendante.

Si cet argument méthodologique est important, il n'existe aucune preuve dans la littérature indiquant que les programmes de réhabilitation où l'activité physique est mesurée objectivement rapportent des résultats plus probants que ceux utilisant des mesures auto-rapportées du comportement. Cette explication méthodologique ne semble donc pas être suffisante pour expliquer les effets modestes de la réhabilitation sur l'activité physique.

Une seconde explication concerne le manque de standardisation des programmes. En effet, les programmes ne sont pas standardisés en ce qui concerne les stratégies liées à l'activité physique, et leur contenu n'est pas décrit de façon précise dans les publications. Là où, par exemple, les effets de différentes modalités et intensités de réentraînement sur la tolérance à l'effort ont fait l'objet de dizaines de publications (e.g., Vallet et al., 1994), l'efficacité des différentes stratégies utilisées pour la promotion de l'activité physique dans le domaine de la réhabilitation n'a jamais été rapportée de façon rigoureuse. Il est donc difficile de comparer les programmes entre eux. Des études récentes tendent à standardiser davantage leurs stratégies d'intervention concernant l'activité physique (e.g., Bourbeau et al., 2016), mais ces initiatives restent minoritaires dans la littérature.

Enfin, Spruit et al. (2015) indiquent que d'autres recherches sont nécessaires pour comprendre les mécanismes impliqués dans l'adoption d'une activité physique régulière pendant et après la réhabilitation. À ce sujet, la conclusion des auteurs est la suivante : « *Changing physical activity behavior in patients with COPD needs an interdisciplinary approach, bringing together respiratory medicine, rehabilitation sciences, social sciences, and behavioral sciences* ».

Ce dernier point est fondamental tant le domaine de la médecine respiratoire est resté hermétique ces dernières années à l'étude de facteurs autres que ceux étudiés en routine dans ce domaine (e.g., fonction respiratoire, tolérance à l'effort, qualité de vie). Comparativement, dans d'autres contextes, comme l'obésité (Teixeira et al., 2015) et le cancer (Stacey et al., 2016), des mécanismes impliqués dans le changement des comportements liés à l'activité physique des patients ont d'ores et déjà été identifiés.

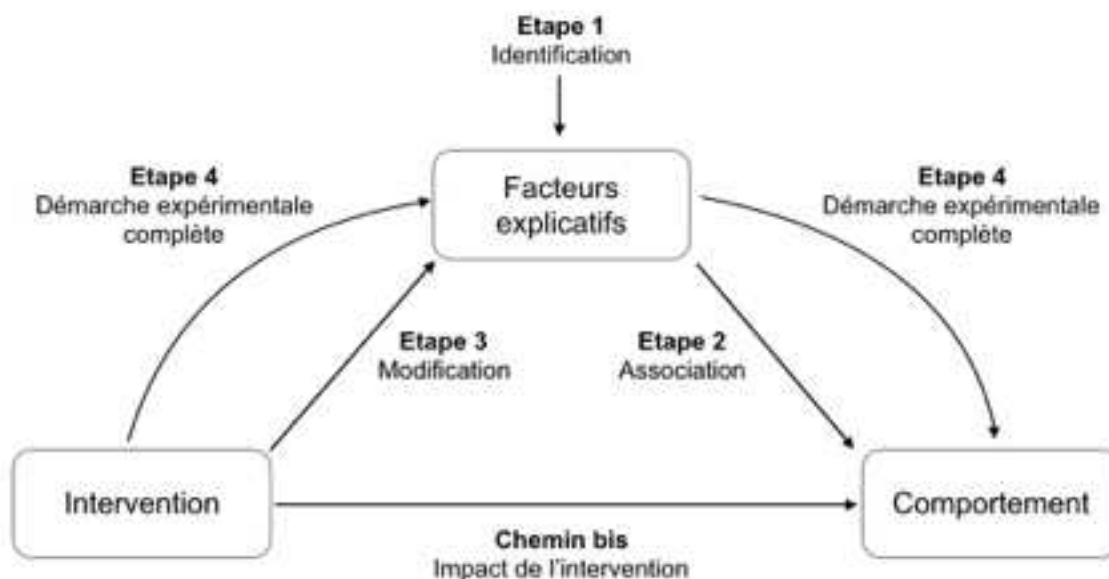
6. Vers une démarche expérimentale du changement de comportement dans le domaine de la réhabilitation

A ce jour, la non prise en compte des facteurs potentiellement explicatifs de l'inefficacité des interventions fait défaut aux recherches conduites en contexte de réhabilitation, et plus largement aux programmes de changement de comportement développés dans le domaine médical (Peters, de Bruin, & Crutzen, 2013 ; Sheeran, Klein, & Rothman, 2017). Selon Sheeran et al. (2017), les recherches s'intéressant au changement de comportement devraient systématiquement inclure une étude des facteurs potentiellement impliqués dans ce changement.

Concrètement, les auteurs suggèrent qu'une démarche visant un changement de comportement devrait comporter quatre étapes (Figure 3). La première (étape 1) consiste à identifier des facteurs modifiables susceptibles d'influencer de façon significative le comportement concerné. La seconde (étape 2) consiste à développer des mesures valides des facteurs identifiés préalablement, et à tester leurs associations avec le comportement. La troisième (étape 3) a pour objectif de développer des méthodes de modification du déterminant identifié. La quatrième (étape 4) représente la démarche complète, c'est-à-dire chercher à savoir si l'effet d'une intervention sur un comportement s'explique par la modification des facteurs identifiés dans la première étape. La piste « bis », représentée sur la Figure 3, se concentre uniquement sur l'effet d'une intervention sur le comportement, sans chercher à identifier les médiateurs de ce changement.

Dans le domaine de la réhabilitation, et au regard de la problématique liée à l'activité physique, c'est cette dernière démarche qui a été privilégiée, limitant considérablement l'accumulation des connaissances dans ce domaine de recherche (Peters et al., 2013).

Figure 3. La démarche expérimentale du changement de comportement.



Note. Schéma adaptée de Sheeran et al., 2017.

Selon Sheeran et al. (2017), les processus décrits dans les principales théories de la motivation constituent une liste de facteurs potentiellement explicatifs des comportements de santé. L'étude de ces variables dans le domaine de la réhabilitation pourrait donc permettre : (i) de mieux comprendre la problématique du maintien de l'activité physique, et la limitation des comportements sédentaires, après les programmes; et (ii) de développer des interventions ancrées théoriquement, et donc potentiellement plus efficaces (Gourlan et al., 2016, Rhodes et al., 2017).

Des études doivent être conduites en contexte de réhabilitation pour (i) identifier des variables motivationnelles associées aux comportements actifs et sédentaires des personnes ayant une maladie chronique, (ii) développer des méthodes de mesure rigoureuses de ces déterminants, et (iii) examiner dans quelle mesure leur manipulation expérimentale en contexte de réhabilitation peut conduire à une modification des comportements au-delà des effets des programmes actuels.

Synthèse

Le premier chapitre de cette revue de littérature met en évidence la nécessité vitale pour les personnes atteintes de maladies respiratoires de pratiquer une activité physique régulière.

A ce jour, les déterminants de ce comportement pour cette population ont été peu étudiés, et seuls des facteurs d'ordre fonctionnel (e.g., la tolérance à l'effort) semblent associés de façon consistante au niveau d'activité physique des personnes.

Dans la littérature, la stratégie la plus fréquemment citée pour modifier le comportement des patients est la réhabilitation respiratoire. Cependant, l'effet de cette intervention sur l'activité physique semble modeste, et le faible maintien de l'activité physique en post-réhabilitation est encore plus préoccupant.

La principale limite attachée aux études conduites dans le domaine de la médecine respiratoire concerne la non-identification des mécanismes pouvant être impliqués dans l'efficacité ou l'inefficacité des interventions sur le plan comportemental. Dans ce contexte, l'étude de paramètres motivationnels apparaît comme une piste cohérente pour mieux comprendre les facteurs susceptibles de contribuer à l'engagement durable des personnes atteintes de maladies respiratoires dans un style de vie actif.

Chapitre 2

Processus explicites et implicites dans le contexte de l'activité physique et de la sédentarité : Association avec les comportements et modification en contexte écologique et expérimental

L'activité physique est un comportement complexe susceptible d'être influencé par de nombreux facteurs (Bauman et al., 2012). L'un des enjeux actuels dans le domaine de la réhabilitation est d'identifier des déterminants modifiables de l'activité physique (Spruit et al., 2015). Ces déterminants pourraient être en effet spécifiquement ciblés pour améliorer les stratégies de promotion de ce comportement en contexte de réhabilitation. Parmi les facteurs cités précédemment, les déterminants motivationnels de l'activité physique apparaissent comme des candidats sérieux par rapport à d'autres catégories de facteurs (Sheeran et al., 2017). Théoriquement, la plupart des variables motivationnels identifiés dans la littérature sont décrits comme malléables. De plus, d'un point de vue clinique, il semble plus pertinent d'impacter des déterminants intra-individuels de l'activité physique plutôt que des facteurs qui ne dépendent pas directement de la personne (e.g., proximité avec les espaces verts, politiques de santé publique)⁵.

Dans les parties suivantes, nous aborderons donc, de façon non exhaustive, les déterminants motivationnels de l'activité physique. Pour ce faire, nous nous référerons à des modèles dits « duaux ». Ces modèles, contemporains et parcimonieux, indiquent que les comportements humains sont régulés par deux grandes catégories de processus : des processus explicites et des processus implicites.

1. Les modèles duaux

L'hypothèse centrale des modèles duaux est que les comportements humains sont constamment influencés par des mécanismes liés à la fois à notre raison et à nos pulsions (Deutsch, Gawronski, & Hofmann, 2017). Cette conception n'est pas nouvelle, dans la mesure où des philosophes comme Platon ou Aristote développaient dès l'Antiquité l'idée que nos actions étaient guidées par « l'esprit » et « le cœur ».

⁵ Voir Chevanche (2017) pour un commentaire sur la pertinence d'étudier la motivation dans le domaine de la médecine respiratoire comparativement à d'autres déterminants (annexe 2).

Selon Deutsch et al. (2017), la conception duale contemporaine et académique prend sa source dans plusieurs champs de la psychologie, tel que la *psychologie de la personnalité* (e.g., concept d'impulsivité ; Sharma, Markon, & Clark, 2014), la *psychologie du développement* (e.g., gestion des récompenses ; Mischel, 1974), la *psychologie sociale* (e.g., formation spontanée et réfléchie des attitudes ; Fazio, 1990), la *psychologie cognitive* (e.g., distinction entre processus contrôlés et automatiques ; Schneider & Schiffrin, 1977), ou encore les *neurosciences* (e.g., différences anatomiques sous-jacentes aux deux types de processus ; Lieberman, 2007).

Dans le champ de la psychologie de la santé, l'adoption des modèles duaux est plutôt récente (Sheeran, Gollwitzer, & Bargh, 2013). En effet, les travaux dans ce champ scientifique se sont longtemps inscrits dans une tradition socio-cognitive. Cette dernière approche considère que nos comportements sont principalement le fruit de réflexions conscientes, d'évaluations raisonnées, et qu'ils sont guidés par nos intentions d'agir. Ces dernières années, la publication de méta-analyses concluant à des relations modestes entre les intentions et les comportements (e.g., Webb & Sheeran, 2006) a conduit des chercheurs à s'intéresser à d'autres types de processus, caractérisés comme davantage associatifs et moins conscients (voir dans le domaine de l'activité physique, Conroy et al., 2010 ; de l'alimentation, Richetin et al., 2007 ; de la consommation de tabac, Sherman et al., 2003). Parmi les différents modèles duaux disponibles dans la littérature, le *Reflective-Impulsive Model* (RIM), développé par Strack et Deutsch (2004) et adapté au domaine de la santé par Hofmann, Friese et Wiers (2008), propose des hypothèses particulièrement précises concernant le rôle respectif des processus explicites et implicites dans la régulation des comportements de santé.

2. Le Reflective-Impulsive Model

Le RIM considère que les comportements humains sont le fruit de l'interaction entre deux grands types de systèmes, l'un impulsif, l'autre réfléchi (Strack & Deutsch, 2004). Le système impulsif fait référence à une forme de mémoire associative établissant des liens entre des stimuli internes et externes d'une part, et des réponses cognitives et motrices, d'autre part. Ces associations mentales entre un objet et une réponse seraient le fruit d'un apprentissage progressif, et seraient donc liées à l'accumulation d'expériences vécues par l'individu. Par exemple, la pratique répétée d'une activité physique serait susceptible de créer ou de renforcer des associations entre l'objet « activité physique » et des attributs positifs, ou négatifs, en fonction de la qualité des expériences vécues.

Une fois formées, ces associations pourraient être activées spontanément et influencer de façon automatique nos comportements dans la vie quotidienne (e.g., rentrer chez soi en marchant plutôt que prendre les transports en commun). A l'inverse, le système réfléchi est basé sur un niveau de contrôle plus important des comportements. Ce système fonctionne par le biais de jugements raisonnés et d'évaluations rationnelles, conduisant au développement d'intentions et d'objectifs. Dans le cadre de l'activité physique, ce système est par exemple mis en jeu lors d'une séance d'éducation thérapeutique où les participants sont invités à réfléchir aux bienfaits de l'activité physique pour leur santé et à développer des plans d'action pour être plus actif.

Dans le cadre du RIM, les systèmes impulsif et réfléchi sont présentés comme deux entités assez distinctes. Cependant, certains auteurs questionnent cette conception dichotomique en processus soit implicites (i.e., renvoyant au système impulsif) soit explicites (i.e., renvoyant au système réfléchi). Plus précisément, De Houwer et Moors (2012) invitent à considérer un processus comme « plutôt implicite » ou « plutôt explicite », en fonction de son caractère plus ou moins *automatique* (Bargh, 1994). Théoriquement, un processus automatique peut-être caractérisé par sa (i) non-intentionnalité, (ii) son efficience, c'est-à-dire qu'il ne requiert pas l'investissement de ressources cognitives importantes, (iii) sa dimension incontrôlable, dans la mesure où il ne peut être stoppé volontairement, et (iv) sa dimension inconsciente, c'est-à-dire qu'il opère sans que l'individu perçoive son influence (Bargh, 1994). A l'inverse, un processus contrôlé pourrait être qualifié (i) d'intentionnel, (ii) de coûteux cognitivement, (iii) de contrôlable et (iv) et de conscient. Par simplicité, les termes *implicite* et *explicite* sont présentés dans la littérature, et dans ce manuscrit, comme deux entités distinctes. Cependant, au regard de la définition proposée par De Houwer et Moors (2012), il est plus raisonnable de concevoir les processus explicites et implicites selon différents degrés d'automaticité.

Dans les deux parties suivantes, nous allons présenter de façon plus spécifique comment ces deux catégories de processus peuvent intervenir dans la régulation de l'activité physique⁶.

⁶ Un nombre important de variables sont citées dans les parties qui suivent. La Figure 7 (annexe 3) peut fournir une aide aux lecteurs peu familiers des théories de la motivation.

3. Processus explicites et activité physique : Une tradition socio-cognitive

A partir des années 1990, les chercheurs se sont largement tournés vers les théories dites « socio-cognitives » pour appréhender l'activité physique des individus (Marcus et al., 1996). Parmi les modèles socio-cognitifs les plus cités ces 25 dernières années (voir Rhodes & Nasuti, 2011), on retrouve la *théorie sociale-cognitive* (Bandura, 1986), la *théorie du comportement planifié* (Ajzen, 1991), le *modèle transthéorique* (Prochaska & Diclemente, 1983), le *modèle des croyances relatives à la santé* (Rosenstock, Strecher, & Becker, 1988), ou encore la *théorie de l'auto-détermination* (Deci & Ryan, 2000). Bien que ces modèles soient composés de variables différentes, ils renvoient à un paradigme commun (Ekkekakis & Zenko, 2016). Selon ces théories, l'adoption d'un comportement dépend principalement des croyances et attentes de l'individu quant au comportement, des croyances en ses capacités à réaliser celui-ci, et de la formulation d'intentions et d'objectifs (Rhodes, 2017). Dans les années 2000, ces modèles ont été complétés pour fournir une description plus fine des relations entre intention et comportement. C'est le cas par exemple du modèle *d'approche des processus d'action en faveur de la santé* (HAPA, Schwarzer, 2008), intégrant le concept de planification, ou celui de la *théorie de l'auto-régulation temporelle* (Hall & Fong, 2007), intégrant des variables indirectement liées à la motivation comme les fonctions exécutives.

Aujourd'hui, l'utilisation stricte de ces modèles comme cadre d'analyse des comportements tend à disparaître (Biddle, Mutrie, Gorely, 2015 ; Ekkekakis & Zenko, 2016 ; Rhodes, 2017 ; Sheeran et al., 2017). En effet, les revues les plus contemporaines en psychologie de la santé et de l'activité physique constatent un problème de recouvrement théorique et méthodologique important entre ces modèles et les variables qui les constituent (Gourlan et al., 2016). Illustrant cette problématique, Michie et al. (2014) ont identifié plus de 80 théories de la motivation publiées, représentant environ un millier de construits⁷. Sur la base de ce constat, plusieurs auteurs ont proposé de regrouper certaines des variables constituant ces modèles en catégories de facteurs (Biddle, Mutrie, Gorely, 2015 ; Rhodes, 2017 ; Sheeran et al., 2017). Par exemple, dans le champ de l'activité physique et sur la base des résultats disponibles dans la littérature, Rhodes (2017) identifie trois catégories principales de variables explicites.

⁷ D'un point de vue épistémologique cette « fragmentation » des courants scientifiques est considérée par certains chercheurs comme un frein à l'accumulation des connaissances (Kruglanski, 2001). Plusieurs auteurs partagent donc l'idée que les construits en psychologie, ainsi que leurs méthodes d'évaluation, devraient faire l'objet d'une standardisation plus importante à l'avenir (Sheeran et al., 2017).

3. a. Les croyances relatives aux effets de l'activité physique

De façon systématique, les modèles socio-cognitifs incluent un construit capturant les croyances de l'individu par rapport aux effets potentiels du comportement. Le plus souvent ces croyances comportent une dimension affective, renvoyant au plaisir et à la satisfaction que peut procurer un comportement (e.g., pratiquer une activité physique par plaisir), et une dimension instrumentale, où le comportement est perçu principalement selon son caractère utile ou inutile (e.g., pratiquer une activité physique pour être moins essoufflé). Ces construits renvoient par exemple aux concepts d'*attitudes affectives et instrumentales* présents dans la théorie du comportement planifié (Ajzen, 2001), aux *attentes de résultat* décrites dans le modèle HAPA (Schwarzer, 2008), aux formes de *motivations intrinsèque et extrinsèque* décrites dans la théorie de l'auto-détermination (Deci & Ryan, 2000), ou encore à la *balance décisionnelle* conceptualisée dans le modèle transthéorique (Prochaska & Diclemente, 1983).

Sur le plan empirique, il a été démontré que l'adoption d'une activité physique dépendait davantage des croyances affectives (i.e., caractère plaisant / déplaisant du comportement) que des croyances instrumentales (i.e., caractère utile / inutile du comportement ; McEachan et al., 2016 ; Rhodes, Fiala, & Conner, 2009). Par exemple, une récente méta-analyse impliquant environ 4000 personnes (McEachan et al., 2016), a rapporté des corrélations significatives plus importantes entre les croyances affectives et plusieurs comportements liés à la santé ($r = .30$), comparativement aux croyances instrumentales ($r = .20$). Selon cette même méta-analyse, les croyances affectives étaient aussi plus fortement associées aux intentions d'adopter un comportement de santé ($r = .66$), que les croyances instrumentales ($r = .53$).

Dans le domaine de la maladie respiratoire spécifiquement, plusieurs études qualitatives indiquent que la perception de l'activité physique dans sa dimension agréable, ou au contraire stressante (i.e., notamment à cause des sensations d'essoufflement), est un facteur impliqué dans l'activité physique des patients en soin courant (Kosteli, et al., 2017), comme en post-réhabilitation (Stewart et al., 2014). Néanmoins, deux études quantitatives transversales n'ont pas mis en évidence de relation significative entre ce type de variable motivationnelle (i.e., nature de la motivation intrinsèque et extrinsèque) et l'activité physique estimée avec des accéléromètres et des podomètres (Altenburg et al., 2013 ; Hartman et al., 2013).

Ces résultats étaient obtenus après avoir contrôlé des facteurs cliniques liés à la maladie (e.g., performances au test de marche de 6 minutes, dépression, qualité de vie) qui eux contribuaient significativement à expliquer l'activité physique des patients. D'autres études sont donc nécessaires dans le contexte de la maladie respiratoire pour vérifier les associations entre les croyances des patients relatives aux effets de l'activité physique et leur comportement.

3. b. Les croyances en ses capacités à effectuer le comportement

Une seconde catégorie de variables présente dans l'approche socio-cognitive concerne les croyances des individus en leurs capacités à effectuer un comportement. Cette littérature fait essentiellement référence au concept d'*auto-efficacité* développé par Bandura dans la théorie sociale-cognitive (1986), mais renvoie aussi au *contrôle comportemental perçu* décrit dans la théorie du comportement planifié (Ajzen, 1991), ou encore au *besoin de compétence* identifié dans la théorie de l'auto-détermination (Deci & Ryan, 2000).

Dans la littérature relative à l'activité physique, ce concept figure parmi les plus étudiés ces dernières années, et des relations significatives avec l'activité physique, toutes populations confondues, ont été largement mises en évidence (Bauman et al., 2012). Dans le domaine de la maladie respiratoire spécifiquement, Hartman et al. (2013) ont mis en évidence, dans une étude transversale, une association significative entre l'auto-efficacité relative aux capacités physiques (i.e., le fait d'avoir confiance en ses capacités physiques) et l'activité physique mesurée par accéléromètre. Ces résultats ont été obtenus en contrôlant statistiquement de nombreux indicateurs tel que la performance au test de marche de six minutes, la fonction pulmonaire, la sévérité de la dyspnée, la qualité de vie, l'anxiété et la dépression, et des variables motivationnelles comme le support social pour l'activité physique, ainsi qu'une mesure de la nature de la motivation (intrinsèque / extrinsèque)⁸.

⁸ Dans le domaine de la maladie chronique, plusieurs études qualitatives soulignent le rôle de l'entourage social dans la pratique d'une activité physique (dans le domaine de la maladie respiratoire voir, Fisher et al., 2007 ; Hellem et al., 2012). A l'inverse, sur le plan quantitatif, il ne semble pas exister de relation significative entre le support social et l'activité physique chez les patients atteints de maladies respiratoires (Hartman et al., 2013), ou en contexte de réhabilitation (Blanchard et al., 2002, 2003). Plus généralement en psychologie de la santé, une méta-analyse a mis en évidence une contribution significative et indépendante des normes sociales envers les intentions, mais pas envers les comportements (McEachan et al., 2016). D'autres travaux sont donc nécessaires pour comprendre le rôle de ces variables dans l'adoption d'une activité physique, en particulier pour les personnes atteintes de maladie chronique.

Notons que l'association entre l'auto-efficacité et l'activité physique était variable selon le degré de sévérité de la maladie (i.e., estimée selon l'index de BODE incluant l'IMC, le VEMS, la dyspnée, et les performances au test de marche de six minutes). En effet, l'auto-efficacité n'était pas significativement associée à l'activité physique chez les patients les plus sévères (Hartman et al., 2013).

Dans une autre étude transversale, Altenburg et al. (2013) ont mis en évidence que, parmi un ensemble de facteurs psychologiques (i.e., anxiété, dépression, motivation intrinsèque/extrinsèque), seule l'auto-efficacité relative aux capacités physiques était significativement associée à l'activité physique des patients mesurée par podomètre. Cette relation n'était toutefois plus significative quand la performance au test de marche de six minutes était contrôlée statistiquement.

En contexte de réhabilitation cardiaque, Rodgers et al. (2013) ont mis en évidence une association entre l'auto-efficacité liée à la planification de l'activité physique et l'activité physique mesurée par questionnaire un mois après un programme. Les deux autres types d'auto-efficacité mesurées (i.e., liées à la réalisation de l'activité physique et à la gestion des freins à la pratique) n'étaient quant à elles pas significativement associés au comportement. Dans cette étude, les trois types d'auto-efficacité étaient rentrés simultanément dans le modèle de régression, sans variable contrôle.

Enfin, cette même catégorie de variable (i.e., contrôle comportemental perçu) était significativement et positivement associés aux intentions d'être actif toutes populations confondues (McEachan et al., 2016), y compris en contexte de réhabilitation (Blanchard et al., 2002, 2003).

3. c. Les intentions

Dans l'approche socio-cognitive, le développement d'intentions, pouvant être définies comme la quantité de ressources qu'une personne est prête à investir dans l'exécution d'un comportement (voir Rhodes et Rebar, 2017, pour une synthèse des définitions publiées et appliquées à l'activité physique), est présenté comme une étape cruciale mais insuffisante de l'adoption d'une activité physique (Rhodes & de Bruijn, 2013). En effet, selon une méta-analyse, toutes les personnes rapportant être « actives physiquement » rapportent aussi l'intention d'être actives (Rhodes & de Bruijn, 2013). Néanmoins, les corrélations entre cette variable et l'activité physique sont moyennes, voir faibles quand le comportement passé est contrôlé statistiquement (Downs & Hausenblas, 2005 ; Hagger, Chatzisarantis, & Biddle, 2002).

Exprimé en valeur relative, environ 48 % des personnes ayant l'intention d'être actives ne transformeraient pas leurs intentions en comportement (Rhodes & de Bruijn, 2013). Théoriquement, le passage des intentions à la mise en œuvre effective d'une activité physique peut dépendre de l'utilisation de stratégies par l'individu. Ces stratégies renvoient au concept *d'auto-régulation* développé dans la théorie sociale-cognitive (Bandura, 1986), aux *processus de changement comportementaux* du modèle transthéorique (Romain et al., 2016), ou encore aux *processus volitionnels* du modèle HAPA (Schwarzer, 2008). Sur le plan empirique, ces variables ont été étudiées dans le cadre d'études expérimentales plutôt qu'observationnelles, et plusieurs méta-analyses indiquent que les interventions les ciblant spécifiquement (i.e., fixation d'objectifs, implementation d'intention) peuvent résulter en une augmentation significative de l'activité physique (Bélanger-Gravel, Godin, & Amireault, 2013 ; McEwan et al., 2015).

En contexte de réhabilitation cardiaque, une étude de Blanchard et al., (2002) a examiné la relation entre les intentions d'être actif et l'activité physique auto-rapportée 10 semaines après le programme. Dans cette étude, les intentions prédisaient significativement l'activité physique en post-réhabilitation, indépendamment du contrôle comportemental perçu et de l'activité physique passée, dont la contribution n'était pas significative. Ces résultats ont été répliqués dans une seconde étude conduite par la même équipe de chercheurs et reprenant un protocole comparable mais sur un échantillon plus important (Blanchard et al., 2003).

Au-delà des déterminants motivationnels impliqués dans la transition intentions-comportement, une méta-analyse conduite par Rhodes et Dickau (2013) indique que cette transition peut dépendre de : (i) la stabilité des intentions, (ii) l'anticipation des regrets et (iii) le niveau de caractère consciencieux. Les personnes ayant des intentions stables dans le temps, susceptibles d'éprouver des regrets s'ils ne font pas ce qu'ils avaient prévu, et plus consciencieuses, présenteraient une association plus forte entre leurs intentions d'être actives et la réalisation effective du comportement.

3. d. De l'approche socio-cognitive aux modèles duaux

L'approche socio-cognitive de la motivation considère qu'un individu sera d'autant plus actif physiquement qu'il apprécie ce comportement et qu'il attend des bénéfices de sa réalisation, qu'il se sent capable de l'effectuer et qu'il va développer des intentions stables d'être actif (Rhodes, 2017).

Ces dernières années, plusieurs auteurs ont remis en cause ce paradigme socio-cognitif, arguant que les comportements de santé n'étaient pas uniquement le fruit de processus rationnels (e.g., Ekkekakis & Zenko, 2016 ; Webb & Sheeran, 2006). Aujourd'hui, de plus en plus d'auteurs se tournent vers l'approche duale et intègrent l'étude des processus implicites en complément des processus explicites traditionnellement considérés par les modèles socio-cognitifs (e.g., Chevalance et al., 2016 ; Hagger & Chatsizarantis, 2014 ; Hall & Fong, 2007 ; Radel, Pelletier, Pjevac, & Cheval, 2017 ; Rhodes, 2017 ; Sheeran et al., 2016, 2017).

4. Processus implicites et activité physique : affects, cognitions et motivations

A notre connaissance, le rôle des processus implicites dans le comportement d'activité physique a été traité dans deux revues systématiques (Cheval, Sarrazin & Radel, 2016c ; Rebar et al., 2016). La principale différence entre ces deux revues réside dans les critères d'inclusion des études et dans l'organisation proposée par les auteurs (i.e., plutôt centrée sur des aspects méthodologiques ou au contraire théoriques). Pour présenter leurs conclusions nous adopterons la catégorisation de Sheeran et al. (2013), reprise par Cheval et al., (2016c) dans le domaine de l'activité physique, distinguant : (i) les affects implicites, (ii) les cognitions implicites, (iii) et les motivations implicites⁹.

4. a. Affects implicites et activité physique

Les affects implicites englobent principalement deux concepts : les attitudes implicites et les tendances impulsives d'approche ou d'évitement. Les attitudes implicites peuvent être définies comme l'évaluation automatique d'un objet comme plaisant ou déplaisant (Greenwald & Banaji, 1995). Le second concept résulterait des attitudes implicites, et correspondrait à une tendance comportementale à « s'approcher » ou à « s'éloigner » de l'objet évalué (Chen & Bargh, 1999).

⁹ Cette dernière classification a pour conséquence d'exclure ce que Rebar et al. (2016) appelle « les processus non-conscients auto-rapportés ». Dans les faits, cette catégorie de processus implicites renvoie exclusivement au concept d'habitude. Si théoriquement les habitudes renvoient, en partie, aux caractéristiques de l'automatisme, les outils disponibles dans la littérature pour les appréhender sont principalement des échelles auto-rapportées (e.g., Boiché et al., 2016). Selon plusieurs auteurs, le caractère auto-rapporté des habitudes pose des problèmes de comparaison avec d'autres processus implicites, traditionnellement mesurés par des tâches sur ordinateur, où les temps de réaction des individus sont enregistrés (Gawronski & Hahn, 2017).

Méthodologiquement, les attitudes implicites sont mesurées au travers de tests d'associations implicites tels que l'*Implicit Association Test* (IAT, Greenwald, Mcghee, & Schwartz, 1998). Ces tests sont le plus souvent réalisés sur ordinateur. Leur interprétation se base sur une analyse des temps de réaction du participant pour classer des stimuli renvoyant à l'objet d'intérêt (e.g., activité physique) et son caractère plaisant ou déplaisant (e.g., activité physique = agréable *versus* activité physique = stressant). Les tendances impulsives d'approche ou d'évitement sont elles aussi mesurées par des tâches informatisées enregistrant des temps de réaction. Comparé aux attitudes implicites, leur évaluation intègre en général une dimension motrice dans la réponse (e.g., repousser ou tirer vers soi un joystick ; Krieglmeier & Deutsch, 2010).

Sur le plan empirique, plusieurs études réalisées auprès d'étudiants ou d'adultes issus de la population générale ont mis en évidence des associations significatives entre les affects implicites en faveur de l'activité physique d'une part, et le niveau d'activité physique mesurée par questionnaire (Berry, Spence, & Clark, 2011 ; Bluemke, Brand, Schweizer, & Kahlert, 2010 ; Calitri, Lowe, Eves, & Bennett, 2009 ; Eves, Scott, Hoppe, & French, 2007), par podomètre (Conroy, Hyde, Doerksen, & Ribeiro, 2010) ou avec des accéléromètres, d'autre part (Cheval et al., 2015 ; Hyde et al., 2012 ; Rebar, Ram, & Conroy, 2015). Auprès de populations spécifiques, Chevance et al. (2016) ont mis en évidence une relation significative entre les attitudes implicites relatives à l'activité physique et à la sédentarité (mesurées avec un IAT), et l'activité physique auto-rapportée de personnes obèses. Dans cette étude transversale, les attitudes implicites étaient significativement associées à l'activité physique des participants après avoir contrôlé les variables de la Théorie du Comportement Planifié envers l'activité physique. Dans une seconde étude conduite chez des femmes en rémission d'un cancer, Endrighi et al. (2016) ne rapportaient pas de relation significative entre les attitudes implicites (mesurées avec un IAT) et l'activité physique mesurée par questionnaire et accéléromètre à deux, quatre et six mois. Ce résultat était obtenu après avoir contrôlé l'activité physique au début de l'étude, et plusieurs variables motivationnelles explicites (e.g., les attitudes explicites envers l'activité physique, la perception de soi comme physiquement actif, et l'auto-efficacité envers l'activité physique).

4. b. Cognitions implicites et activité physique

Les cognitions implicites renvoient aux connaissances (e.g., croyances stéréotypées) et aux processus cognitifs (e.g., attention) influençant les comportements de façon automatique (Sheeran et al., 2013). Cette catégorie de variables inclut par exemple les concepts de stéréotypes implicites (i.e., attribution automatique d'une qualité à un groupe social, Greenwald & Banaji, 1995) et de biais attentionnels (i.e., focalisation automatique de l'attention sur un objet, Field & Cox, 2008). Dans la littérature, les stéréotypes implicites peuvent être mesurés avec des tests informatisés comme l'IAT (e.g., Plaza et al., 2016), dans lequel le participant doit classer l'objet d'intérêt (e.g., activité physique) avec un attribut renvoyant à une caractéristique sociale (e.g., masculin / féminin). Les biais attentionnels peuvent être mesurés par une tâche de Stroop modifiée (Cox, Fadardi, & Pothos, 2006). Dans ce test, des mots de différentes couleurs sont à classer, ou nommer, le plus rapidement possible. Certains mots sont neutres (e.g., mur) tandis que d'autres renvoient au concept étudié (e.g., sport, vélo, marche). Un biais attentionnel est mis en évidence lorsqu'il y a une différence de temps de réaction pour classer les mots neutres, par rapport à ceux renvoyant à l'objet d'étude.

La littérature concernant les associations entre cognition implicite et activité physique est moins conséquente que celle s'intéressant aux affects implicites, notamment car plusieurs études portant sur les cognitions implicites n'incluent pas le niveau d'activité physique comme variable dépendante (Boiché et al., 2013 ; Clément-Guillotin, Chalabaev, & Fontayne, 2012). Concernant les stéréotypes implicites, Plaza (2016) a observé une relation significative entre la persistance de la pratique sportive d'adolescents et l'association implicite soi-genre (i.e., perception automatique de soi comme masculin ou féminin). Les stéréotypes implicites étaient mesurés chez des adolescents au début d'une saison sportive. Un an après, les chercheurs rappelaient les participants pour les interroger sur le maintien de leur pratique. Les résultats indiquaient que les adolescents associant implicitement le genre masculin à eux-mêmes, étaient plus susceptibles de poursuivre leur activité sportive la saison suivante.

Concernant les biais attentionnels, Berry (2006) a conduit une étude pour observer les différences de biais attentionnels relatifs à l'activité physique et à la sédentarité chez des étudiants se considérant comme physiquement actifs ou non. L'étude mettait en évidence un biais attentionnel significatif pour l'activité physique (i.e., temps de réaction plus longs pour classer des mots renvoyant à l'activité physique par rapport à des mots neutres) uniquement pour les participants se décrivant actifs physiquement.

Dans cette même étude, un biais attentionnel significatif pour la sédentarité était mis en évidence chez les individus se décrivant comme non physiquement actifs. Bien que le niveau d'activité physique ne soit pas directement mesuré dans cette étude, les résultats indiquent que les individus qui se perçoivent actifs ont une attention automatiquement focalisée sur l'activité physique. Au contraire, les individus qui ne se perçoivent pas physiquement actifs ont une attention automatiquement focalisée sur la sédentarité.

Dans une autre étude conduite chez des étudiants, les hommes, quel que soit leur niveau de pratique, présentaient des biais attentionnels en faveur de l'activité physique (Berry, Spence, & Stolp, 2011). En revanche, seules les femmes caractérisées par un niveau de pratique important présentaient ce type de biais pour l'activité physique. Enfin, Calitri et al., (2009) ont identifié une association significative et positive entre les biais attentionnels relatifs à l'activité physique et le niveau d'activité physique auto-rapporté réalisé au cours des sept derniers jours dans un échantillon d'étudiants.

4. c. Motivations implicites et activité physique

Le concept de motivation implicite correspond aux objectifs et buts qu'un individu peut poursuivre pour satisfaire un besoin, et ce, de façon automatique (Custers & Aarts, 2010 ; Sheeran et al., 2003). L'étude de ce phénomène fait largement référence à l'utilisation du paradigme du *priming* (ou amorçage). L'amorçage consiste à utiliser des stimuli externes provenant de l'environnement (e.g., auditifs, visuels, olfactifs) dans le but d'activer chez l'individu des représentations mentales ; ces dernières sont susceptibles d'influencer en retour le comportement de l'individu sans qu'il en soit conscient (Bargh & Chartrand, 2000). Méthodologiquement, l'amorçage peut être subliminal, l'individu n'a alors pas conscience qu'il est exposé à un stimulus (i.e., une image présentée pendant une centaine de millisecondes), ou supra-liminal, l'individu perçoit alors le stimulus, mais ne fait pas nécessairement le lien avec l'effet de ce stimulus sur sa motivation ou son comportement (Hollands, Prestwich, & Marteau, 2016). Dans la littérature les motivations implicites ont été davantage étudiés au travers d'études expérimentales, contrairement aux affects et cognitions implicites étudiés via des devis corrélacionnels.

L'expérimentation de Bargh et al., (1996) est un exemple célèbre d'étude utilisant l'amorçage dans le domaine de l'activité physique. Dans cette étude, l'amorçage consistait à réaliser des reconstructions de phrases avec des mots placés dans le désordre.

Un groupe de participants devait reconstruire des phrases avec des mots renvoyant à la vieillesse, tandis qu'un second groupe devait reconstruire des phrases avec des mots neutres. Les participants étaient ensuite remerciés et invités à sortir de la salle. A leur insu, un autre expérimentateur chronométrait le temps mis par les individus pour se rendre de la salle d'expérimentation jusqu'au bout du couloir. Les résultats indiquaient que les individus amorcés avec des mots renvoyant à la vieillesse mettaient significativement plus de temps à traverser le couloir par rapport à l'autre groupe. Malgré un effet intéressant, cette expérimentation (et l'utilisation de l'amorçage en général) a été particulièrement critiquée dans la littérature ces dernières années, notamment en raison de plusieurs tentatives de répliques infructueuses (e.g., Doyen, Klein, Pichon, Cleeremans, 2012 ; Pashler, Harris, & Coburn, 2008). Néanmoins, les résultats d'une méta-analyse rapportant plus de 350 tailles d'effets provenant de 130 études semblent confirmer un effet faible mais significatif de ce type de technique sur des mesures comportementales (Weingarten et al., 2016).

Dans le domaine de l'activité physique, plusieurs études ont été conduites pour tenter d'influencer les comportements des participants *via* les motivations implicites. Par exemple, Radel et al. (2013) ont testé l'effet d'une tâche d'amorçage auditif sur la force de préhension chez des étudiants. Dans ce travail, les chercheurs ont utilisé un paradigme « d'écoute dichotomique ». Concrètement, les étudiants devaient se focaliser sur des mots diffusés dans une oreille, tandis que des mots liés à la condition expérimentale étaient diffusés dans l'autre oreille. Dans l'une des conditions expérimentales, des mots associés à une intensité motivationnelle élevée (e.g., désir, effort, énergique) étaient diffusés *via* le casque auditif. Dans l'autre condition, les mots diffusés renvoyaient à une intensité motivationnelle faible (e.g., fatigué, épuisé, résigné). Juste après la tâche d'écoute dichotomique, les étudiants devaient réaliser une tâche de préhension manuelle avec un dynamomètre. Les résultats indiquaient que la force déployée était plus importante quand les mots diffusés renvoyaient à une intensité élevée de motivation par rapport à une intensité faible. Dans cette étude, l'absence de conscience des participants concernant cet effet était contrôlée juste après les passations.

Si les variables dépendantes utilisées dans ces études (i.e., vitesse de marche, force de préhension) sont éloignées de la pratique d'une activité physique telle que définie dans ce manuscrit de thèse, ces travaux tendent à indiquer que des motivations implicites peuvent être activées pour influencer en retour les comportements moteurs des individus.

En conclusion, cette partie spécifique au processus implicites (i.e., affects, cognitions, motivations), rapportent des associations significatives entre ces variables et l'activité physique (Rebar et al., 2016). Néanmoins, seule deux études ont été conduites dans des populations de malades chroniques (Chevance et al., 2016 ; Endrighi et al., 2016), et à notre connaissance, ces déterminants n'ont jamais été étudiées en contexte de réhabilitation. De plus, toutes les études publiées à ce jour ont testé des associations entre ces concepts et l'activité physique mesurée (i) rétrospectivement, (ii) lors de la même session, ou au plus (iii) à 7 ou 14 jours. Le rôle des processus implicites dans l'adoption d'une activité physique à plusieurs mois, et auprès de personnes ayant une maladie chronique, reste donc à confirmer (Endrighi et al., 2016).

Synthèse

Ce second chapitre dresse une liste non exhaustive des variables motivationnelles pouvant être impliquées dans la régulation de l'activité physique et de la sédentarité. La motivation y est présentée selon une approche duale, c'est à dire intégrant des processus explicites et implicites.

Dans ce chapitre les processus explicites ont été catégorisés selon trois grandes familles de variables : les croyances relatives aux effets du comportement, les croyances de l'individu en ses capacités à effectuer le comportement, et les intentions. Les processus implicites ont également été présentés selon trois catégories : les affects, les cognitions et les motivations implicites.

Sur le plan empirique, les processus explicites comme implicites semblent associés de façon significative au niveau d'activité physique des individus. Pour les personnes atteintes de maladies chroniques, la force de ces associations semble toutefois dépendante d'autres déterminants de l'activité physique (i.e., capacité physique, activité physique passée). Enfin, les facteurs liés à la motivation, et particulièrement les processus implicites, ont été peu étudiés dans le cadre de la maladie chronique.

5. Etudier simultanément les processus explicites et implicites : Le rôle des modérateurs comportementaux, situationnels et dispositionnels

Dans les parties précédentes de ce travail, nous avons décrit les associations entre processus explicites, implicites et activité physique sans envisager les conditions pouvant faire varier le rôle respectif de ces processus sur les comportements. En effet, en fonction du contexte, des caractéristiques de l'individu, ou de l'objet étudié, le rôle de chacun d'entre eux peut être plus ou moins important (Hofmann et al., 2008). Dans la littérature, une revue narrative a répertorié l'ensemble des variables pouvant modérer le rôle des processus explicites et implicites sur les comportements (Perugini, Richetin, & Zogmeister, 2010). Trois catégories de modérateurs ont été identifiées : les modérateurs comportementaux, situationnels et dispositionnels.

5. a. Les modérateurs comportementaux

Théoriquement, les comportements dits « spontanés » (i.e., prendre les escaliers plutôt que l'ascenseur) résulteraient plutôt des processus implicites que des processus explicites. A l'inverse, les comportements qui exigent d'être planifiés (i.e., une randonnée en paddle) seraient davantage le fruit des processus explicites (Perugini et al., 2010). Par exemple, dans le domaine de l'activité physique, certains auteurs ont proposé de distinguer les activités physiques planifiées des activités physiques non-planifiées, aussi appelées « non-exercise activity thermogenesis (NEAT) » (Levine et al., 2005). Concrètement, ces activités correspondent à l'ensemble des mouvements qu'une personne accumulerait sur une journée sans vraiment s'en rendre compte (i.e., temps passé debout plutôt qu'assis ; temps passé à se redresser sur sa chaise ou à maîtriser sa posture). En pratique, la mesure de ces activités est particulièrement difficile. Une étude conduite par Cheval, Sarrazin et Pelletier (2014) a tenté d'examiner les associations entre des processus implicites et explicites et une mesure d'activité de type NEAT, dérivée d'une tâche de force de préhension réalisée sur dynamomètre. Les résultats révélaient que les affects implicites envers l'activité physique d'une part, et la sédentarité d'autre part, étaient respectivement positivement et négativement associés à l'activité des individus sur la tâche. Les intentions en matière d'activité physique n'étaient quant à elles pas associées à l'activité de type NEAT.

Si les résultats de cette étude sont à nuancer au regard du manque de validité écologique de la variable dépendante utilisée, ils tendent à confirmer que les relations entre processus implicites, explicites, et activité physique peuvent varier en fonction du type d'activité observée.

Un second modérateur avancé par Perugini et al. (2010) concerne le degré de désirabilité sociale (i.e., tendance à se présenter selon les attentes perçues des interlocuteurs) associé au comportement étudié. Cette hypothèse s'appuie sur une méta-analyse de Greenwald et al. (2009) indiquant que pour des concepts faisant l'objet d'une forte désidérabilité sociale (e.g., stéréotypes raciaux et comportements discriminatoires), les corrélations entre processus implicites et comportements étaient plus importantes que celles observées entre processus explicites et comportements. A l'inverse, dans le cas de sujets peu sensibles socialement (e.g., attitudes envers des marques de soda, et comportements liés à la consommation), les corrélations entre processus explicites et comportements étaient plus importantes que celles observées avec les processus implicites. Autrement dit, la contribution des processus explicites dans la prédiction des comportements serait d'autant plus faible que le comportement observé est sujet au phénomène de désirabilité sociale, et inversement pour les processus implicites.

5. b. Les modérateurs situationnels

Les modérateurs situationnels correspondent à des variables intra-individuelles susceptibles de varier au cours d'une journée comme la concentration, l'humeur ou encore le stress (Perugini et al. 2010). Par exemple, une manipulation expérimentale de la concentration peut consister à faire consommer de l'alcool aux participants d'une étude (Hofmann & Friese, 2008). Ainsi, une étude a mis évidence que les processus implicites étaient des prédicteurs significatifs de la consommation de sucreries chez des participants alcoolisés pour l'expérience, mais pas chez des participants sobres (Hofmann & Friese, 2008). A notre connaissance, cette catégorie de modérateurs n'a jamais été étudiée dans le domaine de l'activité physique.

5. c. Les modérateurs dispositionnels

Les modérateurs dispositionnels correspondent à des caractéristiques psychologiques relativement stable chez l'individu, comme sa personnalité ou ses fonctions cognitives.

Théoriquement, le rôle des processus explicites serait plus important chez les individus caractérisés par un trait de caractère consciencieux et bénéficiant de bonnes capacités cognitives (Hall & Fong, 2007). A l'inverse, le rôle des processus implicites dans la régulation des comportements devrait être d'autant plus important que les individus présentent un haut niveau d'impulsivité et des fonctions cognitives altérées (Perugini et al., 2010).

Dans le domaine de l'activité physique, ces hypothèses ont été examinées dans deux études seulement à ce jour. Premièrement, Hall et al. (2008) ont mis en évidence une interaction entre les fonctions exécutives, et les intentions dans la prédiction du niveau d'activité physique d'étudiants. Dans cette étude, les intentions d'être actif étaient davantage associées à l'activité physique auto-rapportée au cours de la semaine suivante chez les individus ayant des fonctions exécutives élevées. Ce résultat suggère une plus grande facilité à transformer ses intentions en comportement chez les personnes ayant un « bon » fonctionnement exécutif. Par ailleurs, Cheval et al. (2016a) ont mis en évidence un pattern de « double modération » entre (i) les intentions d'être actif physiquement, (ii) les affects implicites envers la sédentarité, (iii) le trait d'impulsivité et (iv) l'activité physique mesurée objectivement pendant une semaine chez des adultes. Le rôle négatif des affects implicites dans la relation intentions-comportement était plus prononcée chez les individus plus impulsifs. Ceci suggère une difficulté accrue à gérer le conflit entre les deux systèmes (i.e., intentions d'être actif et tendances impulsives envers la sédentarité) pour les individus impulsifs.

Si ces études sont les premières à tester empiriquement ces hypothèses de modération dans le domaine de l'activité physique, elles présentent toutefois plusieurs limites. Au-delà du laps de temps relativement court considérés dans ces travaux (i.e., une semaine), l'étude de Hall et al. (2008) a été conduite sur un échantillon d'étudiants et celle de Cheval et al. (2016a) auprès de personnes issues de la population générale. Pourtant, il pourrait y avoir un intérêt particulier à tester ces hypothèses contexte de réhabilitation. En effet, plusieurs études rapportent que les personnes atteintes de maladies chroniques présentent une altération des fonctions exécutives, comparativement à des sujets contrôle (e.g., dans le domaine de la maladie respiratoire, Dodd, 2015 ; dans le domaine de l'obésité, Fitzpatrick, Gilbert, & Serpell, 2013). Dans le même sens, Sutin et al. (2011) ont mis en évidence qu'une augmentation du poids de corps sur 10 ans était associée à une augmentation de l'impulsivité. Les dispositions individuelles pourraient donc jouer un rôle particulièrement important chez des personnes atteintes de maladies chroniques par rapport à des personnes issues de la population générale.

6. Motivation explicite, implicite et sédentarité

Dans les paragraphes précédents, nous avons traité de la motivation explicite et implicite dans le domaine de l'activité physique. Bien que moins conséquente, une littérature spécifique aux comportements sédentaires se développe actuellement. Il est nécessaire de distinguer les études s'intéressant aux relations entre la motivation envers la sédentarité et les comportements sédentaires d'une part (e.g., Maher & Conroy, 2016), et les études s'intéressant aux relations entre la motivation envers la sédentarité et l'activité physique d'autre part (e.g., Cheval et al., 2015).

6. a. Associations entre la motivation envers la sédentarité et les comportements sédentaires

La sédentarité et l'activité physique ayant des effets en partie indépendants sur la santé (Biswas et al., 2015), certains chercheurs ont conduit des études pour identifier les déterminants motivationnels spécifiquement associés à la sédentarité (Maher & Conroy, 2016). Cette thématique a récemment fait l'objet d'une première revue de la littérature (Rollo, Gaston, & Prapavessis, 2016). Parmi les vingt-cinq études retenues dans la revue, dix-sept ont étudié la sédentarité à la lumière des modèles sociocognitifs présentés dans la partie précédente. De façon intéressante, certaines étudiaient la motivation à adopter des comportements sédentaires, tandis que d'autres s'intéressaient à la motivation à limiter sa sédentarité¹⁰. Pour décrire les résultats, les auteurs proposaient de faire la distinction entre des « facteurs de risque » et des « facteurs protecteurs » de la sédentarité. Les facteurs de risque comprenaient : des attitudes, des normes sociales, et des intentions en faveur de la sédentarité ; un plus haut niveau d'habitude en matière de sédentarité ; et à la lumière de la théorie de l'auto-détermination (Deci & Ryan, 2000), une plus grande motivation « intrinsèque », « introjectée », et « externe » vis-à-vis de la sédentarité. Les facteurs protecteurs de la sédentarité étaient un sentiment de contrôle et des intentions élevées envers la limitation des comportements sédentaires. Les auteurs de la revue concluaient que la sédentarité était un comportement qui pouvait être étudié par le biais des modèles traditionnellement utilisés dans le domaine de l'activité physique.

¹⁰ Les auteurs de la revue ne discutaient pas des différences entre ces deux types de motivations (i.e., « à faire » et « à ne pas faire »). Néanmoins, selon Richetin, Conner et Perugini (2011) la motivation « à faire » et « à ne pas faire » aurait des effets distincts sur les comportements. En effet, ces auteurs ont mis en évidence que les variables de la théorie du comportement planifié, exprimées en faveur de la pratique d'une activité physique intense d'une part, et en défaveur de la pratique d'une activité physique intense d'autre part, étaient significativement et indépendamment associées à l'activité physique chez des étudiants.

A notre connaissance, ce type d'étude n'a jamais été conduit dans le domaine de la réhabilitation. De plus, l'implication des processus implicites dans la régulation des comportements sédentaires n'a jamais été étudiée.

6. b. Etude de la motivation implicite et explicite envers la sédentarité

En parallèle des travaux exposés dans la partie précédente, certains auteurs ont examiné le rôle de la motivation envers la sédentarité dans la régulation de l'activité physique (Cheval et al., 2015 ; Rhodes & Blanchard, 2008). Cette question est intéressante tant sur le plan théorique que pratique. En effet, la sédentarité et l'activité physique sont des comportements qui peuvent coexister chez un même individu (Omorou et al., 2016). Concrètement, une personne peut tout à fait être caractérisée comme à la fois « très sédentaire » et « très active » (e.g., un doctorant qui passe 8 heures assis par jour à rédiger sa thèse et qui pratique une activité physique chaque soir pour terminer sa journée). Dès lors, nous pouvons supposer l'existence d'un conflit potentiel entre ces deux comportements et leurs motivations respectives (Hofmann et al., 2008). Dans le domaine de l'activité physique, et au regard de modèle duaux comme le RIM, étudier le rôle de la motivation pour un comportement concurrentiel comme la sédentarité apparaît donc tout à fait pertinent (Cheval et al., 2015). De plus, sur le plan pratique, si la motivation envers la sédentarité est impliquée dans le comportement d'activité physique, et ce, indépendamment de la motivation des individus envers l'activité physique, alors les stratégies de promotion de l'activité physique devraient aussi cibler la motivation des individus envers la sédentarité.

A notre connaissance, deux études ont fourni des preuves empiriques concernant le rôle de la motivation envers la sédentarité dans l'adoption d'une activité physique. Rhodes et Blanchard (2008), dans une étude réalisée auprès d'un échantillon d'étudiants (i.e., étude transversale) et d'adultes (i.e., étude prospective sur deux semaines), ont mis en évidence une association significative entre les intentions en matière de sédentarité et l'activité physique mesurée par questionnaire. Plus les intentions en faveur des comportements sédentaires (i.e., spécifiques à la télévision) étaient importantes, plus les individus rapportaient des niveaux faibles d'activité physique. Ces résultats étaient obtenus en contrôlant la contribution des variables de la théorie du comportement planifié relatives à l'activité physique.

Une seconde étude, conduite par Cheval et al. (2015), vient conforter ces résultats pour les processus implicites. En effet, les résultats indiquent que les tendances impulsives d'approche envers la sédentarité étaient significativement et négativement associées à l'activité physique mesurée par accéléromètre chez des adultes issus de la population générale. Là aussi, cette association était obtenue après avoir contrôlé le niveau d'intentions d'être physiquement actif et les tendances impulsives d'approche envers l'activité physique. Si ces résultats venaient à être répliqués dans le domaine de la réhabilitation, ils justifieraient la mise en place de contenus spécifiques à la sédentarité au sein des programmes de promotion de l'activité physique à destination des personnes atteintes de maladies chroniques.

7. Modification des processus motivationnels explicites et implicites

En parallèle des études corrélationnelles présentées précédemment et mettant en évidence une relation entre les déterminants motivationnels, l'activité physique et la sédentarité, quelques études se sont intéressées à la modification des processus explicites et implicites. Ces modifications ont été observées en contexte écologique, par exemple au cours d'un programme de réhabilitation, et expérimental, lorsqu'une variable était volontairement manipulée.

7. a. Modification des processus explicites

En contexte de réhabilitation respiratoire, Selzler et al. (2016) se sont intéressés à l'évolution du sentiment d'auto-efficacité au cours d'un programme de six semaines. Dans cette étude, seule l'auto-efficacité liée à la planification augmentait significativement entre le début et la fin du programme, tandis que l'auto-efficacité liée à la tâche et aux barrières n'évoluait pas significativement. Une autre étude (Rodgers et al., 2013) a observé une augmentation significative de l'auto-efficacité liée à la tâche pendant un programme de réhabilitation cardiaque de six semaines, mais pas des autres types d'auto-efficacité. Blanchard et al. (2015), dans une étude conduite auprès de femmes participant à un programme de réhabilitation cardiaque de huit semaines, ont mis en évidence que seules 10% des participantes présentaient une augmentation significative de l'auto-efficacité liée à la tâche. Dans cette étude, la majorité des participantes rapportait un niveau élevé sur ces variables dès le début du programme, qui restait stable ou déclinait légèrement au cours de l'étude.

Dans une étude conduite chez des personnes en remission d'un cancer des poumons, Peddle-McIntyre et al. (2013) ont observé une augmentation significative du contrôle comportemental perçu envers l'activité physique à l'issue d'un programme d'activité physique de dix semaines. Les autres variables mesurées (i.e., attitudes, normes sociales, et intentions envers l'activité physique) n'évoluaient pas significativement au cours du programme.

Dans chacune de ces études, une mesure reflétant les croyances des participants envers leur capacité à réaliser une activité physique évoluait donc favorablement pendant les programmes. Néanmoins, ces changements ne semblent pas consistants et d'autres études sont donc nécessaires pour évaluer les effets de la réhabilitation sur un ensemble plus large de variables motivationnelles. De plus, aucune étude à notre connaissance n'a étudié les effets d'un programme de réhabilitation sur la motivation envers la sédentarité.

Sur le plan expérimental, une étude conduite en réhabilitation cardiaque a évalué l'effet d'une intervention à la fois sur le niveau de motivation et d'activité physique des patients (Sniehotta et al., 2005). Au cours du programme de réhabilitation, un groupe expérimental était invité à formuler des plans d'action concernant l'activité physique (i.e., où pratiquer, avec qui, quoi...) ; un autre groupe formulait également des plans d'action mais bénéficiait, en plus, d'un suivi hebdomadaire en post-réhabilitation pendant six semaines durant lesquelles un expérimentateur aidait à faire évoluer les plans d'action. Le troisième groupe (contrôle) bénéficiait d'une prise en charge standard. Les résultats mettent en évidence un effet significatif des deux interventions sur les variables motivationnelles à deux et quatre mois post-réhabilitation (i.e., augmentation significative des intentions, de l'auto-efficacité, de la planification des barrières et du contrôle de l'action). Les patients des deux groupes « intervention » rapportaient également des niveaux d'activité physique intense plus importants que ceux du groupe contrôle, sans différence significative concernant le niveau d'activité physique global à quatre mois. Une analyse de médiation révélait que l'effet observé sur l'activité physique intense était expliqué par la modification des variables motivationnelles liées à la planification et au contrôle de l'action. Cette étude démontre donc, premièrement, que la motivation peut être manipulée en contexte de réhabilitation pour induire une modification de l'activité physique ; et deuxièmement, qu'une intervention motivationnelle au cours d'un programme déjà existant peut générer des effets additionnels.

7. b. Modification des processus implicites

Contrairement aux variables motivationnelles explicites, le caractère malléable *versus* stable, des processus implicites fait encore débat dans la littérature (Gawronski et al., 2017). En général, les processus implicites (i.e., affects, cognitions) sont présentés comme le fruit d'expériences passées, ancrées en mémoire, et donc relativement stables dans le temps (Greenwald & Banaji, 1995). A l'inverse, les processus explicites sont souvent considérés comme des représentations plus malléables et susceptibles de varier en fonction de nos expériences quotidiennes (Gawronski et al., 2017).

Sur le plan empirique, dans le domaine de l'activité physique, une étude s'est intéressée à la malléabilité des attitudes implicites (estimées avec un SC-IAT) chez des étudiants au cours d'une semaine (Hyde et al., 2012). A l'aide de modèles d'équations structurales, les auteurs ont mis en évidence une composante stable et une dimension malléable des attitudes implicites envers l'activité physique (Hyde et al., 2012). Ils attribuaient la part stable des attitudes implicites aux expériences passées, ancrées cognitivement, et la part malléable aux expériences récentes en lien avec le comportement et à de l'erreur de mesure (Hyde et al., 2012). Par ailleurs, les sujets présentant des attitudes implicites moins favorables envers l'activité physique lors de la première évaluation, mais devenant plus favorables lors de la seconde, rapportaient une augmentation significative de leur activité physique auto-rapportée d'une semaine à l'autre (Hyde et al., 2012). Ces résultats suggèrent donc que les processus implicites, et plus particulièrement les attitudes implicites, peuvent être une cible pertinente pour induire un changement de comportement chez les individus.

Sur la base de ce premier travail, plusieurs études ont cherché à manipuler expérimentalement les processus implicites dans le domaine de l'activité physique. Ces interventions ont notamment utilisé des techniques d'imagerie mentale (Markland et al., 2015), de conditionnement évaluatif (Antoniewicz & Brand, 2016), et des procédures d'entraînement des tendances impulsives d'approche et d'évitement (Cheval, Sarrazin, Pelletier & Friese, 2016b).

Partant du principe que l'imagerie mentale (i.e., l'imagination d'une expérience sans sa réalisation physique) peut influencer les processus implicites, Markland et al. (2015) ont testé l'effet de cette technique sur des attitudes implicites envers l'exercice physique. L'étude était réalisée auprès d'étudiants repartis aléatoirement dans un groupe contrôle ou un groupe expérimental.

Les participants du groupe contrôle devaient écouter un script standardisé de trois minutes les invitant à s'imaginer une expérience positive en lien avec la préparation d'un repas. Ceux du groupe expérimental devaient quant à eux écouter un script faisant référence à une expérience positive dans une salle de sport. A l'issue de cette période d'écoute, les participants complétaient un IAT et un questionnaire mesurant leurs attitudes explicites. Les résultats ont indiqué un effet favorable significatif de l'imagerie mentale sur les attitudes implicites. L'intervention n'avait en revanche pas d'effet significatif sur les attitudes explicites. Les auteurs indiquaient que l'imagerie mentale pouvait activer un pattern d'associations implicites favorable à l'activité physique en mémoire, se traduisant par des réponses plus favorables pour l'activité physique sur l'IAT (Markland et al., 2015).

Une seconde étude, conduite par Antoniewicz et Brand (2016), s'est intéressée au conditionnement évaluatif pour influencer les attitudes implicites et les comportements liés à l'activité physique chez des étudiants. Dans une première étude, les participants devaient réaliser une session de conditionnement évaluatif selon trois conditions : une condition où des images liées à l'activité physique devaient être classées avec des images positives ; une condition où des images liées à l'activité physique devaient être classées avec des images négatives ; et une condition contrôle où des images liées à l'activité physique étaient à associer avec des images négatives et positives un même nombre de fois. Juste après cette session, les attitudes implicites étaient mesurées avec un SC-IAT. Les résultats ont indiqué que les participants entraînés à associer l'activité physique avec des images positives rapportaient des attitudes implicites significativement plus favorables que les participants des deux autres groupes.

Dans cette étude, les auteurs testaient aussi l'effet de la procédure de conditionnement évaluatif sur une tâche liée à l'activité physique. Des étudiantes étaient exposées aux trois conditions présentées précédemment, puis devaient choisir une intensité d'exercice sur un ergocycle pour une période de deux minutes. Cette tâche était présentée comme une phase de transition entre les tests pour décorréler cette mesure de la procédure de conditionnement. Les résultats ont révélé que les participantes entraînées à associer l'activité physique avec des images positives choisissaient une intensité d'effort significativement supérieure sur l'ergocycle (i.e., + 22 %) par rapport à celles des deux autres groupes. Néanmoins, cette étude présentait un biais méthodologique. En effet, les groupes « conditionnement évaluatif » étaient constitués sur la base des scores d'attitudes implicites initiaux.

Les participantes présentant des attitudes implicites non favorables à l'activité physique réalisaient la tâche de conditionnement renforçant l'activité physique. Les groupes n'étaient donc pas équivalents, et les résultats pourraient être due à cette différence dans l'échantillon aussi bien qu'au type de conditionnement.

Enfin, une étude expérimentale s'est intéressée à l'effet de l'entraînement des tendances impulsives d'approche et d'évitement chez des étudiants (Cheval et al., 2016b). Les auteurs ont examiné l'effet d'un bref entraînement informatisé sur (i) les affects implicites et (ii) une tâche expérimentale liée à l'activité physique. Les participants étaient randomisés dans trois groupes : un groupe s'entraînait à « approcher » (i.e., grâce aux touches de l'ordinateur) des stimuli en lien avec l'activité physique et à « s'éloigner » des stimuli en lien avec la sédentarité ; un groupe réalisait un apprentissage opposé (i.e., approche de la sédentarité et éloignement de l'activité physique) ; et un groupe contrôle réalisait un entraînement mixte. Les affects implicites pour l'activité physique et la sédentarité étaient mesurés avant et après la procédure expérimentale. A la suite de la dernière évaluation sur ordinateur, les participants étaient invités à réaliser des flexions/ extensions des membres inférieurs. Le temps passé à effectuer cet exercice représentait la variable dépendante comportementale. Les résultats ont indiqué que la procédure d'entraînement n'impactait pas significativement les affects implicites envers la sédentarité. En revanche, l'entraînement qui consistait à « approcher la sédentarité » et « s'éloigner de l'activité physique » avait une influence significative et négative sur les affects implicites envers l'activité physique. Enfin, les participants qui s'entraînaient à approcher des stimuli en lien avec l'activité physique et à s'éloigner de stimuli en lien avec la sédentarité passaient significativement plus de temps à effectuer la tâche de flexion/ extension par rapport aux participants de la condition « approche de la sédentarité / évitement de l'activité physique ».

En conclusion, les processus implicites, et particulièrement les affects implicites, apparaissent sensibles à une manipulation expérimentale. Par ailleurs, ce type de manipulation semble susceptible d'impacter en retour les comportements liés à l'activité physique (Antoniewicz & Brand, 2016 ; Cheval et al., 2016b). Cependant, ces premières études expérimentales sont limitées sur le plan de la validité écologique. En effet, toutes ont été conduites auprès d'étudiants, la mesure des processus implicites et du comportement était réalisée immédiatement après la manipulation expérimentale, et les tâches utilisées étaient très éloignées d'une mesure représentative de l'activité physique quotidienne.

Enfin, une limite d'ordre méthodologique peut être formulée concernant l'étude des changements de processus implicites (Hyde et al., 2012). En effet, si la consistance interne (i.e., cohérence des réponses au sein d'un test) des outils mesurant les processus implicites a été démontrée (Gawronski & Hahn, 2017), peu d'études se sont intéressées à leurs fiabilité test-retest (Lane et al., 2007). De plus, Hyde et al., (2012) ont indiqué qu'un changement entre deux passations d'un SC-IAT pour l'activité physique pouvait renvoyer, en partie, à une erreur de mesure. Une étude examinant spécifiquement cette propriété psychométrique dans le domaine de l'activité physique et de la sédentarité semble donc nécessaire avant de développer un programme de recherche s'intéressant aux changements des processus implicites. En effet, l'utilisation d'outils non reproductibles pourrait conduire à des interprétations erronées concernant l'évolution de ces variables au cours du temps ou suite à une intervention (Vaz et al., 2013). Récemment, de nouvelles méthodes de calcul des scores pour l'IAT et le SC-IAT ont été proposées (Rebar et al., 2015 ; Richetin et al., 2015). Dans le cadre de l'étude des propriétés psychométriques de ces outils, ces algorithmes pourraient constituer une alternative pertinente aux méthodes classiquement utilisées.

Synthèse

Les associations respectives entre les processus explicites et implicites, d'une part, et les comportements, d'autre part, sont susceptibles de varier en fonction de modérateurs comportementaux, situationnels et dispositionnels. Certaines caractéristiques étant susceptibles d'évoluer chez des personnes atteintes de maladies chroniques, il apparaît pertinent de considérer cette catégorie de modérateurs dans l'étude des associations motivation-comportement.

La sédentarité peut-être à la fois étudiée dans sa dimension comportementale et motivationnelle. En effet, au regard de la littérature, il semble intéressant d'étudier (*i*) les comportements sédentaires des participants à un programme de réhabilitation, ainsi que (*ii*) le rôle de la motivation envers la sédentarité dans la régulation de l'activité physique.

Concernant la modification des processus motivationnels explicites, la réhabilitation semble avoir un effet favorable sur certaines variables, mais inconsistant selon les programmes. Concernant la modification des processus implicites, quelques études conduites dans le domaine de l'activité physique confirment que ces variables peuvent être sensibles à une intervention spécifique. Ces études sont néanmoins limitées par leur faible validité écologique. De plus, il semble indispensable de s'intéresser aux propriétés test-retest des outils de mesure implicites avant de développer un programme de recherche examinant la modification de ces processus.

Références

- Adriaanse, M. A., Gollwitzer, P. M., Ridder, D. T., Wit, J. B., & Kroese, F. M. (2011). Breaking habits with implementation intentions: A test of underlying processes. *Personality and Social Psychology Bulletin, 37*(4), 502-513. doi:10.1177/0146167211399102
- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes, 50*(2), 179-211. doi:10.1016/0749-5978(91)90020-t
- Altenburg, W. A., Bossenbroek, L., Greef, M. H., Kerstjens, H. A., Hacken, N. H., & Wempe, J. B. (2013). Functional and psychological variables both affect daily physical activity in COPD: A structural equations model. *Respiratory Medicine, 107*(11), 1740-1747. doi:10.1016/j.rmed.2013.06.002
- Antoniewicz, F. & Brand, R. (2016). Learning to like exercising: Evaluative conditioning changes automatic evaluations of exercising and influences subsequent exercising behavior. *Journal of Sport and Exercise Psychology, 38*(2), 138-148.
- Aresu, M., Bécares, L., Brage, S., Chaudhury, M., Doyle-Francis, M., Esliger, D., et al. (2009). Health Survey for England 2008 Volume 1. In: *Physical activity and fitness*. UK: The NHS Information Centre for Health and Social Care.
- Arne, M., Janson, C., Janson, S., Boman, G., Lindqvist, U., Berne, C., & Emtner, M. (2009). Physical activity and quality of life in subjects with chronic disease: Chronic obstructive pulmonary disease compared with rheumatoid arthritis and diabetes mellitus. *Scandinavian Journal of Primary Health Care, 27*(3), 141-147. doi:10.1080/02813430902808643
- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action a social cognitive theory*. New Jersey: Prentice Hall.
- Bargh, J. A. (1994). The four horsemen of automaticity: Awareness, intention, efficiency, and control in social cognition. In R. S. Wyer & T. K. Srull (Eds.), *Handbook of social cognition* (pp. 1-40). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Bargh, J. A., Chen, M., & Burrows, L. (1996). Automaticity of social behavior: Direct effects of trait construct and stereotype activation on action. *Journal of Personality and Social Psychology, 71*(2), 230-244. doi:10.1037//0022-3514.71.2.230
- Bargh, J. A., & Chartrand, T. L. (2000). A practical guide to priming and automaticity research. In H. T. Reis, & C. M. Judd, (Eds.), *Handbook of research methods in social and personality psychology* (pp. 253- 285): New York, NY: Cambridge University Press.
- Barr, R. G., Celli, B. R., Mannino, D. M., Petty, T., Rennard, S. I., Sciurba, F. C., . . . Turino, G. M. (2009). Comorbidities, patient knowledge, and disease management in a national sample of patients with COPD. *The American Journal of Medicine, 122*(4), 348-355. doi:10.1016/j.amjmed.2008.09.042

- Bauman, A. E., Reis, R. S., Sallis, J. F., Wells, J. C., Loos, R. J., & Martin, B. W. (2012). Correlates of physical activity: Why are some people physically active and others not? *The Lancet*, 380(9838), 258-271. doi:10.1016/s0140-6736(12)60735-1
- Berry, T. R., Spence, J. C., & Clark, M. E. (2011). Exercise is in! Implicit exercise and sedentary-lifestyle bias held by in-groups. *Journal of Applied Social Psychology*, 41, 2985-2998. doi: 10.1111/j.1559- 1816.2011.00857.x
- Berry, T. R., Spence, J. C., & Stolp, S. M. (2011). Attentional bias for exercise-related images. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 82, 302-309. doi: 10.1080/02701367.2011.10599758
- Berry, T. R. (2006). Who's even interested in the exercise message? Attentional bias for exercise and sedentary-lifestyle related words. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 28, 4-17.
- Biddle, S. J. H., Mutrie, N., & Gorely, T. (2015). Psychology of sitting: New kid on the block. In S.J.H., Biddle, N., Mutrie, & T., Gorely, *Psychology of physical Activity: Determinants, well-being and interventions* (3rd ed.). Routledge.
- Biswas, A., Oh, P. I., Faulkner, G. E., Bajaj, R. R., Silver, M. A., Mitchell, M. S., & Alter, D. A. (2015). Sedentary time and its association with risk for disease incidence, mortality, and hospitalization in adults. *Annals of Internal Medicine*, 162(2), 123. doi:10.7326/m14-1651
- Blair, S. N., Smith, G. D., Lee, I., Fox, K., Hillsdon, M., Mckeown, R. E., . . . Marmot, M. (2010). A tribute to Professor Jeremiah Morris: The man who invented the field of physical activity epidemiology. *Annals of Epidemiology*, 20(9), 651-660. doi:10.1016/j.annepidem.2010.06.001
- Blanchard, C. M., Courneya, K. S., Rodgers, W. M., Daub, B., & Knapik, G. (2002). Determinants of exercise intention and behavior during and after phase 2 cardiac rehabilitation: An application of the theory of planned behavior. *Rehabilitation Psychology*, 47(3), 308-323. doi: 10.1037/0090-5550.47.3.308
- Blanchard, C. M., Courneya, K. S., Rodgers, W. M., Fraser, S. N., Murray, T. C., Daub, B., & Black, B. (2003). Is the Theory of Planned Behavior a useful framework for understanding exercise adherence during phase II cardiac rehabilitation? *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation*, 23(1), 29-39. doi:10.1097/00008483-200301000-00007
- Blanchard, C., Arthur, H. M., & Gunn, E. (2015). Self-efficacy and outcome expectations in cardiac rehabilitation: Associations with women's physical activity. *Rehabilitation Psychology*, 60(1), 59-66. doi:10.1037/rep0000024
- Bluemke, M., Brand, R., Schweizer, G., & Kahlert, D. (2010). Exercise might be good for me, but I don't feel good about it: Do automatic associations predict exercise behavior? *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 32, 137-153.

- Boiché, J., Marchant, G., Nicaise, V., & Bison, A. (2016). Development of the generic multifaceted automaticity scale (GMAS) and preliminary validation for physical activity. *Psychology of Sport and Exercise*, 25, 60-67. doi:10.1016/j.psychsport.2016.03.003
- Boiché, J., Plaza, M., Chalabaev, A., Guillet-Descas, E., & Sarrazin, P. (2013). Social antecedents and consequences of gender-sport stereotypes during adolescence. *Psychology of Women Quarterly*, 38(2), 259-274. doi: 10.1177/0361684313505844
- Bourbeau, J., Lavoie, K. L., Sedeno, M., Sousa, D. D., Erzen, D., Hamilton, A., . . . Leidy, N. (2016). Behaviour-change intervention in a multicentre, randomised, placebo-controlled COPD study: Methodological considerations and implementation. *BMJ Open*, 6(4). doi: 10.1136/bmjopen-2015-010109
- Bélanger-Gravel, A., Godin, G., & Amireault, S. (2013). A meta-analytic review of the effect of implementation intentions on physical activity. *Health Psychology Review*, 7(1), 23-54. doi: 10.1080/17437199.2011.560095
- Calitri, R., Lowe, R., Eves, F. F., & Bennett, P. (2009). Associations between visual attention, implicit and explicit attitude and behaviour for physical activity. *Psychology & Health*, 24, 1105-1123. doi: 10.1080/08870440802245306
- Caspersen, C. J., Powell, K. E., & Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: Definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Reports*, 100(2), 126-131.
- Chen, M., & Bargh, J. A. (1999). Consequences of automatic evaluation: Immediate behavioral predispositions to approach or avoid the stimulus. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 25(2), 215-224. doi:10.1177/0146167299025002007
- Cheng, S. W., Alison, J., Dennis, S., Stamatakis, E., Spencer, L., Mcnamara, R., . . . Mckeough, Z. (2017). A behaviour change intervention to reduce sedentary time in people with chronic obstructive pulmonary disease: Protocol for a randomised controlled trial. *Journal of Physiotherapy* 63(3), 182. doi:10.1016/j.jphys.2017.04.001
- Cheval, B., Sarrazin, P., Isoard-Gauthier, S., Radet, R., & Friese, M. (2016a). How impulsivity shapes the interplay of impulsive and reflective processes involved in objective physical activity. *Personality and Individual Differences*, 96, 132-137.
- Cheval, B., Sarrazin, P., Pelletier, L., & Friese, M. (2016b). Effect of retraining approach-avoidance tendencies on an exercise task: A randomized controlled trial. *Journal of Physical Activity and Health*, 13(12), 1396-1403. doi:10.1123/jpah.2015-0597
- Cheval, B., Sarrazin, P., & Radet, R. (2016c). Processus automatiques et activités physiques bénéfiques pour la santé. *L'Année psychologique*, 116(02), 295-347. doi:10.4074/s0003503316000348

- Cheval, B., Sarrazin, P., Isoard-Gautheur, S., Radel, R., & Friese, M. (2015). Reflective and impulsive processes explain (in)effectiveness of messages promoting physical activity: A randomized controlled trial. *Health Psychology, 34*, 10-19. doi: 10.1037/hea0000102
- Cheval, B., Sarrazin, P., & Pelletier, L. (2014). Impulsive approach tendencies towards physical activity and sedentary behaviors, but not reflective intentions, prospectively predict non-exercise activity thermogenesis. *Plos One, 9*(12). doi: 10.1371/Journal.Pone.0115238
- Chevance, G., Romain, A. J., & Bernard, P. (2017). La promotion de l'activité physique passe nécessairement par une prise en compte de la motivation. *Psycho-Oncologie, 11*(1), 56-57. doi:10.1007/s11839-017-0615-5
- Chevance, G., (2017). Time to consider modifiable (especially motivational) determinants of physical activity among COPD patients? A commentary on Arbillaga-Etxarri et al. (2017). *Thorax*, <http://thorax.bmj.com/content/early/2017/03/01/thoraxjnl-2016-209209.responses#time-to-consider-modifiable-especially-motivational-determinants-of-physical-activity-among-copd-patients-a-commentary-on-arbillaga-etxarri-et-al-2017->
- Chevance, G., Foucaut, A. M., & Bernard, P. (2016). État des connaissances sur les comportements sédentaires. *La Presse Médicale, 45*(3), 313-318. doi:10.1016/j.lpm.2016.01.004
- Chevance, G., Caudroit, J., Romain, A. J., & Boiche, J. (2016). The adoption of physical activity and eating behaviors among persons with obesity and in the general population: The role of implicit attitudes within the theory of planned behavior. *Psychology, Health & Medicine, 22*(3), 319-324. <http://doi.org/10.1080/13548506.2016.1159705>.
- Clément-Guillot, C., Chalabaev, A., & Fontayne, P. (2012). Is sport still a masculine domain? A psychological glance. *International Journal of Sport and Psychology, 43*, 67-78.
- Conroy, D. E., Hyde, A. L., Doerksen, S. E., & Ribeiro, N. F. (2010). Implicit attitudes and explicit motivation prospectively predict physical activity. *Annals of Behavioral Medicine, 39*(2), 112-118. doi:10.1007/s12160-010-9161-0
- Custers, R., & Aarts, H. (2010). The unconscious will: How the pursuit of goals operates outside of conscious awareness. *Science, 329*, 47-50. doi: 10.1126/science.1188595
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The "What" and "Why" of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry, 11*, 227-268. doi: 10.1207/s15327965pli1104_01
- Demeyer, H., Louvaris, Z., Frej, A., Rabinovich, R. A., Jong, C. D., Gimeno-Santos, E., . . . Troosters, T. (2017). Physical activity is increased by a 12-week semiautomated telecoaching programme in patients with COPD: A multicentre randomised controlled trial. *Thorax, 72*(5), 415-423. doi:10.1136/thoraxjnl-2016-209026

- Depew, Z. S., Novotny, P. J., & Benzo, R. P. (2012). How many steps are enough to avoid severe physical inactivity in patients with chronic obstructive pulmonary disease? *Respirology*, *17*(6), 1026-1027. doi:10.1111/j.1440-1843.2012.02207.x
- Deutsch, R., Gawronski, B., & Hofmann, W. (2017). *Reflective and impulsive determinants of human behavior*. New York: Routledge, Taylor & Francis Group.
- De Houwer, J., & Moors, A. (2012) Implicit measures: Similarities and differences. In: Gawronski B & Payne BK, eds. *Handbook of implicit social cognition: Measurement, theory, and applications*. New York: Guilford Press.
- Diabetes Prevention Program Research Group. (2002). Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. *New England Journal of Medicine*, *346*(6), 393-403. doi:10.1056/nejmoa012512
- Ding, D., Lawson, K. D., Kolbe-Alexander, T. L., Finkelstein, E. A., Katzmarzyk, P. T., Mechelen, W. V., & Pratt, M. (2016). The economic burden of physical inactivity: a global analysis of major non-communicable diseases. *The Lancet*, *388*(10051), 1311-1324. doi:10.1016/s0140-6736(16)30383-x
- Dodd, J. W. (2015). Lung disease as a determinant of cognitive decline and dementia. *Alzheimers Research & Therapy*, *7*(1), 32. doi:10.1186/s13195-015-0116-3
- Doyen, S., Klein, O., Pichon, C., & Cleeremans, A. (2012). Behavioral priming: Its all in the mind, but whose mind? *PLoS ONE*, *7*(1). doi:10.1371/journal.pone.0029081
- Downs, D. S., & Hausenblas, H. A. (2005). Elicitation studies and the theory of planned behavior: A systematic review of exercise beliefs. *Psychology of Sport and Exercise*, *6*(1), 1-31. doi:10.1016/j.psychsport.2003.08.001
- Edwards, L., Thomas, C., Gregory, A., Yardley, L., Ocathain, A., Montgomery, A. A., & Salisbury, C. (2014). Are people with chronic diseases interested in using telehealth? A cross-sectional postal survey. *Journal of Medical Internet Research*, *16*(5). doi:10.2196/jmir.3257
- Eisner, M. D., Anthonisen, N., Coultas, D., Kuenzli, N., Perez-Padilla, R., Postma, D., . . . Balmes, J. R. (2010). An Official American Thoracic Society public policy statement: Novel risk factors and the global burden of chronic obstructive pulmonary disease. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, *182*(5), 693-718. doi:10.1164/rccm.200811-1757st
- Ekelund, U., Steene-Johannessen, J., Brown, W. J., Fagerland, M. W., Owen, N., Powell, K. E., . . . Lee, I. (2016). Does physical activity attenuate, or even eliminate, the detrimental association of sitting time with mortality? A harmonised meta-analysis of data from more than 1 million men and women. *The Lancet*, *388*(10051), 1302-1310. doi:10.1016/s0140-6736(16)30370-1

- Ekkekakis, P., & Zenko, Z. (2016). Escape from cognitivism: Exercise as hedonic experience. In M. Raab, P. Wylleman, R. Seiler, A. M. Elbe, & A. Hatzigeorgiadis (Eds.), *Sport and exercise psychology research from theory to practice* (pp. 389-414). London: Academic.
- Endrighi, R., Basen-Engquist, K., Szeto, E., Perkins, H., Baum, G., & Cox-Martin, M. et al. (2016). Self-reported and automatic cognitions are associated with exercise behavior in cancer survivors. *Health Psychology, 35*(8), 824-828.
- Esteban, C., Arostegui, I., Aburto, M., Moraza, J., Quintana, J. M., Aizpiri, S., . . . Capelastegui, A. (2014). Influence of changes in physical activity on frequency of hospitalization in chronic obstructive pulmonary disease. *Respirology, 19*(3), 330-338. doi:10.1111/resp.12239
- Eves, F. F., Scott, E. J., Hoppe, R., & French, D. P. (2007). Using the affective priming paradigm to explore the attitudes underlying walking behaviour. *British Journal of Health Psychology, 12*, 571-585. doi: 10.1348/135910706X153775
- Fazio, R. H. (1990). Multiple processes by which attitudes guide behavior: The MODE model as an integrative framework. In M. P. Zanna (Ed.), *Advances in experimental social psychology* (Vol. 23, pp. 75-109). New York: Academic Press.
- Field, M., & Cox, W. M. (2008). Attentional bias in addictive behaviors: A review of its development, causes, and consequences. *Drug and Alcohol Dependence, 97*, 1-20. doi: 10.1016/j.drugalcdep.2008.03.030
- Fishbein, M., & Ajzen, I. (1980). Belief, attitude, intention, and behavior: an introduction to theory and research. Reading, Mass.: Addison-Wesley.
- Fischer, M. J., Scharloo, M., Abbink, J. J., Thijs-Van, A., Rudolphus, A., Snoei, L., . . . Kaptein, A. A. (2007). Participation and drop-out in pulmonary rehabilitation: a qualitative analysis of the patients perspective. *Clinical Rehabilitation, 21*(3), 212-221. doi:10.1177/0269215506070783
- Fitzpatrick, S., Gilbert, S., & Serpell, L. (2013). Systematic review: Are overweight and obese individuals impaired on behavioural tasks of executive functioning? *Neuropsychology Review, 23*(2), 138-156. doi:10.1007/s11065-013-9224-7
- Garcia-Aymerich, J., Lange, P., Benet, M., Schnohr, P., & Anto, J. M. (2006). Regular physical activity reduces hospital admission and mortality in chronic obstructive pulmonary disease: A population based cohort study. *Thorax, 61*(9), 772-778. doi:10.1136/thx.2006.060145
- Garcia-Aymerich, J., Lange, P., Benet, M., Schnohr, P., & Antó, J. M. (2007). Regular physical activity modifies smoking-related lung function decline and reduces risk of chronic obstructive pulmonary disease. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, 175*(5), 458-463. doi:10.1164/rccm.200607-896oc
- Garcia-Aymerich, J., & Pitta, F. (2014). Promoting regular physical activity in pulmonary rehabilitation. *Clinics in Chest Medicine, 35*(2), 363-368. doi:10.1016/j.ccm.2014.02.011

- Gawronski, B., & Hahn, A. (2017). Implicit measures: Procedures, use, and interpretation. In H. Blanton & G. D. Webster (Eds.), *Foundations of social psychological measurement*. New York, NY: Taylor & Francis.
- Gawronski, B., Morrison, M., Phills, C. E., & Galdi, S. (2017). Temporal stability of implicit and explicit measures: A longitudinal analysis. *Personality and Social Psychology Bulletin*, *43*, 300-312.
- Gimeno-Santos, E., Frei, A., Steurer-Stey, C., Batlle, J. D., Rabinovich, R. A., Raste, Y., . . . Consortium, O. B. (2014). Determinants and outcomes of physical activity in patients with COPD: A systematic review. *Thorax*, *69*, 731–739
- Gollwitzer, P. M. (1999). Implementation intentions: Strong effects of simple plans. *American Psychologist*, *54*(7), 493-503. doi:10.1037/0003-066x.54.7.493
- Gourlan, M., Bernard, P., Bortolon, C., Romain, A. J., Lareyre, O., Carayol, M., . . . Boiché, J. (2016). Efficacy of theory-based interventions to promote physical activity. A meta-analysis of randomised controlled trials. *Health Psychology Review*, *10*(1), 50-66. doi: 10.1080/17437199.2014.981777
- Greenwald, A. G., Poehlman, T. A., Uhlmann, E., & Banaji, M. R. (2009). Understanding and using the Implicit Association Test: III. Meta-analysis of predictive validity. *Journal of Personality and Social Psychology*, *97*, 17–41.
- Greenwald, A. G., & Banaji, M. R. (1995). Implicit social cognition: Attitudes, self-esteem, and stereotypes. *Psychological Review*, *102*(1), 4-27. doi:10.1037//0033-295x.102.1.4
- Greenwald, A.G., Mcghee, D.E., & Schwartz, J.L. (1998). Measuring individual differences in implicit cognition: The implicit association test. *Journal of Personality and Social Psychology*, *74*(6), 1464-1480. doi:10.1037//0022-3514.74.6.1464
- Hagger, M. S., Chatzisarantis, N. L., & Biddle, S. J. (2002). A meta-analytic review of the theories of reasoned action and planned behavior in physical activity: Predictive validity and the contribution of additional variables. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, *24*(1), 3-32. doi:10.1123/jsep.24.1.3
- Hagger, M. S., & Chatzisarantis, N. L. (2014). An integrated behavior change model for physical activity. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, *42*(2), 62-69. doi:10.1249/jes.0000000000000008
- Hall, P. A., Fong, G. T., Epp, L. J., & Elias, L. J. (2008). Executive function moderates the intention-behavior link for physical activity and dietary behavior. *Psychology & Health*, *23*(3), 309-326.
- Hall, P. A., & Fong, G. T. (2007). Temporal self-regulation theory: A model for individual health behavior. *Health Psychology Review*, *1*(1), 6-52. doi:10.1080/17437190701492437

- Hallal, P. C., Andersen, L. B., Bull, F. C., Guthold, R., Haskell, W., & Ekelund, U. (2012). Global physical activity levels: surveillance progress, pitfalls, and prospects. *The Lancet*, *380*(9838), 247-257. doi:10.1016/s0140-6736(12)60646-1
- Hamilton, M. T., Healy, G. N., Dunstan, D. W., Zderic, T. W., & Owen, N. (2008). Too little exercise and too much sitting: Inactivity physiology and the need for new recommendations on sedentary behavior. *Current Cardiovascular Risk Reports*, *2*(4), 292-298. doi:10.1007/s12170-008-0054-8
- Hartman, J. E., Boezen, H. M., Greef, M. H., & Hacken, N. H. (2013). Physical and psychosocial factors associated with physical activity in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *94*(12). doi:10.1016/j.apmr.2013.06.029
- Heath, G. W., Parra, D. C., Sarmiento, O. L., Andersen, L. B., Owen, N., Goenka, S., . . . Brownson, R. C. (2012). Evidence-based intervention in physical activity: lessons from around the world. *The Lancet*, *380*(9838), 272-281. doi:10.1016/s0140-6736(12)60816-2
- Hellem, E., Bruusgaard, K. A., & Bergland, A. (2011). Exercise maintenance: COPD patients perception and perspectives on elements of success in sustaining long-term exercise. *Physiotherapy Theory and Practice*, *28*(3), 206-220. doi:10.3109/09593985.2011.587502
- Hilgard, E. R. (1980). The trilogy of mind: Cognition, affection, and conation. *Journal of the History of the Behavioral Sciences*, *16*, 107-117. doi: 10.1002/15206696(198004)16:2107::AID-JHBS230016020230,0.CO ;2-Y
- Hofmann, W., Friese, M., & Wiers, R. W. (2008). Impulsive versus reflective influences on health behavior: A theoretical framework and empirical review. *Health Psychology Review*, *2*(2), 111-137. doi:10.1080/17437190802617668
- Hofmann, W., & Friese, M. (2008). Impulses got the better of me: Alcohol moderates the influence of the impulsive vs. reflective system on eating behavior. *Journal of Abnormal Psychology*, *117*, 420-427. doi:10.1037/0021-843X.117.2.420
- Hollands, G. J., Marteau, T. M., & Fletcher, P. C. (2016). Non-conscious processes in changing health-related behaviour: A conceptual analysis and framework. *Health Psychology Review*, *10*(4), 1-28.
- Hospes, G., Bossenbroek, L., Hacken, N. H., Hengel, P. V., & Greef, M. H. (2009). Enhancement of daily physical activity increases physical fitness of outclinic COPD patients: Results of an exercise counseling program. *Patient Education and Counseling*, *75*(2), 274-278. doi: 10.1016/j.pec.2008.10.005
- Kaushal, N., & Rhodes, R. E. (2015). Exercise habit formation in new gym members: A longitudinal study. *Journal of Behavioral Medicine*, *38*(4), 652-663. doi:10.1007/s10865-015-9640-7

- Kosteli, M., Heneghan, N., Roskell, C., Williams, S., Adab, P., Dickens, A., . . . Cumming, J. (2017). Barriers and enablers of physical activity engagement for patients with COPD in primary care. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, *12*, 1019-1031. doi:10.2147/copd.s119806
- Kraus, W. E., Bittner, V., Appel, L., Blair, S. N., Church, T., Despres, J., . . . Whitsel, L. (2015). The National Physical Activity Plan: A call to action from the American Heart Association. *Circulation*, *131*(21), 1932-1940. doi:10.1161/cir.0000000000000203
- Krieglmeyer, R., & Deutsch, R. (2010). Comparing measures of approach–avoidance behaviour: The manikin task vs. two versions of the joystick task. *Cognition & Emotion*, *24*(5), 810-828. doi:10.1080/02699930903047298
- Lane, K. A., Banaji, M. R., Nosek, B. A., & Greenwald, A. G. (2007). Understanding and using the implicit association test: IV. What we know (so far). In B. Wittenbrink, & N. S. Schwarz (Eds.), *Implicit measures of attitudes: Procedures and controversies* (pp. 59-102). New York: Guilford Press.
- Langer, D., & Demeyer, H. (2016). Interventions to modify physical activity in patients with COPD: where do we go from here? *European Respiratory Journal*, *48*(1), 14-17. doi:10.1183/13993003.00762-2016
- Lavoie, K., Sedeno, M., & Bourbeau, J. (2015). Comprehensive self-management strategies. *Seminars in Respiratory and Critical Care Medicine*, *36*(04), 630-638. doi:10.1055/s-0035-1556059
- Lee, I., Shiroma, E. J., Lobelo, F., Puska, P., Blair, S. N., & Katzmarzyk, P. T. (2012). Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *The Lancet*, *380*(9838), 219-229. doi:10.1016/s0140-6736(12)61031-9
- Leidy, N. K., Kimel, M., Ajagbe, L., Kim, K., Hamilton, A., & Becker, K. (2014). Designing trials of behavioral interventions to increase physical activity in patients with COPD: Insights from the chronic disease literature. *Respiratory Medicine*, *108*(3), 472-481. doi:10.1016/j.rmed.2013.11.011
- Levine, J.A., Lanningham-Foster, L.M., McCrady, S.K., Krizan, A.C., Olson, L.R., Kane, P.H., ... Clark, M.M. (2005). Interindividual variation in posture allocation: Possible role in human obesity. *Science*, *307*, 584–586. doi:10.1126/science.1106561
- Lieberman, M. D. (2007). Social Cognitive Neuroscience: A Review of Core Processes. *Annual Review of Psychology*, *58*(1), 259-289. doi:10.1146/annurev.psych.58.110405.085654
- Maher, J. P., & Conroy, D. E. (2016). A dual-process model of older adults' sedentary behavior. *Health Psychology*, *35*, 262–272. [http://dx .doi.org/10.1037/hea0000300](http://dx.doi.org/10.1037/hea0000300)

- Mantoani, L. C., Rubio, N., Mckinstry, B., Macnee, W., & Rabinovich, R. A. (2016). Interventions to modify physical activity in patients with COPD: A systematic review. *European Respiratory Journal*, *48*(1), 69-81. doi:10.1183/13993003.01744-2015
- Marcus, B. H., King, T. K., Clark, M. M., Pinto, B. M., & Bock, B. C. (1996). Theories and techniques for promoting physical activity behaviours. *Sports Medicine*, *22*(5), 321-331. doi: 10.2165/00007256-199622050-00005
- Markland, D., Hall, C. R., Duncan, L. R., & Simatovic, J. (2015). The effects of an imagery intervention on implicit and explicit exercise attitudes. *Psychology of Sport and Exercise*, *17*, 24-31.
- Matthews, C. E., Chen, K. Y., Freedson, P. S., Buchowski, M. S., Beech, B. M., Pate, R. R., & Troiano, R. P. (2008). Amount of time spent in sedentary behaviors in the united states, 2003-2004. *American Journal of Epidemiology*, *167*(7), 875-881. doi:10.1093/aje/kwm390
- Mccarthy, B., Casey, D., Devane, D., Murphy, K., Murphy, E., & Lacasse, Y. (2015). Pulmonary rehabilitation for chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. doi:10.1002/14651858.cd003793.pub3
- McEachan, R., Taylor, N., Harrison, R., Lawton, R., Gardner, P., & Conner, M. (2016). Meta-analysis of the Reasoned Action Approach (RAA) to understanding health behaviors. *Annals of Behavioral Medicine*, *50*(4), 592-612. doi:10.1007/s12160-016-9798-4
- McEwan, D., Harden, S. M., Zumbo, B. D., Sylvester, B. D., Kaulius, M., Ruissen, G. R., . . . Beauchamp, M. R. (2015). The effectiveness of multi-component goal setting interventions for changing physical activity behaviour: A systematic review and meta-analysis. *Health Psychology Review*, *10*(1), 67-88. doi:10.1080/17437199.2015.1104258
- Michie S, West R, Campbell R, Brown J, Gainforth H. 2014. *ABC of Behaviour Change Theories*. London: Silverback. 1st ed.
- Mischel, W. (1974). *Processes in delay of gratification*. New York: Academic Press.
- Moore, S. M., Ruland, C. M., Pashkow, F. J., & Blackburn, G. G. (1998). Women's patterns of exercise following cardiac rehabilitation. *Nursing Research*, *47*(6), 318-324. doi: 10.1097/00006199-199811000-00005
- Morris, J., Heady, J., Raffle, P., Roberts, C., & Parks, J. (1953). Coronary heart-disease and physical activity of work. *The Lancet*, *262*(6796), 1111-1120. doi:10.1016/s0140-6736(53)91495-0
- Nosek, B. A., Greenwald, A. G., & Banaji, M. R. (2007). The Implicit Association Test at age 7: A methodological and conceptual review. In J. A. Bargh (Ed.), *Automatic Processes in Social Thinking and Behavior* (pp. 265-292). Psychology Press.

- Omorou, A. Y., Coste, J., Escalon, H., & Vuillemin, A. (2016). Patterns of physical activity and sedentary behaviour in the general population in France: Cluster analysis with personal and socioeconomic correlates. *Journal of Public Health*, 38, 483–492. <http://dx.doi.org/10.1093/pubmed/fdv080>
- Pashler, H., Coburn, N., & Harris, C. R. (2012). Priming of Social Distance? Failure to replicate effects on social and food judgments. *PLoS ONE*, 7(8). doi:10.1371/journal.pone.0042510
- Peddle-McIntyre, C. J., Bell, G., Fenton, D., McCargar, L., & Courneya, K. S. (2013). Changes in motivational outcomes after a supervised resistance exercise training intervention in lung cancer survivors. *Cancer Nursing*, 36, 27–35. <http://dx.doi.org/10.1097/NCC.0b013e31824a78e4>
- Perugini, M., Richetin, J., & Zogmaister, C. (2010). Prediction of behavior. B.Gawronski & B.K. Payne (Eds). *Handbook of implicit social cognition: Measurement, theory, and applications*, New York: Guilford Press.
- Peters, G. Y., Bruin, M. D., & Crutzen, R. (2013). Everything should be as simple as possible, but no simpler: Towards a protocol for accumulating evidence regarding the active content of health behaviour change interventions. *Health Psychology Review*, 9(1), 1-14. doi: 10.1080/17437199.2013.848409
- Plaza, M. (2016). *Stéréotypes sexués explicites et implicites en contexte sportif : réalité, évolution, et lien avec les comportements d'engagement sportif* (thèse de doctorat non publiée). Université de Montpellier, Montpellier, France.
- Pitta, F., Troosters, T., Spruit, M. A., Probst, V. S., Decramer, M., & Gosselink, R. (2005). Characteristics of physical activities in daily life in chronic obstructive pulmonary disease. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 171(9), 972-977. doi:10.1164/rccm.200407-855oc
- Pitta, F., Troosters, T., Probst, V. S., Spruit, M. A., Decramer, M., & Gosselink, R. (2006). Physical activity and hospitalization for exacerbation of COPD. *Chest*, 129(3), 536-544. doi:10.1378/chest.129.3.536
- Polkey, M. I., & Rabe, K. F. (2008). Chicken or egg: physical activity in COPD revisited. *European Respiratory Journal*, 33(2), 227-229. doi:10.1183/09031936.00176808
- Prochaska, J. O., & Diclemente, C. C. (1983). Stages and processes of self-change of smoking: Toward an integrative model of change. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 51(3), 390-395. doi:10.1037//0022-006x.51.3.390
- Radel, R., Pelletier, L., Pjevac, D., & Cheval, B. 2017. The links between self-determined motivations and behavioral automaticity in a variety of real-life behaviors. *Motivation and Emotion*, 41(4), 443-454.

- Radel, R., Sarrazin, P., Jehu, M., & Pelletier, L. (2013). Priming motivation through unattended speech. *British Journal of Social Psychology, 52*, 763-772. doi: 10.1111/bjso.12030
- Reardon, J. Z., Levine, S., Peske, G., Elnaggar, A., Normandin, E., Clark, B., & Zuwallack, R. L. (1995). A comparison of outpatient cardiac and pulmonary rehabilitation patients. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation, 15*(4), 277-282. doi:10.1097/00008483-199507000-00004
- Reardon, J. Z., Lareau, S. C., & Zuwallack, R. (2006). Functional status and quality of life in chronic obstructive pulmonary disease. *The American Journal of Medicine, 119*(10), 32-37. doi:10.1016/j.amjmed.2006.08.005
- Rebar, A. L., Dimmock, J. A., Jackson, B., Rhodes, R. E., Kates, A., Starling, J., & Vandelanotte, C. (2016). A systematic review of the effects of non-conscious regulatory processes in physical activity. *Health Psychology Review, 10*(4), 395-407. doi:10.1080/17437199.2016.1183505
- Rebar, A. L., Ram, N., & Conroy, D. E. (2015). Using the EZ-diffusion model to score a single-category implicit association test of physical activity. *Psychology of Sport and Exercise, 16*, 96-105. doi: 10.1016/j.psychsport.2014.09.008
- Remoortel, H. V., Hornikx, M., Demeyer, H., Langer, D., Burtin, C., Decramer, M., . . . Troosters, T. (2013). Daily physical activity in subjects with newly diagnosed COPD. *Thorax, 68*(10), 962-963. doi:10.1136/thoraxjnl-2013-203534
- Rhodes, R. E., & Rebar, A. (2017). Conceptualizing and Defining the Intention Construct for Future Physical Activity Research. *Exercise and Sport Sciences Reviews, in press*. doi:10.1249/jes.0000000000000127
- Rhodes, R.E., Janssen, I., Bredin, S.S.D., Warburton, D.E.R., & Bauman, A. (2017). Physical activity: Health impact, prevalence, correlates and interventions. *Psychology & Health, in press*. <http://dx.doi.org/10.1080/08870446.2017.1325486>.
- Rhodes, R. E. (2017). The evolving understanding of physical activity behavior: A multi-process action control approach. *Advances in Motivation Science*. doi:10.1016/bs.adms.2016.11.001
- Rhodes, R. E., Fiala, B., & Conner, M. (2009). A review and meta-analysis of affective judgments and physical activity in adult populations. *Annals of Behavioral Medicine, 38*(3), 180-204. doi: 10.1007/s12160-009-9147-y
- Rhodes, R. E., & Bruijn, G. D. (2013). How big is the physical activity intention-behaviour gap? A meta-analysis using the action control framework. *British Journal of Health Psychology, 18*(2), 296-309. doi:10.1111/bjhp.12032
- Rhodes, R. E., & Kates, A. (2015). Can the affective response to exercise predict future motives and physical activity behavior? A systematic review of published evidence. *Annals of Behavioral Medicine, 49*(5), 715-731. doi:10.1007/s12160-015-9704-5

- Rhodes, R. E., & Nasuti, G. (2011). Trends and changes in research on the psychology of physical activity across 20 years: A quantitative analysis of 10 journals. *Preventive Medicine, 53*(12), 17-23.
- Rhodes, R. E., & Blanchard, C. M. (2008). Do sedentary motives adversely affect physical activity? Adding cross-behavioural cognitions to the theory of planned behaviour. *Psychology & Health, 23*(7), 789-805.
- Richetin, J., Costantini, G., Perugini, M., & Schönbrodt, F. (2015). Should we stop looking for a better scoring algorithm for handling Implicit Association Test data? Test of the role of errors, extreme latencies treatment, scoring formula, and practice trials on reliability and validity. *Plos One, 10*(6), e0129601.
- Richetin, J., Conner, M., & Perugini, M. (2011). Not doing is not the opposite of doing: Implications for attitudinal models of behavioral prediction. *Personality and Social Psychology Bulletin, 37*(1), 40-54. doi:10.1177/0146167210390522
- Richetin, J., Perugini, M., Prestwich, A., & O'gorman, R. (2007). The IAT as a predictor of food choice: The case of fruits versus snacks. *International Journal of Psychology, 42*(3), 166-173. doi:10.1080/00207590601067078
- Rodgers, W. M., Selzler, A., Haennel, R. G., Holm, S., Wong, E. Y., & Stickland, M. K. (2014). An experimental assessment of the influence of exercise versus social implementation intentions on physical activity during and following pulmonary rehabilitation. *Journal of Behavioral Medicine, 37*(3), 480-490. doi:10.1007/s10865-013-9503-z
- Rodgers, W. M., Murray, T. C., Selzler, A., & Norman, P. (2013). Development and impact of exercise self-efficacy types during and after cardiac rehabilitation. *Rehabilitation Psychology, 58*(2), 178-184. doi:10.1037/a0032018
- Rodgers, W., Wilson, P., Hall, C., Fraser, S., & Murray, T. (2008). Evidence for a Multidimensional Self-Efficacy for Exercise Scale. *Research Quarterly for Exercise and Sport, 79*(2), 222-234. doi:10.1080/02701367.2008.10599485
- Rollo, S., Gaston, A., & Prapavessis, H. (2016). Cognitive and motivational factors associated with sedentary behavior: A systematic review. *AIMS Public Health, 3*(4), 956-984.
- Romain, A. J., Bernard, P., Hokayem, M., Gernigon, C., & Avignon, A. (2016). Measuring the processes of change from the transtheoretical model for physical activity and exercise in overweight and obese Adults. *American Journal of Health Promotion, 30*(4), 272-278. doi: 10.1177/0890117116633829
- Rosenstock, I. M., Strecher, V. J., & Becker, M. H. (1988). Social learning theory and the health belief model. *Health Education & Behavior, 15*(2), 175-183. doi: 10.1177/109019818801500203

- Saunders, T. J., Dechman, G., Hernandez, P., Spence, J. C., Rhodes, R. E., Mcgannon, K., . . . Blanchard, C. (2015). Distinct trajectories of physical activity among patients with COPD during and after pulmonary rehabilitation. *COPD: Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, *12*(5), 539-545. doi:10.3109/15412555.2014.995286
- Saunders, T., Campbell, N., Jason, T., Dechman, G., Hernandez, P., Thompson, K., & Blanchard, C. M. (2016). Objectively measured steps/day in patients with chronic obstructive pulmonary disease: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Physical Activity and Health*, *13*(11), 1275-1283. doi:10.1123/jpah.2016-0087
- Schneider, W., & Shiffrin, R. M. (1977). Controlled and automatic human information processing: I. Detection, search, and attention. *Psychological Review*, *84*(1), 1-66. doi:10.1037//0033-295x.84.1.1
- Schwarzer, R. (2008). Modeling health behavior change: How to predict and modify the adoption and maintenance of health behaviors. *Applied Psychology*, *57*(1), 1-29. doi:10.1111/j.1464-0597.2007.00325.x
- Sedentary Behavior Research Network. (2012). Letter to the editor: Standardized use of the terms “sedentary” and “sedentary behaviours”. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, *37*(3), 540-542. doi:10.1139/h2012-024
- Selzler, A., Rodgers, W. M., Berry, T. R., & Stickland, M. K. (2016). The importance of exercise self-efficacy for clinical outcomes in pulmonary rehabilitation. *Rehabilitation Psychology*, *61*(4), 380-388. doi:10.1037/rep0000106
- Sharma, L., Markon, K. E., & Clark, L. A. (2014). Toward a theory of distinct types of “impulsive” behaviors: A meta-analysis of self-report and behavioral measures. *Psychological Bulletin*, *140*(2), 374-408. doi:10.1037/a0034418
- Sheeran, P., Gollwitzer, P. M., & Bargh, J. A. (2013). Nonconscious processes and health. *Health Psychology*, *32*(5), 460-473. doi:10.1037/a0029203
- Sheeran, P., Bosch, J. A., Crombez, G., Hall, P. A., Harris, J. L., Papies, E. K., & Wiers, R. W. (2016). Implicit processes in health psychology: Diversity and promise. *Health Psychology*, *35*(8), 761-766. doi:10.1037/hea0000409
- Sheeran, P., Klein, W. M., & Rothman, A. J. (2017). Health behavior change: Moving from observation to intervention. *Annual Review of Psychology*, *68*(1), 573-600. doi:10.1146/annurev-psych-010416-044007
- Sherman, S. J., Rose, J. S., Koch, K., Presson, C. C., & Chassin, L. (2003). Implicit and explicit attitudes toward cigarette smoking: The Effects of context and motivation. *Journal of Social and Clinical Psychology*, *22*(1), 13-39. doi:10.1521/jscp.22.1.13.22766

- Sniehotta, F. F., Scholz, U., Schwarzer, R., Fuhrmann, B., Kiwus, U., & Völler, H. (2005). Long-term effects of two psychological interventions on physical exercise and self-regulation following coronary rehabilitation. *International Journal of Behavioral Medicine*, *12*(4), 244-255. doi:10.1207/s15327558ijbm1204_5
- Soicher, J. E., Mayo, N. E., Gauvin, L., Hanley, J. A., Bernard, S., Maltais, F., & Bourbeau, J. (2012). Trajectories of endurance activity following pulmonary rehabilitation in COPD patients. *European Respiratory Journal*, *39*(2), 272-278. doi:10.1183/09031936.00026011
- Sparling, P. B., Howard, B. J., Dunstan, D. W., & Owen, N. (2015). Recommendations for physical activity in older adults. *Bmj*, *350*, h100. doi:10.1136/bmj.h100
- Spruit, M. A., Singh, S. J., Garvey, C., Zuwallack, R., Nici, L., Rochester, C., . . . Wouters, E. F. (2013). An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: Key concepts and advances in pulmonary rehabilitation. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, *188*(8). doi:10.1164/rccm.201309-1634st
- Spruit, M. A., Pitta, F., Mcauley, E., Zuwallack, R. L., & Nici, L. (2015). Pulmonary rehabilitation and physical activity in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, *192*(8), 924-933. doi:10.1164/rccm.201505-0929ci
- Stacey, F. G., James, E. L., Chapman, K., & Lubans, D. R. (2016). Social cognitive theory mediators of physical activity in a lifestyle program for cancer survivors and carers: findings from the ENRICH randomized controlled trial. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, *13*(1). doi:10.1186/s12966-016-0372-z
- Steele, B. G., Belza, B., Cain, K. C., Coppersmith, J., Lakshminarayan, S., Howard, J., & Haselkorn, J. K. (2008). A randomized clinical trial of an activity and exercise adherence intervention in chronic pulmonary disease. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *89*(3), 404-412. doi:10.1016/j.apmr.2007.11.003
- Stewart, K. F., Meis, J. J., Bool, C. V., Janssen, D. J., Kremers, S. P., & Schols, A. M. (2014). Maintenance of a physically active lifestyle after pulmonary rehabilitation in patients with COPD: A qualitative study toward motivational factors. *Journal of the American Medical Directors Association*, *15*(9), 655-664. doi:10.1016/j.jamda.2014.05.003
- Strack, F., & Deutsch, R. (2004). Reflective and impulsive determinants of social behavior. *Personality and Social Psychology Review*, *8*(3), 220-247. doi:10.1207/s15327957pspr0803_1
- Sutin, A. R., Ferrucci, L., Zonderman, A. B., & Terracciano, A. (2011). Personality and obesity across the adult life span. *Journal of Personality and Social Psychology*, *101*(3), 579-592.
- Teixeira, P., Carraça, E., Marques, M., Rutter, H., Oppert, J., & De Bourdeaudhuij, I. et al. (2015). Successful behavior change in obesity interventions in adults: A systematic review of self-regulation mediators. *BMC Medicine*, *13*(1), 13-84.

- Vaes, A. W., Garcia-Aymerich, J., Marott, J. L., Benet, M., Groenen, M. T., Schnohr, P., . . . Spruit, M. A. (2014). Changes in physical activity and all-cause mortality in COPD. *European Respiratory Journal*, *44*(5), 1199-1209. doi:10.1183/09031936.00023214
- Vaz, S., Falkmer, T., Passmore, A. E., Parsons, R., & Andreou, P. (2013). The case for using the repeatability coefficient when calculating teste-retest reliability. *PLoS One*, *8*(9), e73990. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0073990>.
- Vallet, G., Varray, A., Fontaine, J.L., & Préfaut, C. 1994. Value of individualized rehabilitation at the ventilatory threshold level in moderately severe chronic obstructive pulmonary disease. *Revue des Maladies Respiratoires*, *11*(5), 493-501.
- Vorrink, S. N., Kort, H. S., Troosters, T., & Lammers, J. J. (2011). Level of daily physical activity in individuals with COPD compared with healthy controls. *Respiratory Research*, *12*(1). doi: 10.1186/1465-9921-12-33
- Watz, H., Waschki, B., Meyer, T., & Magnussen, H. (2008). Physical activity in patients with COPD. *European Respiratory Journal*, *33*(2), 262-272. doi:10.1183/09031936.00024608
- Webb, T. L., & Sheeran, P. (2006). Does changing behavioral intentions engender behavior change? A meta-analysis of the experimental evidence. *Psychological Bulletin*, *132*(2), 249-268. doi:10.1037/0033-2909.132.2.249
- Weingarten, E., Chen, Q., McAdams, M., Yi, J., Hepler, J., & Albarracin, D. (2016). From primed concepts to action: A meta-analysis of the behavioral effects of incidentally presented words. *Psychological Bulletin*, *142*(5), 472–497. <http://doi.org/10.1037/bul0000030>
- Zwerink, M., Brusse-Keizer, M., Valk, P. D., Zielhuis, G. A., Monninkhof, E. M., Palen, J. V., ... Effing, T. (2014). Self management for patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. doi:10.1002/14651858.cd002990.pub3

Partie 2 : Problématique générale et développement des axes de recherche

Ce projet de thèse se situe à mi-chemin entre le champ de la réhabilitation, qui tend progressivement à s'ouvrir aux sciences comportementales (Spruit et al., 2015), et celui de la psychologie de la santé, qui, concernant l'étude des processus motivationnels implicites, peine à investir les domaines de la prévention secondaire et tertiaire (Rebar et al., 2016).

En contexte de réhabilitation, l'identification de déterminants modifiables de l'activité physique constitue une étape cruciale pour repenser les programmes de demain concernant la promotion des comportements liés à la santé (Cavalheri, Straker, Gucciardi, Gardiner, & Hill, 2015). Néanmoins, la quasi-totalité des études conduites dans ce domaine se sont intéressées aux mêmes déterminants de l'activité physique (Gimeno-Santos et al., 2014 ; Langer & Demeyer, 2016) et, à l'heure actuelle, seules quelques revues de littérature reconnaissent la nécessité de s'ouvrir à d'autres approches scientifiques (Cavalheri, Straker, Gucciardi, Gardiner, & Hill, 2015 ; Spruit et al., 2015).

Ces dernières années, une poignée d'études a souligné le rôle potentiel des facteurs motivationnels dans la régulation de l'activité physique pratiquée en contexte de réhabilitation et en post-réhabilitation (e.g., Altenburg et al., 2013 ; Blanchard et al., 2002, 2003 ; Hartman et al., 2013 ; Rodgers et al., 2013 ; Sniehotta et al., 2005). Ces premiers travaux sont toutefois limités méthodologiquement (e.g., mesure du comportement, contrôle statistique de covariants importants) et théoriquement (e.g., étude des processus explicites exclusivement).

Ce travail thèse vise à poursuivre ces premières recherches, en les complétant notamment par l'étude des processus implicites. L'étude de ces derniers, en parallèle des processus explicites, devrait permettre d'améliorer considérablement notre compréhension des déterminants de l'activité physique (Conroy & Berry, 2017 ; Ekkekakis & Zenko, 2016 ; Rebar et al., 2016 ; Rhodes, 2017 ; Sheeran et al., 2016, 2017).

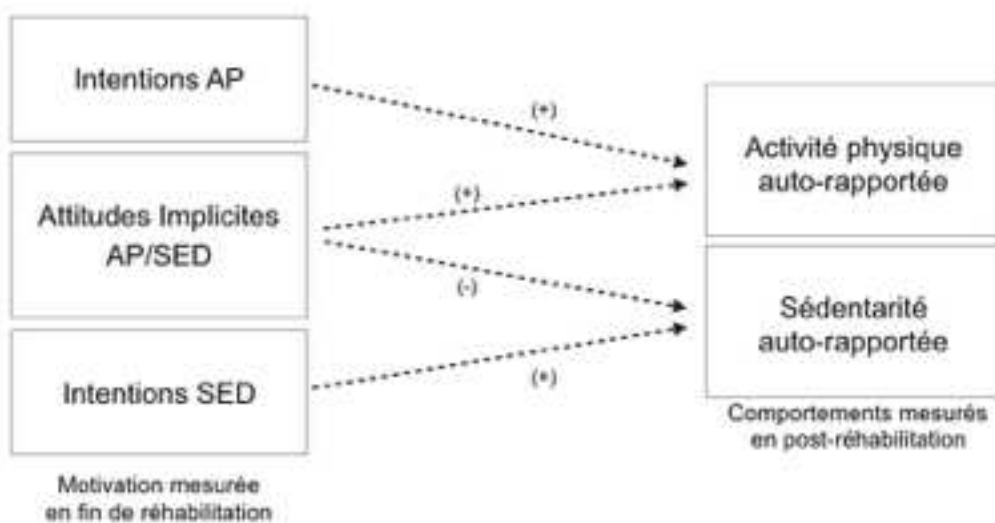
Le premier objectif de cette thèse est donc d'examiner dans quelle mesure des processus explicites et implicites peuvent contribuer à expliquer les comportements (i.e., activité physique et sédentarité) de personnes atteintes de maladies chroniques incluses pour des programmes de réhabilitation. Le second objectif est d'examiner le changement de ces différents processus motivationnels à l'issue de programmes de réhabilitation ; en fonction des associations mises en lumière dans les études prospectives de cette thèse, il s'agira également de développer une étude expérimentale visant à impacter les comportements des patients *via* une manipulation des variables motivationnelles. Les travaux de cette thèse s'inscrivent dans deux axes de recherche principaux qui sont développés ci-dessous.

Axe 1 : Associations processus motivationnels-comportements

Dans un premier temps, nous avons souhaité explorer le rôle de processus explicites et implicites dans la régulation de l'activité physique et de la sédentarité de participants à des programmes de réhabilitation. Pour pallier aux limites des études antérieures (Blanchard et al., 2002, 2003 ; Rodgers et al., 2013 ; Sniehotta et al., 2005), nous nous sommes attachés à tester les associations motivation-comportement (*i*) en contrôlant des paramètres cliniques tels que la tolérance à l'effort des participants (Saunders et al., 2015 ; Soicher et al., 2012) ; et (*ii*) en utilisant un laps de temps plus important (i.e., six mois) entre la mesure des facteurs motivationnels et celle des comportements (e.g., Rodgers et al., 2013).

Par rapport aux premières études disponibles dans la littérature, nous avons étendu nos recherches à l'étude des comportements sédentaires (Spruit et al., 2015 ; Rebar et al., 2016). Dans un premiers temps, nous avons examiné les relations entre les attitudes implicites envers l'activité physique *par rapport* à la sédentarité, d'une part, et l'activité physique et les comportements sédentaires en post-réhabilitation, d'autre part. Nous avons aussi étudié les relations entre les intentions envers la limitation de la sédentarité, et les comportements sédentaires auto-rapportés (voir Figure 4 ci-dessous). La direction des relations attendues est indiquée dans la figure ci-dessous.

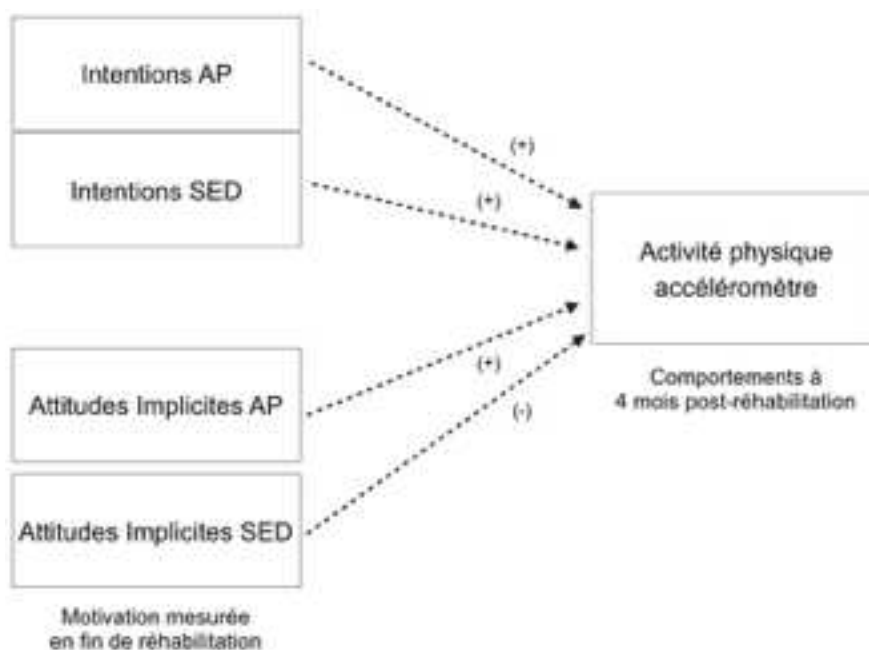
Figure 4. Etudes des déterminants de l'activité physique et de la sédentarité auto-rapportées.



Note. Intentions AP = Intentions d'être actif physiquement en post-réhabilitation ;
Intentions SED = intentions de limiter sa sédentarité en post-réhabilitation ;
Les symboles « (+) » et « (-) » représentent des associations positives et négatives, respectivement.

Dans un second temps, nous avons cherché à examiner les associations entre des paramètres motivationnels explicites (i.e., intentions) et implicites (i.e., attitudes implicites), et l'activité physique mesurée, cette fois, avec des accéléromètres. Un intérêt particulier a été porté aux associations entre les déterminants motivationnels spécifiques à la sédentarité (i.e., intentions de limiter ses comportements sédentaires et attitudes implicites envers la sédentarité) et l'activité physique (voir Cheval et al., 2015 ; Rhodes & Blanchard, 2008). L'objectif était d'examiner si les facteurs motivationnels pour un comportement concurrentiel à l'activité physique (i.e., la sédentarité) contribueraient significativement à expliquer le niveau d'activité physique des participants suite à un programme de réhabilitation, et ce, indépendamment des déterminants motivationnels spécifiques à l'activité physique (voir Figure 5 ci-dessous).

Figure 5. Etudes des déterminants de l'activité physique mesurée par accélérométrie.

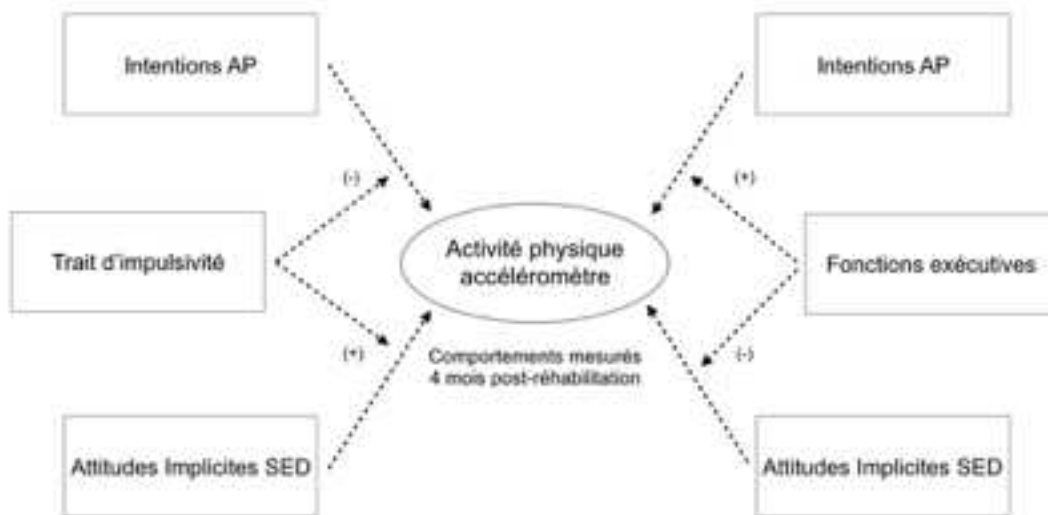


Note. Attitudes implicites AP = attitudes implicites envers l'activité physique ;
 Attitudes implicites SED = attitudes implicites envers la sédentarité.
 Les symboles « (+) » et « (-) » représentent des associations positives et négatives, respectivement.

Enfin, pour tester des hypothèses plus spécifiques au RIM (Hofmann et al., 2008), et explorer plus finement les relations motivation-comportement, nous nous sommes intéressés au rôle modérateur de l'impulsivité et des fonctions exécutives dans ces relations (Miyake et al., 2000 ; Sharma et al., 2014).

Sur la base de premiers résultats de la littérature (Cheval et al., 2016a ; Hall et al., 2008), nous souhaitons étudier les interactions entre ces deux variables et deux variables motivationnelles, les attitudes implicites pour la sédentarité et les intentions d'être actif. Les hypothèses suivantes ont été formulées : (i) un niveau élevé d'impulsivité renforcerait l'association négative entre les attitudes implicites pour la sédentarité et l'activité physique, et affaiblirait la relation positive entre les intentions d'être actif et l'activité physique ; (ii) un niveau faibles de fonctions exécutives renforcerait l'association négative entres les attitudes implicites pour la sédentarité et l'activité physique, et affaiblirait la relation positive entre les intentions d'être actif et l'activité physique (voir Figure 6 ci-dessous).

Figure 6. Rôle modérateur du trait d'impulsivité et des fonctions exécutives dans la relation motivation-comportement.



Note. AP = activité physique ; SED = attitudes implicites envers la sédentarité. Les symboles « (+) » et « (-) » représentent des associations positives et négatives, respectivement.

En résumé, ce premier axe de recherche tentera de répondre à trois questions :

- (i) Quelles sont les associations entre les intentions et les attitudes implicites mesurées en fin de réhabilitation, d'une part, et l'activité physique et la sédentarité en post-réhabilitation, d'autre part (voir Figure 4) ?
- (ii) Les intentions et les attitudes implicites spécifiques à la sédentarité sont-elles associées à l'activité physique en post-réhabilitation, indépendamment de ces mêmes variables exprimées pour l'activité physique (voir Figure 5) ?

(iii) Quel est le rôle des dispositions individuelles dans les relations intentions envers l'activité physique et attitudes implicites envers la sédentarité, d'une part, et activité physique d'autre part (voir Figure 6) ?

Axe 2 : Modification des processus motivationnels

Si théoriquement les processus motivationnels explicites et implicites sont conceptualisés comme plutôt malléables (Gawronski et al., 2017 ; Greenwald & Banaji, 1995), l'étude des changements en matière de processus implicites semble polluée par des problématiques de fiabilité test-retest (Hyde et al., 2012 ; Lane et al., 2007). Ces limites méthodologiques étant susceptibles de mener à des conclusions théoriques erronées concernant la malléabilité des processus implicites (LeBel & Paunonen, 2011), nous souhaitons examiner de manière préliminaire les propriétés test-retest d'outils de mesure des attitudes implicites. La fiabilité des tests renvoyant à la fiabilité des algorithmes de calculs utilisés pour transformer les réponses aux tests en scores (Richetin et al., 2015), nous nous sommes intéressés spécifiquement à la fiabilité test-retest d'un IAT (i.e., activité physique par rapport à la sédentarité) et de deux SC-IATs (i.e., activité physique et sédentarité respectivement) en utilisant trois algorithmes différents (Greenwald et al., 2003 ; Rebar et al., 2015 ; Richetin et al., 2015). Sur la base de valeurs seuils publiées dans la littérature (Shrout & Fleiss, 1975 ; Weir, 2005), l'objectif de l'étude était d'identifier des combinaisons tests-algorithmes satisfaisantes sur le plan de la fiabilité test-retest. D'après les travaux antérieurs, nous nous attendions à une fiabilité test-retest supérieure pour l'IAT, par rapport aux SC-IATs (Gawronski et al., 2017), et pour les algorithmes les plus récents (Rebar et al., 2015 ; Richetin et al., 2015) par rapport à la méthode traditionnelle (Greenwald et al., 2003).

En nous appuyant sur les conclusions de ce premier travail, nous nous sommes intéressés dans un second temps à la malléabilité des attitudes implicites envers l'activité physique par rapport à la sédentarité en contexte de réhabilitation. Au regard des résultats de la littérature disponibles au moment de l'étude (Hyde et al., 2012 ; Markland et al., 2015), nous nous attendions à une évolution significative mais faible des attitudes implicites au cours du programme « classique » (i.e., ne comportant pas d'intervention motivationnelle spécifique). Concernant les facteurs motivationnels explicites, nous nous sommes intéressés à l'impact du programme sur les variables de la Théorie du Comportement Planifié (Ajzen, 1991) envers l'activité physique, et envers la limitation des comportements sédentaires.

Dans la littérature, quelques études ont rapporté des améliorations significatives de certains types d'auto-efficacité pour l'activité physique au cours de programmes de réhabilitation, mais ces résultats n'étaient pas systématiques (Blanchard et al., 2015 ; Peddle-McIntyre et al., 2013 ; Rodgers et al., 2013 ; Selzler et al., 2016). De plus, nous souhaitons examiner si les mêmes variables mesurées pour l'activité physique et la limitation des comportements sédentaires étaient susceptibles d'évoluer différemment au cours d'un programme. Un tel résultat participerait à confirmer l'indépendance des facteurs motivationnels envers ces deux comportements (Biddle et al., 2015).

Finalement, dans une dernière étude expérimentale, nous avons cherché à induire une modification de l'activité physique de patients inclus pour un programme de réhabilitation, en ciblant spécifiquement leurs attitudes implicites. Les programmes de réhabilitation actuels n'étant pas conçus pour agir à un niveau implicite spécifiquement, nous avons développé une intervention s'appuyant deux récents cadres interventionnels (Hollands et al., 2016 ; Papies et al., 2016). L'objectif était d'induire un changement d'attitudes implicites envers l'activité physique par rapport à la sédentarité au cours d'une semaine, et d'observer les effets de cette intervention sur des niveaux d'activité physique des patients le weekend. Cette étude s'appuyait particulièrement sur les travaux de Cheval et al. (2016b), mettant en évidence qu'une manipulation expérimentale des processus implicites envers l'activité physique et la sédentarité, réalisée sans que les participants en aient conscience, était susceptible d'impacter les comportements liés à l'activité physique. Par rapport aux études conduites antérieurement, un intérêt particulier a été porté à la validité écologique de l'expérience, en terme d'intervention et de comportement choisi comme variable dépendante (Antoniewicz & Brand, 2016 ; Berry, 2016 ; Cheval et al., 2016b ; Markland et al., 2015).

Ce second axe de recherche a également pour objectif de répondre à trois questions :

- (i) La fiabilité test-retest des outils de mesures implicites varie-t-elle en fonction des tests et algorithmes de calcul des scores utilisés ?
- (ii) Quel est l'impact d'un programme de réhabilitation standard sur les processus motivationnels explicites et implicites envers l'activité physique et la sédentarité ?
- (iii) Quel est l'impact d'une intervention délivrée via l'environnement sur les attitudes implicites et l'activité physique de patients inclus pour un programme de réhabilitation ?

Partie 3 : Contribution personnelle

Afin de traiter les objectifs inhérents aux deux axes de recherche développés précédemment, 5 études ont été conduites, et ce, à partir de 4 bases de données distinctes. Au total, 432 personnes admises pour des programmes de réhabilitation ont participé aux études de cette thèse. Ces travaux vont être présentés dans cette troisième partie sous la forme de quatre manuscrits publiés et un soumis. Ils constituent la partie empirique de ce travail de thèse.

Le premier axe de recherche, s'intéressant aux associations entre les processus motivationnels et les comportements, a été traité dans 4 études parmi les 5. Le second, s'intéressant à la modification des processus explicites et implicites, a quant à lui été traité dans 3 des 5 études de la thèse (voir Tableau 1).

Étant donné les recoupements entre les axes de recherche et les manuscrits, nous avons choisi de présenter les études de cette thèse dans l'ordre chronologique de leur réalisation. Une première étude méthodologique s'est intéressée aux propriétés psychométriques, en particulier la fiabilité test-retest, d'un IAT et de deux SC-IATs (manuscrit 1). Une seconde étude s'est intéressée (*i*) à la malléabilité des processus implicites en contexte de réhabilitation, et (*ii*) aux associations motivation-activité physique et motivation-sédentarité en post-réhabilitation (manuscrit 2). Une troisième étude a examiné simultanément le rôle des intentions et des attitudes implicites pour l'activité physique et la sédentarité respectivement, dans la prédiction de l'activité physique mesurée avec des accéléromètres en post-réhabilitation (manuscrit 3.1). Dans le cadre de cette même étude nous avons étudié le rôle modérateur de l'impulsivité et des fonctions exécutives dans les relations intentions-activité physique et attitudes implicites-activité physique (manuscrit 3.2). Enfin, dans une quatrième étude, nous avons tenté d'induire expérimentalement un changement des attitudes implicites chez des patients inclus en réhabilitation, tout en observant l'effet de cette intervention sur l'activité physique des participants (manuscrit 4). Ces manuscrits peuvent être lus indépendamment les uns des autres.

Tableau 1. Liste des manuscrits composant la partie empirique de la thèse en fonction des deux axes de recherche.

	Axe 1	Axe 2
<p>Manuscrit 1</p> <p>Chevance, G., Heraud, N., Guerrieri, A., Rebar, A., & Boiché, J.(2017). Measuring implicit attitudes toward physical activity and sedentary behavior: Test-retest reliability of three scoring algorithms of the Implicit Association Test and Single Category-Implicit Association Test. <i>Psychology of Sport and Exercise</i>, 31, 70-78, http://dx.doi.org/10.1016/j.psychsport.2017.04.007</p>		✓
<p>Manuscrit 2</p> <p>Chevance, G., Heraud, N., Varray, A., & Boiché, J. (2017). Change in explicit and implicit motivation toward physical activity and sedentary behavior in pulmonary rehabilitation and associations with postrehabilitation behaviors. <i>Rehabilitation Psychology</i>, 62(2), 119-129. doi:10.1037/rep0000137</p>	✓	✓
<p>Manuscrit 3.1</p> <p>Chevance, G., Caudroit, J., Henry, T., Guerin, P., Boiché, J., & Heraud, N. <i>Do implicit attitudes toward physical activity and sedentary behavior contribute to objective physical activity? A four-month prospective study in obese adults. Journal of Behavioral Medicine</i>, in press, doi:10.1007/s10865-017-9881-8.</p>	✓	
<p>Manuscrit 3.2</p> <p>Chevance, G., Stephan, Y., Heraud, N., & Boiché J. <i>Interaction between self-regulation, intentions and implicit attitudes in the prediction of physical activity among persons with obesity. Health Psychology</i>, in press, http://dx.doi.org/10.1037/hea0000572</p>	✓	
<p>Manuscrit 4</p> <p>Chevance, G., Berry, T., Boiché, J & Heraud, N. <i>Changing implicit attitudes toward physical activity versus sedentary behaviour with environmental cues: an experimental study conducted in pulmonary rehabilitation. Soumis.</i></p>	✓	✓

Manuscrit 1

Chevance, G., Heraud, N., Guerrieri, A., Rebar, A., & Boiché, J.(2017). Measuring implicit attitudes toward physical activity and sedentary behavior: Test-retest reliability of three scoring algorithms of the Implicit Association Test and Single Category-Implicit Association Test. *Psychology of Sport and Exercise*, 31, 70-78, [http://dx.doi.org/10.1016/ j.psychsport.2017.04.007](http://dx.doi.org/10.1016/j.psychsport.2017.04.007)

Dans ce premier manuscrit, nous nous sommes intéressés à la fiabilité test-retest d'un IAT envers l'activité physique par rapport à la sédentarité, et de deux SC-IAT, envers l'activité physique et la sédentarité respectivement. Les tests ont été complétés à une heure d'intervalle par 111 participants ($M_{AGE} = 62$ ans) atteints d'une maladie chronique et inclus pour un programme de réhabilitation de 5 semaines. Pour chacun de ces tests, 3 algorithmes différents ont été appliqués pour calculer un score à chaque temps de mesure. Sur la base de ces différents scores, nous avons ensuite calculé plusieurs indicateurs de fiabilité test-retest. L'objectif était d'identifier, parmi ces tests et algorithmes, ceux qui présentaient une fiabilité test-retest satisfaisante.

Un corrigendum a été soumis pour cet article en Octobre 2017 :

There is missing information in the article about the treatment of errors used for both the D-Score and DW-Score. Moreover, to facilitate proper use of our findings, we would like to more explicitly report the options selected to compute our scores with the open source package *IAT.Score* provided by Richetin, Costantini, Perugini, & Schönbrodt (2015).

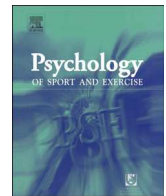
For the D-Score, according to the recommendations of Greenwald, Nosek, & Banaji (2003), each error latency was replaced with block mean reaction time + a 600 ms penalty. Moreover a distinction was made between practice and test critical blocks (i.e., score computed separately for practice and test critical trials).

For the DW-Score, according to the recommendations of Richetin et al. (2015), error latencies were ignored (i.e., no distinction between correct and error latencies was made). No distinction was made between practice and test critical blocks (i.e., score computed on practice and test critical trials together).

Below the options used with the software R (R Development Core Team, 2013) and the package *IAT.Score* (Richetin et al., 2015) to compute the two scores:

D-Score: Parameter 1: option 2 (fixed values trimming); Parameter 2: option 5 (recode); Parameter 3: option 1 (D); Parameter 4: option 2 (distinction).

DW-Score: Parameter 1: option 5 (10% winsorizing), Parameter 2: option 1 (ignore); Parameter 3: option 1 (D); Parameter 4: option 1 (no distinction).



Measuring implicit attitudes toward physical activity and sedentary behaviors: Test-retest reliability of three scoring algorithms of the Implicit Association Test and Single Category-Implicit Association Test



Guillaume Chevance^{a, b, *}, Nelly Héraud^b, Agata Guerrieri^b, Amanda Rebar^c, Julie Boiché^a

^a Laboratory Epsilon “Dynamics of Human Abilities and Health Behaviors”, University of Montpellier, Montpellier, France

^b Les Cliniques du Souffle[®], Groupe 5 Santé, Lodève, France

^c Central Queensland University, School of Human, Health, and Social Sciences, Rockhampton, Queensland, Australia

ARTICLE INFO

Article history:

Received 18 October 2016

Received in revised form

10 April 2017

Accepted 10 April 2017

Available online 12 April 2017

Keywords:

Implicit measure

Indirect measure

Automatic evaluation

Dual process

ABSTRACT

Objectives: The Implicit Association Test (IAT) and the Single-Category IAT (SC-IAT) are two frequently used measures of implicit attitudes. Nonetheless, the test-retest reliability of these measures has not been investigated. The aim of this study was to examine the test-retest reliability of a physical activity versus sedentary behavior IAT, a physical activity SC-IAT, and a sedentary behavior SC-IAT.

Method: A total of 111 older adults living with chronic diseases were recruited. They either completed a physical activity versus sedentary behavior IAT ($N = 54$) or two independent SC-IATs of physical activity and sedentary behavior ($N = 57$). These tests were administered twice in a one-hour interval. Three scores were computed for each test (*D-Score*, *DW-Score*, *IP-Score*). Both absolute and relative test-retest reliability was computed.

Results: Regarding absolute reliability, the tests were comparable regardless of the scoring algorithm (Coefficients of Repeatability ranged from 1.27 for the two SC-IATs with the *D-Score*, to 1.36 for the IAT with the *D-Score* and *DW-Score*). Regarding relative test-retest reliability, the IAT systematically showed better reliability than the two SC-IATs. The *DW-Score* systematically exhibited better reliability compared to other scores (Intraclass Correlation Coefficient ranged from 0.20 for the sedentary behavior SC-IAT with the *D-Score* to 0.78 for the IAT with the *DW-Score*).

Conclusion: Adequate test-retest reliability for the IAT was supported independently from the scoring algorithms. Test-retest reliability for the two independent SC-IATs was not supported in this study. The IAT is more sensitive to change than the SC-IATs, which needs to be accounted for in future research on physical activity and sedentary behavior implicit attitudes.

© 2017 Elsevier Ltd. All rights reserved.

1. Introduction

Contemporary theories in social and health psychology focus on psychological processes described as either controlled or automatic, depending on their degree of awareness, intentionality, efficiency and controllability (Bargh, 1994; Hofmann, Friese, & Wiers, 2008; Moors & De Houwer, 2006; Strack & Deutsch, 2004). In the physical activity context, past studies have been mainly investigated controlled behavioral precursors (Gourlan, Bernard, Bortolon,

Romain, Lareyre & Carayol, 2015). Nonetheless, the total amount of physical activity variance explained by these determinants appears limited (Rhodes & de Bruijn, 2013), and investigating the automatic antecedents of physical activity has become increasingly more popular in the last few decades (Rebar et al., 2016; Sheeran et al., 2016). Currently, there is a call for more studies experimentally manipulating automatic processes; however the usefulness of these efforts will hinge on evidence of good psychometric properties of the measures of these illusive constructs (Rebar et al., 2016).

1.1. Implicit attitudes and physical activity

Amongst the different automatic processes, implicit attitudes

* Corresponding author. Laboratoire Epsilon, 4 Boulevard Henri IV, 34 000 Montpellier, France.

E-mail address: guillaumechevance@hotmail.fr (G. Chevance).

have received considerable attention in the literature (Sheeran, Gollwitzer, & Bargh, 2013). Implicit attitudes reflect automatic evaluations of a concept or object as pleasant or unpleasant, which are mostly outside of a person's awareness, and which result in behavioral tendencies toward or away from the concept/object (Chen & Bargh, 1999; Greenwald & Banaji, 1995). To date, research on implicit attitudes has been mostly correlational, showing that implicit attitudes are significantly associated to objectively-measured physical activity (Conroy, Hyde, Doerksen, & Ribeiro, 2010; Rebar, Ram, & Conroy, 2015) and self-reported physical activity in university students (Berry, Spence, & Clark, 2011; Bluemke, Brand, Schweizer, & Kahlert, 2010; Calitri, Lowe, Eves, & Bennett, 2009; Eves, Scott, Hoppé, & French, 2007), as well as self-reported physical activity in obese persons (Chevance, Caudroit, Romain, & Boiché, 2016) and adults with respiratory conditions (Chevance, Héraud, Varray, & Boiché, 2017). In addition, some studies have started to explore the malleability of physical activity implicit attitudes in quasi-experimental designs, such as single group pre- and post-test and post-test only comparison group studies (Antoniewicz & Brand, 2016; Berry, 2016; Hyde, Elavsky, Doerksen, & Conroy, 2012; Markland, Hall, Duncan, & Simatovic, 2015). Recently, a systematic review highlighted that more rigorous experiments manipulating implicit attitudes are required to further understand their role as potential intervention targets for increasing physical activity behavior (Rebar et al., 2016). Prior to achieving this goal, studies investigating the psychometric properties of the methods used to assess this construct are essential. Importantly, satisfactory test-retest reliability appears as a fundamental prerequisite to interpret changes in scores as the reflection of changes in a construct (Weir, 2005).

1.2. Measuring implicit attitudes: the Implicit Association Test

Implicit attitudes have been measured with many different measures (see Gawronski & De Houwer, 2012). The original and most employed measure in the literature is the Implicit Association Test (IAT; Greenwald, McGhee, & Schwartz, 1998). This test evaluates the relative strength of a person's mentally-held automatic associations of two opposing attributes (e.g., positive and negative) with two opposing conceptual targets (e.g., physical activity versus sedentary behavior). During the IAT, participants are required to sort stimuli (i.e., words or images) representing four categories with only two response keys, each assigned to two of the four categories (e.g., physical activity + positive versus sedentary behavior + negative; physical activity + negative versus sedentary behavior + positive). If two categories are highly associated mentally for that person, the sorting task is expected to be easier when they share the same response key than when they do not. Hence, ease of sorting can be estimated by the speed and/or accuracy of responding (Greenwald, Nosek, & Banaji, 2003).

An important feature of the IAT is that it provides an indication of a relative tendency between two targets (e.g., sedentary behavior versus physical activity) and does not enable the measurement of attitudes about independent targets (e.g., only sedentary behavior or only physical activity). For investigations of implicit attitudes toward physical activity, this test feature may be problematic because the concept has no clear opposite (Conroy et al., 2010). Sedentary behavior is frequently employed as a contrast category versus physical activity; however much of the field agrees that sedentary behavior (i.e., time spent sitting), and the motivation toward sedentary behavior, should be studied as distinct constructs from physical activity behavior and motivation (Biddle, Mutrie, & Gorely, 2015). Indeed, previous studies highlighted that both explicit and implicit motivational constructs of sedentary behavior could impede physical activity practice independently from

physical activity motivation (Cheval et al., 2015; Rhodes & Blanchard, 2008). Therefore it is important to develop specific and independent measures of implicit attitudes for physical activity and sedentary behavior. To this aim, some researchers utilized a variant of the IAT, the Single Category Implicit Association Test (SC-IAT), to assess implicit attitudes toward physical activity or sedentary behavior only (Karpinski & Steinman, 2006). This test is based on the IAT structure, but only includes one conceptual target and two attributes (e.g., physical activity + positive versus negative; physical activity + negative versus positive), while the IAT includes two conceptual targets and two attributes.

1.3. Internal consistency and test-retest reliability of the IAT and SC-IAT

Satisfactory internal consistency (i.e., reliability of the outcome score of trials within the same test) has been established for both the IAT and SC-IAT in various research fields (Karpinski & Steinman, 2006; Nosek, Greenwald, & Banaji, 2007), including physical activity and sedentary behavior research (Chevance et al., 2016; Rebar et al., 2015). Indeed, there is evidence supporting the internal consistency of both the IAT and SC-IAT, with split-half correlations and Cronbach alphas usually ranging from 0.70 to 0.90 (Karpinski & Steinman, 2006; Nosek et al., 2007). These values are satisfactory according to current standards and are better than those obtained when using other indirect measures (Gawronski & De Houwer, 2012).

Regarding test-retest reliability however, less information is available in the literature. For the IAT, Egloff, Schwerdtfeger, and Schmukle (2005) reported correlations of 0.58, 0.62 and 0.47 between two administrations of an IAT measuring anxiety in one-week, one-month and one-year intervals, respectively (Egloff et al., 2005). Moreover, a review including 20 studies in which IATs were administered twice to the same individuals showed weak to moderate levels of test-retest reliability (r range from 0.25 to 0.69, with a mean of 0.50; Lane, Banaji, Nosek, & Greenwald, 2007). In this review, the time intervals ranged between 10 min and one year, and the length of time between assessments did not significantly impact test-retest reliability (Lane et al., 2007). Concerning the SC-IAT, a study reported significant but modest correlations for two versions of an anxiety SC-IAT ($r = 0.24$; $r = 0.33$) and non-significant correlations between the administrations of two calmness SC-IATs in a 5-month interval (Stieger, Göritz, & Burger, 2010). In the physical activity context, Hyde et al. (2012) reported a significant but low correlation ($r = 0.22$) between two administrations of a physical activity SC-IATs across one week.

In summary, internal consistency of the two tests has been established for the IAT toward physical activity versus sedentary behaviors (Chevance et al., 2016) and the SC-IAT toward physical activity (Conroy et al., 2010; Hyde et al., 2012; Rebar et al., 2015). However, with the exception of the physical activity SC-IAT (Hyde et al., 2012), the test-retest reliability of the physical activity versus sedentary behavior IAT and the sedentary behaviors SC-IAT remains unknown. Based on previous studies in other research fields, test-retest reliability appears variable for the IAT and weak for the SC-IAT (Egloff et al., 2005; Hyde et al., 2012; Lane et al., 2007; Stieger et al., 2010).

1.4. Measurement error of the IAT/SC-IAT and scoring algorithms

Past research has indicated that implicit attitudes toward physical activity have both stable and time-varying components (Hyde et al., 2012). The stable component of implicit attitudes has been proposed to reflect the impact of early experiences with the behavior (Greenwald & Banaji, 1995), such as physical activity in

childhood (Thompson, Humbert, & Mirwald, 2003). On the other hand, the time-varying component of implicit attitudes has been theorized to reflect both true changes in the construct, in part due to recent experiences with physical activity (Bluemke et al., 2010), as well as measurement artifact (Hyde et al., 2012; Rebar et al., 2015). Thus, when a same individual completes an IAT/SC-IAT twice, change in score may reflect true change in implicit attitudes or merely measurement error. Recently, in an effort to reduce construct-irrelevant measurement artifact, new scoring algorithms for the IAT/SC-IAT have been proposed (Rebar et al., 2015; Richetin, Costantini, Perugini, & Schönbrodt, 2015). Indeed, some researchers have postulated that the criticisms of these tests actually concerned the scoring procedure more than the measure itself (Richetin et al., 2015) and that new scoring procedures may improve test-retest reliability for these tests in the physical activity context (Rebar et al., 2015).

Traditionally, the IAT/SC-IAT effect is computed by subtracting mean response time in the two contrasting test blocks, and dividing the result by the pooled standard deviation across both blocks, which results in the *D-score* (Greenwald et al., 1998, 2003). Recent studies have proposed two main alternatives to this traditional scoring procedure. First, Richetin et al. (2015) compared the psychometric properties of more than 400 variants of the algorithm and recommended (a) to replace the 10% fastest and slowest latencies (i.e., 10% winsorizing) instead of trimming at a pre-defined fixed value; and (b) to compute the difference for practice and test trials together, rather than separately. Other than that, the calculation was the same as the traditional *D-score*. This procedure, referred to in this study as the *DW-Score*, exhibited better internal consistency than any of the other tested algorithms (Richetin et al., 2015). Second, using the E-Z diffusion model (Wagenmakers, van der Maas, & Grasman, 2007), it was proposed to decompose the IAT/SC-IAT data, to disentangle construct-irrelevant variability due to measurement error from the relevant variability of the implicit attitudes construct (Klauer, Voss, Schmitz, & Teige-Mocigemba, 2007). In the context of physical activity, Rebar et al. (2015) observed that one score derived from this mathematical model, the *Information Processing score* (*IP-Score*), did not share variability across distinct SC-IATs, suggesting that this indicator would constitute a construct-relevant parameter. Moreover, this score was a significant predictor of objective physical activity behavior, above and beyond the *D-Score*. In an advancement of traditional scoring procedures, these scoring algorithms might reduce measurement artifact; however the test-retest reliability of these scores remains entirely unknown.

1.5. The present study

In past research, the IAT and SC-IAT have been frequently used to assess implicit attitudes in the physical activity context (Berry, 2016; Chevance et al., 2016; Conroy et al., 2010; Hyde et al., 2012; Rebar et al., 2015). Nonetheless, except for the SC-IAT toward physical activity, which has shown weak correlation between two administrations in one week interval (Hyde et al., 2012), the test-retest reliability of these tasks is unknown. Theoretically, the changes in the score between two administrations of these tests may reflect both true changes in the construct as well as measurement error (Egloff et al., 2005; Hyde et al., 2012). Recently, to deal with this issue, researchers have proposed new scoring algorithms for the IAT and SC-IAT (Rebar et al., 2015; Richetin et al., 2015). This study sought to investigate the test-retest reliability of the IAT and the SC-IAT in the context of physical activity and sedentary behavior, for the *D-Score*, *DW-Score* and *IP-Score*. It was hypothesized that (1) the physical activity versus sedentary behavior IAT would display better test-retest reliability compared

to the two independent SC-IATs of physical activity and sedentary behavior; and that (2) the *DW-Score* and *IP-Score* would display better test-retest reliability than the *D-Score* across all tests.

2. Methods

2.1. Participants

A total of 111 participants were recruited for this study; they were randomly allocated to (i) a physical activity versus sedentary behavior IAT ($N = 54$), or (ii) two SC-IATs toward physical activity and sedentary behavior, respectively ($N = 57$). There were no significant differences in participants across conditions regarding age ($M_{AGE} = 61.62 \pm 5.92$ years versus $M_{AGE} = 62.26 \pm 5.50$, $p = 0.62$) or physical fitness [VO_2peak % theoretical: $M_{VO_2} = 44.52 \pm 16.93$ versus $M_{VO_2} = 47.50 \pm 12.53$, $p = 0.43$; Wasserman, Hansen, Sue, Casaburi, & Whipp, 1999]. Participants were recruited during a clinic stay for chronic disease management (i.e., respiratory or metabolic diseases) but were not involved in an acute care procedure. They were not included in the study if they were unable to complete computer-based tests, had a medical contra-indication to exercise, or had a psychiatric disorder that affected their judgment. Participants gave their written consent before enrolling in the study. The study was performed according to the principles of the Declaration of Helsinki. The protocol was approved by the local institutional committee. The study was conducted in France between October 2015 and October 2016.

2.2. Procedure

Tests were performed on a 15' monitor and computer equipped with the *Inquisit Millisecond 3.0*[®] software. There are no specific rules to determine an appropriate time interval for test-retest reliability study (Vaz, Falkmer, Passmore, Parsons, & Andreou, 2013). Nonetheless, to prevent potential true changes in implicit attitudes between the two administrations of the tests (Hyde et al., 2012), the time-interval was fixed at one hour to reduce the likelihood that physical activity was performed between administrations. In order to control for potential effects from the context, the complete protocol was conducted in the same room for all participants, with the same experimenter at both times. Last, to control for potential order effect, the two SC-IATs were randomly assigned in a 1:1 ratio.

2.3. Measures

2.3.1. Physical activity versus sedentary behavior IAT

The IAT procedure comprised seven blocks (see Table 1). In block 1, the two conceptual categories “physical activity” and “sedentary behavior” were displayed on the left and right sides of the window. Participants were asked to sort words into either the category “physical activity” or “sedentary behavior”. Each trial consisted of a stimulus appearing in the center of the computer screen which had to be classified into the correct category. The word remained on the screen until the participant made a categorization choice. Participants used the letter “Q” on the left side on the keyboard, and the number “5” on the right side on the numeric keypad to select their category choice for each stimuli. If a word was incorrectly categorized (e.g., the word “run” in the category “sedentary behavior”), an indication (‘X’) appeared on the screen, and the participant had to fix his/her error by pressing the correct response key before going on with the test. In block 2, participants were asked to sort words corresponding to the attributes “positive” or “negative”, displayed in the left and right side of the screen, and following the same procedure as in block 1. In blocks 3 (i.e., practice block) and 4 (i.e.,

Table 1
Structure of the IAT physical activity versus sedentary behavior and the two SC-IATs.

			Category Label	
			Physical activity versus sedentary behavior IAT	
Block	Trials	Task	Left key « Q »	Right key « 5 »
1	20	Behavior discrimination	Physical activity	Sedentary behavior
2	20	Attribute discrimination	Negative	Positive
3	20	Attribute + behavior	Physical activity + negative	Sedentary behavior + positive
4	40	Attribute + behavior	Physical activity + negative	Sedentary behavior + positive
5	40	Behavior discrimination (reversed)	Sedentary behavior	Physical activity
6	20	Attribute + behavior (reversed)	Sedentary behavior + positive	Physical activity + Negative
7	40	Attribute + behavior (reversed)	Sedentary behavior + positive	Physical activity + Negative
			Physical activity SC-IAT	
Block	Trials	Task	Left key « Q »	Right key « 5 »
1	24	Attribute discrimination	Negative	Positive
2	24	Attribute + behavior	Negative + Physical activity	Positive
3	72	Attribute + behavior	Negative + Physical activity	Positive
4	24	Attribute + behavior (reversed)	Negative	Positive + Physical activity
5	72	Attribute + behavior (reversed)	Negative	Positive + Physical activity
			Sedentary behavior SC-IAT	
Block	Trials	Task	Left key « Q »	Right key « 5 »
1	24	Attribute discrimination	Negative	Positive
2	24	Attribute + behavior	Negative + Sedentary behavior	Positive
3	72	Attribute + behavior	Negative + Sedentary behavior	Positive
4	24	Attribute + behavior (reversed)	Negative	Positive + Sedentary behavior
5	72	Attribute + behavior (reversed)	Negative	Positive + Sedentary behavior

test block), participants were asked to sort the stimuli corresponding to the four categories combined (e.g., “physical activity” + “positive” in the right side of the screen versus “sedentary behavior” + “negative” in the left side of the screen). Block 5 was similar to block 1 but the categories were reversed in position (i.e., if “physical activity” was previously displayed on the right side, the category was next placed on the left side and *vice versa*). In blocks 6 (i.e., practice block) and 7 (i.e., test block), participants were asked to sort stimuli in the four categories combined in a reversed version (e.g., “physical activity” + “negative” in the right side of the screen versus “sedentary behavior” + “positive” in the left side of the screen). Following the recommendation from Greenwald et al. (2003), practice blocks comprised 20 trials and test blocks comprised 40 trials. Before starting, participants were told that they would be making a series of category classifications. The instructions were to sort the stimuli as quickly as possible and to make as few mistakes as possible, insisting on the fact that these two parameters were equally important.

Stimuli for the category “positive” and “negative” were: pleasant/unpleasant; happy/sad; favorable/unfavorable; beneficial/harmful (in French: plaisant/déplaisant; joyeux/triste; favorable/défavorable; bénéfique/néfaste). Stimuli selected to represent the conceptual category “physical activity” were: run, walk, hiking, dancing, stairs, swimming, bike, lift, gardening, effort (in French: courir, marcher, randonnée, danser, escaliers, nager, vélo, soulever, jardiner, effort). Stimuli selected to represent the conceptual category “sedentary behavior” were: sitting, armchair, chair, television, reading, computer, couch, lying, desk, read (in French: assis, fauteuil, chaise, télévision, lire, ordinateur, canapé, allongé, bureau, lecture).

2.3.2. Physical activity and sedentary behavior SC-IATs

The SC-IAT procedure comprised 5 blocks (see Table 1). In block 1, participants were required to sort the words corresponding to the attributes “positive” and “negative”. In blocks 2 and 3, participants were required to sort the words corresponding to the conceptual target and attributes combined in a practice and critical test block.

The block 4 and 5 were similar to blocks 2 and 3 in reversed position. According to current recommendations (Karpinski & Steinman, 2006), practice blocks comprised 24 trials and test blocks 72 trials. Stimuli words as well as the error management strategy and time interval between trials were the same as those used in the IAT (Greenwald et al., 1998).

2.4. Data preparation and scoring procedures

2.4.1. D-score

The *D-score* was calculated following the recommendations provided by Greenwald et al. (2003): (1) latencies quicker than 400 ms and longer than 10 000 ms were eliminated; (2) the difference between the average latencies of the two critical blocks were divided by the pooled SD of the latencies; and (3) the score was computed with critical trials only. Scores were comprised between -2 and $+2$, with 0 representing a neutral score. For the IAT, positive scores indicated favorable implicit attitudes toward physical activity compared to sedentary behavior. For the two SC-IATs, positive scores represented favorable implicit attitudes toward the targeted behavior.

2.4.2. DW-score

The *DW-score* was calculated following the recommendations provided by Richetin et al. (2015): (1) for each participant, the 10% fastest and slowest latencies were replaced by the last untrimmed latencies for both error and correct responses; (2) the difference between the average latencies of the two critical blocks (i.e., practice and test blocks together) were divided by the pooled SD of all the latencies; and (3) the score was computed based on practice and critical trials together. Scores were also comprised between -2 and $+2$, with similar interpretations to the *D-score*.

2.4.3. IP-score

The *IP-score* was computed for each critical block according to the EZ-diffusion model algorithm provided by Wagenmakers et al. (2007). The *IP-score* was calculated as the difference of the two test

blocks (i.e., without practice blocks), positive values indicating a higher IP-Score during the compatible block, and hence more favorable implicit attitudes toward the targeted behavior. Data preparation was computed following the method used by Klauer et al. (2007) and Rebar et al. (2015). Response times shorter than 100 ms and individuals' outliers based on Tukey's outlier criterion were discarded (i.e., for each block, individuals' interquartile ranges were calculated; response times longer than the individual's third quartile plus 1.5 times their interquartile range in that block, or shorter than their first quartile minus 1.5 times the interquartile range were discarded).

All these scores were computed with the statistical software R (R Development Core Team, 2013) using the package *IAT.Score* provided by Richetin et al. (2015) for the *D-score* and the *DW-score*, and the function *SCIAT.Scores* developed by Rebar et al. (2015) for the *IP-Score*.

2.5. Data analysis

According to current recommendations (Vaz et al., 2013; Weir, 2005), indicators of both relative (i.e., consistency of the position of individuals in relation to others in a group) and absolute reliability (i.e., consistency of individuals' scores) were computed.

Relative reliability was estimated using the Pearson's correlation coefficient (r), and Intraclass Correlation Coefficient (ICC). Precisely, the two-way random effects model (ICC_{2,1}) was computed in this study with the R package *ICC*. ICCs represent the proportion of variance in a set of scores that is attributable to the true score variance; accordingly, the balance of the variance (1 - ICC) is attributable to within-person change and measurement error (Weir, 2005). An ICC of 0.75 or greater is considered as reflecting acceptable reliability (Shrout & Fleiss, 1979).

Absolute reliability was estimated with the repeatability coefficient (CR) using the standard formula (Vaz et al., 2013). The CR quantifies absolute reliability in the unit of the measurement tool, and indicates the value below which the absolute difference between two measurements would lie within 95% CI. Mean biases between Time 1 and Time 2 were computed with a two-tailed paired sample t-tests.

Internal consistency (i.e., split-half reliability) was calculated using the function *SplitHalf* from Richetin et al. (2015) for the *D-Score* and *DW-Score*. As in previous research, the internal consistency of the *IP-Score* was not reported in this study given that the interpretation is not relevant for this scoring procedure (Klauer et al., 2007; Rebar et al., 2015). All other analyses were performed with R version 3.2.2 (R Development Core Team, 2013).

3. Results

3.1. Relative test-retest reliability

Pearson's correlations of the test-retests ranged from $r = 0.19$ for the sedentary behavior SC-IAT with the *D-Score* to $r = 0.80$ for the IAT with the *DW-Score*. All the correlations were statistically significant ($p < 0.05$), except for the sedentary behavior SC-IAT. Correlation coefficients were systematically higher for the IAT compared to the SC-IATs. All the ICCs were statistically significant ($p < 0.05$), except for the *D-Score* for the sedentary behavior SC-IAT ($p = 0.07$). ICCs were systematically higher for the IAT compared to the two SC-IATs, regardless of the scoring procedure. Moreover, the *DW-Score* systematically outperformed the other scoring procedures, regardless of the test. The highest test-retest reliability coefficient was found for the IAT with the *DW-Score* (ICC_{2,1} = 0.78, 95% CI [0.65; 0.87]), and the lowest coefficient for the sedentary behavior SC-IAT with the *D-Score* (ICC_{2,1} = 0.20, 95% CI [-0.075;

0.43]).

3.2. Absolute test-retest reliability

For the *D-Score* and *DW-Score*, CRs were comparable for all tests and scoring procedure ranging from 1.27 for the two SC-IATs with the *D-Score*, to 1.36 for the IAT with the *D-Score* and *DW-Score*. CRs of the *IP-Score* were also comparable for the IAT and the two SC-IATs. Statistically significant biases ($p < 0.05$) were observed between Time 1 and Time 2 for the IAT and physical activity SC-IAT, regardless of the scoring procedure. This indicates that the magnitude of scores significantly changed between the two administrations. For these two tests, mean biases were systematically negative, indicating a regression to the mean at Time 2. For the sedentary behavior SC-IAT, no statistically significant bias was observed across any of the scoring procedures.

Table 2 presents the indices of both relative (Pearson's correlations and ICC) and absolute (CRs, and mean biases) test-retest reliability for each test (i.e., IAT, physical activity SC-IAT, sedentary behavior SC-IAT) and scoring procedure (i.e., *D-Score*, *DW-Score*, *IP-Score*).¹

3.3. Internal consistency

Internal consistency was high both for the IAT (r_s T1 *D-Score* = 0.95, r_s T2 *D-Score* = 0.91, r_s T1 *DW-Score* = 0.97, r_s T2 *DW-Score* = 0.96), and the two SC-IATs (physical activity: r_s T1 *D-Score* = 0.64, r_s T2 *D-Score* = 0.77, r_s T1 *DW-Score* = 0.84, r_s T2 *DW-Score* = 0.90; Sedentary behavior: r_s T1 *D-Score* = 0.77, r_s T2 *D-Score* = 0.74, r_s T1 *DW-Score* = 0.90, r_s T2 *DW-Score* = 0.86).

4. Discussion

The aim of this study was to examine the test-retest reliability of a physical activity versus sedentary behavior IAT, a physical activity SC-IAT, and a sedentary behavior SC-IAT. For these three tests, three scoring procedures were computed, resulting in the examination of test-retest reliability of nine distinct scores. Results showed that relative test-retest reliability was systematically higher for the IAT compared to the two SC-IATs. Moreover, the *DW-Score* systematically provided better relative test-retest reliability compared to the other scoring procedures. Absolute reliability was comparable between tests and scoring procedures, with the exception that the *IP-Score* referred to a different unit of measurement and thus was difficult to compare with other scores. Statistically significant biases were observed for the IAT and physical activity SC-IAT, with a systematic regression to the mean between the two administrations, regardless of the scoring procedure. No significant biases were found for the sedentary behavior SC-IAT.

4.1. Implicit Association Tests versus Single-Category Implicit Association Test

Regarding relative test-retest reliability, the IAT systematically showed better reliability (i.e., Pearson's r and ICC) than the two SC-IATs, regardless of the scoring algorithm. For the IAT, relative test-retest reliability in this study was generally better than previous studies (Lane et al., 2007). This could be explained by the fact that the present study was specifically designed to assess test-retest reliability, which was not the case in previous studies (Lane et al., 2007). Accordingly, the time between the two test

¹ A table providing Pearson's correlations between all versions of tests and scores at both times of data collection is available in supplementary data.

Table 2

Coefficients of test-retest reliability of three scoring algorithms of the Implicit Association Test and Single Category-Implicit Association Test.

Tests	Scores	Time		<i>r</i>	<i>P</i>	Relative reliability					Absolute reliability					
		Mean (SD)	Mean (SD)			ICC (2,1)	<i>F</i>	<i>P</i>	CI 95% LB	CI 95% UB	WSV	SEM	CR	Bias	<i>t</i>	<i>P</i>
IAT (<i>N</i> = 54)	<i>D</i>	0.66 (0.61)	0.52 (0.61)	0.75	<0.001	0.73	7.0	<0.001	0.57	0.84	0.25	0.49	±1.36	−0.14	2.42	0.019
	<i>DW</i>	0.77 (0.67)	0.65 (0.70)	0.80	<0.001	0.78	8.7	<0.001	0.65	0.87	0.24	0.49	±1.36	−0.12	2.09	0.041
	<i>IP</i>	0.09 (0.10)	0.06 (0.11)	0.65	<0.001	0.64	4.7	<0.001	0.44	0.77	0.05	0.22	±0.61	−0.3	2.16	0.035
PA SC-IAT (<i>N</i> = 57) [°]	<i>D</i>	0.36 (0.28)	0.20 (0.29)	0.33	0.013	0.29	2.0	0.006	0.04	0.50	0.21	0.46	±1.27	−0.16	3.61	<0.001
	<i>DW</i>	0.44 (0.32)	0.26 (0.37)	0.38	0.003	0.34	2.2	0.002	0.09	0.55	0.23	0.48	±1.33	−0.18	3.43	0.001
	<i>IP</i>	0.08 (0.08)	0.05 (0.08)	0.36	0.007	0.33	2.1	0.003	0.09	0.54	0.05	0.23	±0.64	−0.3	2.74	0.008
SB SC-IAT (<i>N</i> = 57) [°]	<i>D</i>	0.11 (0.31)	0.09 (0.28)	0.19	0.147	0.20	1.5	0.073	−0.07	0.43	0.21	0.46	±1.27	−0.02	0.31	0.758
	<i>DW</i>	0.14 (0.37)	0.18 (0.35)	0.40	0.002	0.40	2.3	0.001	0.16	0.60	0.22	0.47	±1.30	0.04	−0.65	0.518
	<i>IP</i>	0.02 (0.08)	0.02 (0.08)	0.28	0.036	0.28	1.8	0.017	0.02	0.51	0.05	0.23	±0.64	0	−0.16	0.870

Note: PA = Physical Activity; SB = Sedentary behavior; *D* = *D-Score*; *DW* = *DW-Score*; *IP* = *IP-Score*; Mean = mean values for each IAT/SC-IAT scores depending on the algorithms. ICC (2, 1) = Intraclass Correlation Coefficient; CI 95% LB = 95% Confidence Interval Lower Boundary of the ICC; CI 95% UB = 95% Confidence Interval Upper Boundary of the ICC; WSV = Within Subject Variability; SEM = Standard Error Measurement ($\sqrt{\text{WSV}}$); CR = 2.77 x SEM; Bias = mean difference between the two administration; ° = Same sample of participants.

administrations was short (one hour), reducing the risk of measurement errors due to environmental changes, for example (Gschwendner, Hofmann, & Schmitt, 2008). Moreover, given that implicit attitudes are theorized as a malleable construct (Hyde et al., 2012; Schmukle & Egloff, 2004), the time interval of this study may have prevented true change in implicit attitudes during the two administrations, and thus better test-retest reliability. The lower correlations observed for the two SC-IATs were also in line with results from past literature (Hyde et al., 2012; Stieger et al., 2010). Moreover, ICCs observed for the IAT were close to or higher than the acceptable threshold of reliability proposed in the literature (ICC > 0.75, Shrout & Fleiss, 1979), which was not the case for the SC-IATs.

Regarding the discrepancy in relative test-retest reliability between tests, post-hoc analyses indicated systematically lower response times for correct responses and percentage of errors for the SC-IATs compared to the IAT, which is likely a by-product of the characteristics of these tests. The SC-IAT only has three lexical categories to sort, whereas the IAT has four; therefore the SC-IAT is simpler to complete than the IAT. Thus, it could be that the SC-IAT is more subject to learning effects and hence to construct-irrelevant variability than the IAT. In future studies, it is important to test the impact of learning effects on psychometric properties of these two tests, and to test whether learning effects differ across different time intervals between assessments.

Regarding absolute test-retest reliability, CRs were comparable between tests, suggesting that the IAT/SC-IAT may not be appropriate to measure change on an individual level (see Fiedler, Messner, & Bluemke, 2006; Gray, MacCulloch, Smith, Morris, & Snowden, 2003). In previous research it has been proposed that the IAT may have clinical utility (Gray et al., 2003); accordingly, a physical activity coach could be interested in discussing change in implicit attitudes toward physical activity with a client or patient in a program. However, results from the present study suggest that a clinician or coach using an IAT or SC-IAT, in a context similar to the one of this study, would have to observe a change of around 1.30 units to be 95% confident that an individual has experienced true change in implicit attitudes. Considering that the *D-Score* and *DW-Score* derived from an IAT and SC-IAT are confined between [−2; +2], a change of 1.30 represents an unlikely large magnitude of change. Thus, this result questions the clinical utility of those tests to describe individual change in implicit attitudes (see Teachman, Cody, & Clerkin, 2010). Regarding mean biases (i.e., differences in mean scores between the two administrations), results exhibited significant regression to the mean for the IAT and physical activity

SC-IAT between the first and the second administration, resulting in more neutral implicit attitudes at Time 2 compared to Time 1. These results are in line with previous research indicating that the magnitude of the IAT effects can be weakened by a prior experience with the tests (Greenwald et al., 2003). This phenomenon suggests that, in an experimental study aiming to enhance implicit attitudes toward physical activity or attitudes of physical activity compared to sedentary behavior, there is a risk of underestimation biases (i.e., underestimation of the score at Time 2). However, this result was not observed regarding the sedentary behavior SC-IAT and was not observed in a previous study investigating physical activity SC-IAT change (Hyde et al., 2012). Additional research is necessary to better understand this issue and to determine to what extent this phenomenon could differ between physical activity and sedentary behavior implicit attitudes.

Finally, the discrepancy between accurate relative test-retest reliability (i.e., consistency of the position of individuals compared to others in a group) and inadequate absolute test-retest reliability (i.e., consistency of individuals' scores) for the IAT could have implications for future research. Indeed, as previously mentioned in the literature (Fiedler et al., 2006), this discrepancy discourages the creation of groups based on IAT/SC-IAT scores (e.g., participants who are 1 *SD* above the mean *versus* others), and encourages using IAT scores as a continuous variable when analyzing these tests (see Rucker, McShane, & Preacher, 2015). Accordingly, the creation of cut-off scores for the IAT is also not warranted based on results from the present study.

4.2. Scoring comparisons (*D-score*, *DW-score*, *IP-score*)

Regarding the coefficients of absolute test-retest reliability, scoring procedures were comparable across tests. However, regarding relative reliability, the *DW-Score* from Richetin et al. (2015) systematically exhibited better test-retest reliability compared to other scores. In their study, Richetin et al. (2015) showed that this scoring procedure outperformed the *D-Score* 80% of the time regarding validity (i.e., convergence with direct and indirect measures, and predictive validity), and 100% of the time regarding internal consistency. That the *DW-Score* also outperformed the *D-Score* regarding test-retest reliability in this study support those previous findings. These results may be explained, in part, by how outliers are handled. The individualized extreme latency treatment (i.e., 10% winsorizing) of the *DW-score* may be more suitable for the participants of this study (i.e., older adults with chronic diseases) than the traditional cut-off of the *D-Score*

validated in young adults.

The *IP-Score* outperformed the *D-Score* regarding the two SC-IATs, but not for the IAT. Moreover, this scoring procedure did not provide better reliability than the *DW-Score*. Considering that the *IP-Score* is based on a diffusion model meant to represent different conceptual elements of decision making (Wagenmakers et al., 2007), we expected to observe strong test-retest reliability coefficients for this score compared to the others. It is possible that the data provided by the IAT and SC-IAT do not totally fit with the assumptions of the EZ-diffusion model, which may have limited its performance in this study. In fact, applying this model to a dataset is conditioned by the distribution of reaction time, the relative speed of errors responses, and the fact that the two alternative responses in the task are a priori equally attractive (Wagenmakers et al., 2007). According to the authors of the model, depending on the nature and the seriousness of the violation to these prerequisites, the results from the EZ-diffusion model should be interpreted with caution. Even if it has been successfully applied to the IAT/SC-IAT in past literature, these conditions were not always checked, and when it was the case, they were sometimes not met (Klauer et al., 2007; Rebar et al., 2015). Other mathematical models have been proposed (see Sherman, Klauer, & Allen, 2010), and some may be more suitable to handle IAT/SC-IAT data. Also, it is important to note that the present results specifically tested test-retest reliability, and do not take into account predictive validity (Rebar et al., 2015).

4.3. Limitations and future directions

The generalization of the study findings needs to be tested in other populations to rule out the influence of construct-irrelevant individual differences (e.g., general processing speed, reaction time). This study was conducted in a sample of older adults living with chronic conditions. Previously, it has been shown that individual differences could influence performances for the IAT (Greenwald & Nosek, 2001; Klauer, Schmitz, Teige-Mocigemba, & Voss, 2010), thus it is possible that population-specific differences impacted the findings. However, it should be noted that the IAT/SC-IAT means of this study were comparable with those previously observed in student populations for the most part (Egloff et al., 2005; Hyde et al., 2012; Lane et al., 2007; Stieger et al., 2010). Secondly, the two tests were conducted within a time span of one-hour. To the best of our knowledge, there are no specific rules to determinate an appropriate time interval for test-retest reliability (Vaz et al., 2013). Given that implicit attitudes toward physical activity were shown to have both stable and time-varying components (Hyde et al., 2012), we assume that in a one-day or one-week interval, it is theoretically possible to observe true change in the construct. Consequently we opted for a one-hour interval in this study to limit real change in implicit attitudes. The medium to long-term stability of implicit attitudes for physical activity and sedentary behavior is an essential unanswered question that needs further investigation (Gawronski, Morrison, Phillips, & Galdi, 2017); however it is outside the scope of the present study. Thirdly, post-hoc power analyses (i.e., conducted for Pearson's correlations) revealed a lack of statistical power for the analyses concerning the two SC-IATs (i.e., $1 - \beta$ range from 0.49 to 0.53 using the Z transformation of correlation coefficient, Cohen, 1988). For the aforementioned reasons, it would be interesting to replicate this study in other samples of participants, with varying time intervals and other indirect measures. Indeed, there is wide heterogeneity in the measurement of automatic processes toward physical activity, which is problematic for efforts to synthesize literature and draw theoretical conclusions (Rebar et al., 2016). Thus, this kind of methodological investigation is important in parallel with more

theoretical studies and could be extended to other indirect measures.

Different paradigms, such as the Manikin Task (Cheval, Sarrazin, Isoard-Gautheur, Radel, & Friese, 2015), the Extrinsic Affective Simon Task (Calitri et al., 2009), and affective priming paradigm (Eves et al., 2007) have been used to measure automatic processes in the context of physical activity. Nonetheless, to our knowledge, the test-retest reliability of these measures remains unknown. It will be important for future research to test the test-retest reliability of implicit measures which provide independent measures of implicit attitudes for physical activity and sedentary behavior, given that these are independent behaviors with unique motivational profiles (Biddle et al., 2015). Indeed a benefit of SC-IATs is that the outcome scores represent attitudes of a single construct as opposed to the relative attitudes measured by IATs. However, the findings of the present study revealed that the two SC-IATs are not psychometrically-sound for measuring change in implicit attitudes of physical activity and sedentary behavior independently. The creation and validity testing of unique measures of implicit attitudes of physical activity and sedentary behavior is an imperative avenue of future research.

Finally, the use of the IAT/SC-IAT to study implicit attitudes requires more critical construct validity testing (see Fiedler et al., 2006). Indeed, IAT/SC-IAT scores reflect responses that are the result of a variety of processes which are not all entirely implicit, such as person's desire and capacity to overcome tasks along the test (Conrey, Sherman, Gawronski, Hugenberg, & Groom, 2005). Moreover, a series of studies recently demonstrated that people could accurately predict their own implicit attitudes toward different social groups, regardless of their explicit attitudes, which refutes the hypothesis that these tests are reflections of entirely automatic processes (Hahn, Judd, Hirsh, & Blair, 2014). Automaticity is characterized in terms of unawareness, non-intentionality, efficiency and non-controllability (Bargh, 1994). Although the IAT/SC-IAT appear more suitable to investigate automaticity compared to self-report questionnaires, it should be noted that these tasks do not provide process-pure measures of implicit associations (Fiedler et al., 2006).

5. Conclusion

Based on previous studies (Egloff et al., 2005; Hyde et al., 2012; Lane et al., 2007; Stieger et al., 2010), it was hypothesized that the IAT of physical activity versus sedentary behavior would display better test-retest reliability compared to the two SC-IATs of physical activity and sedentary behavior. The study results supported this hypothesis, with systematically higher relative test-retest reliability coefficients for the IAT compared to the two SC-IATs. It was also hypothesized that the *DW-Score* and *IP-Score* would display better test-retest reliability than the *D-Score* across all tests. In partial support of the hypothesis, results indicated that the *DW-Score* exhibited slightly better relative test-retest reliability than the *D-Score* and the *IP-Score*. Accordingly, the IAT of physical activity versus sedentary behavior appears to be more suitable for assessing implicit attitude change in the physical activity/sedentary behavior compared to the SC-IATs. Moreover, the *DW-Score* could constitute a more reliable alternative to the traditional scoring procedure of the IAT/SC-IAT.

Acknowledgments

The authors wish to thank Sofiane Ramdani and Alain Varray for their advices on the earlier draft on the manuscript. We also thank Giulio Costantini for his help concerning the *DW-Score*. GC was partially supported by a grant in aid from the French Agency for

Research and Technology (ANRT).

Appendix A. Supplementary data

Supplementary data related to this article can be found at <http://dx.doi.org/10.1016/j.psychsport.2017.04.007>.

References

- Antoniewicz, F., & Brand, R. (2016). Learning to like Exercising: Evaluative conditioning changes automatic evaluations of exercising and influences subsequent exercising behavior. *Journal of Sport & Exercise Psychology*. <http://doi.org/10.1123/jsep.2015-0125>.
- Bargh, J. A. (1994). The four horsemen of Automaticity: Awareness, intention, efficiency, and control in social cognition. In R. Wyer, & T. Srull (Eds.), *Handbook of social cognition*. Lawrence Erlbaum.
- Berry, T. R. (2016). Changes in implicit and explicit exercise-related attitudes after reading targeted exercise-related information. *Psychology of Sport and Exercise*, 22, 273–278.
- Berry, T. R., Spence, J. C., & Clark, M. E. (2011). Exercise is in! Implicit exercise and sedentary-lifestyle bias held by in-groups. *Journal of Applied Social Psychology*, 41(12), 2985–2998. <http://doi.org/10.1111/j.1559-1816.2011.00857.x>.
- Biddle, S. J. H., Mutrie, N., & Gorely, T. (2015). *Psychology of sitting: New kid on the block. Psychology of physical Activity: Determinants, well-being and interventions* (3rd ed.). Routledge.
- Bluemke, M., Brand, R., Schweizer, G., & Kahlert, D. (2010). Exercise might be good for me, but I don't feel good about it: Do automatic associations predict exercise behavior? *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 32(2), 137–153.
- Calitri, R., Lowe, R., Eves, F. F., & Bennett, P. (2009). Associations between visual attention, implicit and explicit attitude and behaviour for physical activity. *Psychology & Health*, 24(9), 1105–1123. <http://doi.org/10.1080/08870440802245306>.
- Chen, M., & Bargh, J. A. (1999). Consequences of automatic Evaluation: Immediate behavioral predispositions to approach or avoid the stimulus. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 25(2), 215–224. <http://doi.org/10.1177/0146167299025002007>.
- Cheval, B., Sarrazin, P., Isoard-Gautheur, S., Radel, R., & Friese, M. (2015). Reflective and impulsive processes explain (in)effectiveness of messages promoting physical activity: A randomized controlled trial. *Health Psychology*, 34(1), 10–19. <http://doi.org/10.1037/hea0000102>.
- Chevance, G., Caudroit, J., Romain, A. J., & Boiché, J. (2016). The adoption of physical activity and eating behaviors among persons with obesity and in the general population: The role of implicit attitudes within the theory of planned behavior. *Psychology, Health & Medicine*, 1–6. <http://doi.org/10.1080/13548506.2016.1159705>.
- Chevance, G., Héraud, N., Varray, A., & Boiché, J. (2017). Change in explicit and implicit motivation toward physical activity and sedentary behavior in pulmonary rehabilitation and associations with post-rehabilitation. *Rehabilitation Psychology*.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Conroy, F. R., Sherman, J. W., Gawronski, B., Hugenberg, K., & Groom, C. J. (2005). Separating multiple processes in implicit social cognition: The quad model of implicit task performance. *Journal of Personality and Social Psychology*, 89, 469–487. <http://dx.doi.org/10.1037/0022-3514.89.4.469>.
- Conroy, D. E., Hyde, A. L., Doerksen, S. E., & Ribeiro, N. F. (2010). Implicit attitudes and explicit motivation prospectively predict physical activity. *Annals of Behavioral Medicine: A Publication of the Society of Behavioral Medicine*, 39(2), 112–118. <http://doi.org/10.1007/s12160-010-9161-0>.
- Egloff, B., Schwerdtfeger, A., & Schmukle, S. C. (2005). Temporal stability of the implicit association test-anxiety. *Journal of Personality Assessment*, 84(1), 82–88. http://doi.org/10.1207/s15327752jpa8401_14.
- Eves, F. F., Scott, E. J., Hoppé, R., & French, D. P. (2007). Using the affective priming paradigm to explore the attitudes underlying walking behaviour. *British Journal of Health Psychology*, 12(Pt 4), 571–585. <http://doi.org/10.1348/135910706X153775>.
- Fiedler, K., Messner, C., & Bluemke, M. (2006). Unresolved problems with the 'I', the 'a', and the 'T': A logical and psychometric critique of the implicit association test (IAT). *European Review of Social Psychology*, 17, 74–147.
- Gawronski, B., & De Houwer, J. (2012). Implicit measures in social and personality psychology. In H. T. Reis, & C. M. Judd (Eds.), *Handbook of research methods in social and personality psychology* (2nd ed.). New York, NY: Cambridge University Press.
- Gawronski, B., Morrison, M., Phills, C., & Galdi, S. (2017). Temporal stability of implicit and explicit measures: A longitudinal analysis. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 43(3), 300–312. <http://dx.doi.org/10.1177/0146167216684131>.
- Gourlan, M., Bernard, P., Bortolon, C., Romain, A. J., Lareyre, O., Carayol, M., et al. (2015). Efficacy of theory-based interventions to promote physical activity. A meta-analysis of randomised controlled trials. *Health Psychology Review*, 1–17. <http://doi.org/10.1080/17437199.2014.981777>.
- Gray, N. S., MacCulloch, M. J., Smith, J., Morris, M., & Snowden, R. J. (2003). Violence viewed by psychopathic murderers: Adapting a revealing test may expose those psychopaths who are most likely to kill. *Nature*, 423, 497–498.
- Greenwald, A. G., & Banaji, M. R. (1995). Implicit social cognition: Attitudes, self-esteem, and stereotypes. *Psychological Review*, 102(1), 4–27.
- Greenwald, A. G., McGhee, D. E., & Schwartz, J. L. (1998). Measuring individual differences in implicit cognition: The implicit association test. *Journal of Personality and Social Psychology*, 74(6), 1464–1480.
- Greenwald, A. G., & Nosek, B. A. (2001). Health of the implicit association test at age 3. *Experimental Psychology*, 48(2), 85–93. <http://doi.org/10.1026//0949-3946.48.2.85>.
- Greenwald, A. G., Nosek, B. A., & Banaji, M. R. (2003). Understanding and using the implicit association test: I. An improved scoring algorithm. *Journal of Personality and Social Psychology*, 85(2), 197–216.
- Gschwendner, T., Hofmann, W., & Schmitt, M. (2008). Differential stability: The effects of acute and chronic construct accessibility on the temporal stability of the implicit association test. *Journal of Individual Differences*, 29(2), 70–79. <http://doi.org/10.1027/1614-0001.29.2.70>.
- Hahn, A., Judd, C., Hirsh, H., & Blair, I. (2014). Awareness of implicit attitudes. *Journal Of Experimental Psychology: General*, 143(3), 1369–1392. <http://dx.doi.org/10.1037/a0035028>.
- Hofmann, W., Friese, M., & Wiers, R. W. (2008). Impulsive versus reflective influences on health behavior: A theoretical framework and empirical review. *Health Psychology Review*, 2(2), 111–137. <http://doi.org/10.1080/17437190802617668>.
- Hyde, A. L., Elavsky, S., Doerksen, S. E., & Conroy, D. E. (2012). The stability of automatic evaluations of physical activity and their relations with physical activity. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 34(6), 715–736.
- Karpinski, A., & Steinman, R. B. (2006). The single category implicit association test as a measure of implicit social cognition. *Journal of Personality and Social Psychology*, 91(1), 16–32. <http://doi.org/10.1037/0022-3514.91.1.16>.
- Klauer, K. C., Schmitz, F., Teige-Mocigemba, S., & Voss, A. (2010). Understanding the role of executive control in the implicit association test: Why flexible people have small IAT effects. *Quarterly Journal of Experimental Psychology* (2006), 63(3), 595–619. <http://doi.org/10.1080/17470210903076826>.
- Klauer, K. C., Voss, A., Schmitz, F., & Teige-Mocigemba, S. (2007). Process components of the implicit association test: A diffusion-model analysis. *Journal of Personality and Social Psychology*, 93(3), 353–368. <http://doi.org/10.1037/0022-3514.93.3.353>.
- Lane, K. A., Banaji, M. R., Nosek, B. A., & Greenwald, A. G. (2007). Understanding and using the implicit association test: IV. What we know (so far). In B. Wittenbrink, & N. S. Schwarz (Eds.), *Implicit measures of attitudes: Procedures and controversies* (pp. 59–102). New York: Guilford Press.
- Markland, D., Hall, C. R., Duncan, L. R., & Simatovic, J. (2015). The effects of an imagery intervention on implicit and explicit exercise attitudes. *Psychology of Sport and Exercise*, 17, 24–31. <http://doi.org/10.1016/j.psychsport.2014.11.007>.
- Moors, A., & De Houwer, J. (2006). Automaticity: A theoretical and conceptual analysis. *Psychological Bulletin*, 132(2), 297–326. <http://doi.org/10.1037/0033-2909.132.2.297>.
- Nosek, B. A., Greenwald, A. G., & Banaji, M. R. (2007). Automatic processes in social thinking and behavior. In J. A. Bargh (Ed.), *The implicit association test at age 7: A methodological and conceptual review* (pp. 265–292). Psychology Press.
- R Core Team. (2013). *A language and environment for statistical computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Retrieved from <http://www.Rproject.org/>.
- Rebar, A. L., Dimmock, J. A., Jackson, B., Rhodes, R. E., Kates, A., Starling, J., et al. (2016). A systematic review of the effects of non-conscious regulatory processes in physical activity. *Health Psychology Review*, 0(0), 1–13. <http://doi.org/10.1080/17437199.2016.1183505>.
- Rebar, A. L., Ram, N., & Conroy, D. E. (2015). Using the EZ-diffusion model to score a single-category implicit association test of physical activity. *Psychology of Sport and Exercise*, 16(3), 96–105. <http://doi.org/10.1016/j.psychsport.2014.09.008>.
- Rhodes, R. E., & Blanchard, C. M. (2008). Do sedentary motives adversely affect physical activity? Adding cross-behavioural cognitions to the theory of planned behaviour. *Psychology & Health*, 23(7), 789–805. <http://doi.org/10.1080/08870440701421578>.
- Rhodes, R. E., & de Bruijn, G.-J. (2013). How big is the physical activity intention-behaviour gap? A meta-analysis using the action control framework. *British Journal of Health Psychology*, 18(2), 296–309. <http://doi.org/10.1111/bjhp.12032>.
- Richetin, J., Costantini, G., Perugini, M., & Schönbrodt, F. (2015). Should we stop looking for a better scoring algorithm for handling implicit association test Data? Test of the role of errors, extreme latencies treatment, scoring formula, and practice trials on reliability and validity. *PLoS One*, 10(6), e0129601. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0129601>.
- Rucker, D. D., McShane, B. B., & Preacher, K. J. (2015). A researcher's guide to regression, discretization, and median splits of continuous variables. *Journal of Consumer Psychology*, 25(4), 666–678.
- Schmukle, S. C., & Egloff, B. (2004). Does the Implicit Association Test for assessing anxiety measure trait and state variance? *European Journal of Personality*, 18(6), 483–494. <http://doi.org/10.1002/per.525>.
- Sheeran, P., Bosch, J. A., Crombez, G., Hall, P. A., Harris, J. L., Papies, E. K., et al. (2016). Implicit processes in health psychology: Diversity and promise. *Health Psychology*, 35(8), 761–766. <http://dx.doi.org/10.1037/hea0000409>.
- Sheeran, P., Gollwitzer, P. M., & Bargh, J. A. (2013). Nonconscious processes and health. *Health Psychology: Official Journal of the Division of Health Psychology, American Psychological Association*, 32(5), 460–473. <http://doi.org/10.1037/>

- a0029203.
- Sherman, J. W., Klauer, K. C., & Allen, T. J. (2010). Mathematical modeling of implicit social cognition. In B. Gawronski, & B. K. Payne (Eds.), *Handbook of implicit social cognition: Measurement, theory, and applications* (pp. 156–175). New York: Guilford Press. The machine in the ghost.
- Shrout, P. E., & Fleiss, J. L. (1979). Intraclass correlations: Uses in assessing rater reliability. *Psychological Bulletin*, 86(2), 420–428. <http://dx.doi.org/10.1037/0033-2909.86.2.420>.
- Stieger, S., Göritz, A. S., & Burger, C. (2010). Personalizing the IAT and the SC-IAT: Impact of idiographic stimulus selection in the measurement of implicit anxiety. *Personality and Individual Differences*, 48(8), 940–944. <http://doi.org/10.1016/j.paid.2010.02.027>.
- Strack, F., & Deutsch, R. (2004). Reflective and impulsive determinants of social behavior. *Personality and Social Psychology Review*, 8(3), 220–247. http://doi.org/10.1207/s15327957pspr0803_1.
- Teachman, B. A., Cody, M. W., & Clerkin, E. M. (2010). Clinical applications of implicit social cognition theories and methods. In B. Gawronski, & B. K. Payne (Eds.), *Handbook of implicit social cognition: Measurement, theory, and applications* (pp. 117–139). New York: Guilford Press.
- Thompson, A. M., Humbert, M. L., & Mirwald, R. L. (2003). A longitudinal study of the impact of childhood and adolescent physical activity experiences on adult physical activity perceptions and behaviors. *Qualitative Health Research*, 13, 358–377. <http://dx.doi.org/10.1177/1049732302250332>.
- Vaz, S., Falkmer, T., Passmore, A. E., Parsons, R., & Andreou, P. (2013). The case for using the repeatability coefficient when calculating test–retest reliability. *PLoS One*, 8(9), e73990. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0073990>.
- Wagenmakers, E.-J., van der Maas, H. L. J., & Grasman, R. P. P. P. (2007). An EZ-diffusion model for response time and accuracy. *Psychonomic Bulletin & Review*, 14(1), 3–22.
- Wasserman, K., Hansen, J. E., Sue, D. Y., Casaburi, R., & Whipp, B. J. (1999). *Principles of exercise testing and Interpretation: Including pathophysiology and clinical applications* (3rd ed.). Philadelphia, Pa, USA: Lippincott: Williams & Wilkins.
- Weir, J. P. (2005). Quantifying test-retest reliability using the intraclass correlation coefficient and the SEM. *Journal of Strength and Conditioning Research/National Strength & Conditioning Association*, 19(1), 231–240. <http://doi.org/10.1519/15184.1>.

Supplementary data: Pearson Correlations between each tests and scores at Time1 and 2.

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1. IAT 1 <i>D-Score</i>	Pearson's r	—	0.978	-0.112	0.751	0.756	0.016	0.018	0.034	-0.088	0.133	0.182	0.072	-0.025	-0.035	-0.145	-0.009	0.074	0.017
	p-value	—	< .001	0.419	< .001	< .001	0.908	0.896	0.809	0.526	0.339	0.188	0.605	0.856	0.804	0.297	0.950	0.593	0.901
2. IAT 1 <i>DW-Score</i>	Pearson's r		—	-0.137	0.778	0.795	0.003	0.057	0.066	-0.105	0.181	0.206	0.070	-0.016	0.009	-0.117	0.052	0.115	0.009
	p-value		—	0.322	< .001	< .001	0.984	0.685	0.637	0.451	0.189	0.135	0.614	0.906	0.946	0.399	0.707	0.407	0.946
3. IAT 1 <i>IP-Score</i>	Pearson's r			—	-0.144	-0.138	0.653	-0.080	-0.016	0.076	-0.001	-0.071	0.177	-0.049	-0.054	-0.070	0.023	0.028	0.067
	p-value			—	0.298	0.319	< .001	0.567	0.909	0.585	0.995	0.610	0.201	0.724	0.699	0.613	0.867	0.839	0.630
4. IAT 2 <i>D-Score</i>	Pearson's r				—	0.981	-0.091	0.050	0.100	0.021	0.123	0.159	0.072	0.096	0.104	-0.052	0.259	0.208	-0.109
	p-value				—	< .001	0.513	0.720	0.473	0.879	0.374	0.252	0.605	0.491	0.452	0.707	0.059	0.132	0.432
5. IAT 2 <i>DW-Score</i>	Pearson's r					—	-0.085	0.057	0.110	0.011	0.162	0.177	0.089	0.059	0.094	-0.073	0.282	0.237	-0.079
	p-value					—	0.542	0.683	0.428	0.940	0.242	0.199	0.524	0.670	0.498	0.602	0.039	0.084	0.572
6. IAT 2 <i>IP-Score</i>	Pearson's r						—	0.001	0.022	0.003	0.039	-0.055	0.044	-0.006	-0.025	-0.091	0.043	0.062	-0.008
	p-value						—	0.993	0.875	0.983	0.780	0.694	0.751	0.965	0.858	0.512	0.756	0.654	0.952
7. PA SC-IAT 1 <i>D-Score</i>	Pearson's r							—	0.916	0.069	0.326	0.331	0.033	-0.055	0.026	0.092	0.025	0.047	-0.159
	p-value							—	< .001	0.609	0.013	0.012	0.810	0.685	0.850	0.498	0.855	0.731	0.237
8. PA SC-IAT 1 <i>DW-Score</i>	Pearson's r								—	0.223	0.361	0.383	0.083	0.035	0.106	0.099	0.074	0.089	-0.183
	p-value								—	0.096	0.006	0.003	0.542	0.794	0.432	0.465	0.582	0.509	0.174
9. PA SC-IAT 1 <i>IP-Score</i>	Pearson's r									—	0.029	0.091	0.356	0.007	0.050	0.109	0.190	0.146	-0.024
	p-value									—	0.830	0.503	0.007	0.956	0.709	0.421	0.156	0.280	0.861
10. PA SC-IAT 2 <i>D-Score</i>	Pearson's r										—	0.939	0.169	0.142	0.172	0.102	0.243	0.324	0.098
	p-value										—	< .001	0.208	0.292	0.201	0.449	0.069	0.014	0.468
11. PA SC-IAT 2 <i>DW-Score</i>	Pearson's r											—	0.210	0.123	0.148	0.090	0.240	0.341	0.057
	p-value											—	0.116	0.361	0.271	0.504	0.073	0.009	0.673
12. PA SC-IAT 2 <i>IP-Score</i>	Pearson's r												—	-0.058	0.019	0.112	0.220	0.196	0.342
	p-value												—	0.670	0.888	0.406	0.100	0.144	0.009
13. SB SC-IAT 1 <i>D-Score</i>	Pearson's r													—	0.921	0.153	0.194	0.243	-0.046
	p-value													—	< .001	0.255	0.147	0.069	0.735
14. SB SC-IAT 1 <i>DW-Score</i>	Pearson's r														—	0.219	0.395	0.398	-0.083
	p-value														—	0.102	0.002	0.002	0.537
15. SB SC-IAT 1 <i>IP-Score</i>	Pearson's r															—	0.195	0.124	0.278
	p-value															—	0.146	0.358	0.036
16. SB SC-IAT 2 <i>D-Score</i>	Pearson's r																—	0.909	-0.237
	p-value																—	< .001	0.076
17. SB SC-IAT 2 <i>DW-Score</i>	Pearson's r																	—	-0.241
	p-value																	—	0.071
18. SB SC-IAT 2 <i>IP-Score</i>	Pearson's r																		—
	p-value																		—

Note : 1 = Time 1 ; 2 = Time 2 ; PA = Physical Activity, SB = Sedentary Behaviors

Résultats de l'étude 1

La première étude conduite dans le cadre de cette thèse met en évidence des différences importantes de fiabilité test-retest en fonction des outils de mesure implicites et algorithmes de calcul des scores utilisés. Sur la plan de la fiabilité relative (i.e., consistance de la position d'un individu par rapport aux autres dans un groupe), seul l'IAT avec une méthode de calcul des scores dite « winsorisée » (i.e., *DW-Score*) présentait une fiabilité test-retest acceptable (i.e., $ICC > .75$). En revanche concernant la fiabilité absolue (i.e., consistance du score de chaque individu), les résultats indiquaient une variabilité trop importante des scores entre les deux passations, quels que soient les tests et algorithmes utilisés.

NB : Le DW-score a été utilisé systématiquement pour calculer les scores IAT et SC-IAT dans les autres études de la thèse.

Manuscrit 2

Chevance, G., Héraud, N., Varray, A., & Boiché, J. (2017). Change in explicit and implicit motivation toward physical activity and sedentary behavior in pulmonary rehabilitation and associations with postrehabilitation behaviors. *Rehabilitation Psychology*, 62(2), 119-129. doi:10.1037/rep0000137

Dans cette étude, un échantillon de 119 personnes ($M_{AGE} = 62$ ans, $M_{IMC} = 29$ kg/m², 47% de femmes) a été évalué à l'entrée et à la sortie d'un programme de réhabilitation de 5 semaines sur : les attitudes implicites envers l'activité physique par rapport à la sédentarité ; et les variables de la théorie du comportement planifié (i.e., attitudes, normes sociales, contrôle comportemental perçu, et intentions) exprimées en faveur de l'activité physique, et vis-à-vis de la limitation des comportement sédentaires. Six mois plus-tard, les patients ont complété une mesure auto-rapportée de leur activité physique et de leur sédentarité. Cette étude a donc permis d'étudier (i) la malléabilité de variables motivationnelles envers l'activité physique et la sédentarité au cours d'un programme de réhabilitation, et (ii) l'association de ces facteurs motivationnels avec ces deux comportements.

Change in Explicit and Implicit Motivation Toward Physical Activity and Sedentary Behavior in Pulmonary Rehabilitation and Associations With Postrehabilitation Behaviors

Guillaume Chevance
University of Montpellier and Groupe 5 Santé,
Toulouges, France

Nelly Héraud
Groupe 5 Santé, Toulouges, France

Alain Varray and Julie Boiché
University of Montpellier

Objective: The aim of this study was twofold: (a) to determine whether Theory of Planned Behavior (TPB) variables and implicit attitudes toward physical activity and sedentary behavior would change during a 5-week pulmonary rehabilitation (PR) program, and (b) to investigate the relationships between behavioral intentions, implicit attitudes, physical activity, and sedentary behavior in postrehabilitation. **Design:** Out of 142 patients with respiratory disease included in this study, 119 completed 2 questionnaires measuring TPB variables with regard to physical activity and sedentary behavior, and an Implicit Association Test (IAT) measuring implicit attitudes toward physical activity in contrast to sedentary behavior. The TPB questionnaires and the IAT were administered at the beginning (Time 1) and the end of the program (Time 2). Six months after the program (Time 3), 62 patients provided self-reported measures of their recreational physical activity and screen-based, leisure-time sedentary behavior. **Results:** Over the course of pulmonary rehabilitation, perceived behavioral control and intentions toward physical activity increased, as did social norms and perceived behavioral control toward sedentary behavior; implicit attitudes were also more positive toward physical activity. Implicit attitudes at the end of PR (Time 2) were significantly associated with postrehabilitation physical activity (Time 3). **Conclusions:** TPB variables toward physical activity and sedentary behavior as well as implicit attitudes were enhanced during PR. At 6 months, implicit attitudes were significantly associated with physical activity. These results suggest that motivation, particularly implicit attitudes, should be targeted in future behavioral interventions in order to optimize the effects of rehabilitation on physical activity maintenance.

Impact and Implications

Understanding the maintenance of an active lifestyle after pulmonary rehabilitation is challenging. This study is the first to explore the role of both implicit and explicit motivational variables as outcomes of pulmonary rehabilitation and predictors of postrehabilitation behaviors. The study highlighted that certain, but not all, explicit and implicit motivational variables could be enhanced during pulmonary rehabilitation. However, only implicit motivational factors were significantly associated with postrehabilitation physical activity in this study. Results suggest to consider both explicit and implicit motivation as an important outcome in pulmonary rehabilitation context. Implicit motivational processes could be a relevant determinant to target in future experimental studies and behavioral interventions.

Keywords: Theory of Planned Behavior, implicit attitudes, respiratory disease, dual processes model, automatic processes

Guillaume Chevance, Laboratory Epsilon, Dynamics of Human Abilities and Health Behavior, University of Montpellier, and Les Cliniques du Souffle, Groupe 5 Santé, Toulouges, France; Nelly Héraud, Les Cliniques du Souffle, Groupe 5 Santé; Alain Varray, Department of Laboratory Euromov, University of Montpellier; Julie Boiché, Laboratory Epsilon, Dynamics of Human Abilities and Health Behavior, University of Montpellier.

There are no conflicts of interest to declare for this study.

We thank the clinical staffs of La Vallonie and La Solane, as well as the members of the research committee of 5 Santé.

Correspondence concerning this article should be addressed to Guillaume Chevance, MS, Laboratory Epsilon, Dynamics of Human Abilities and Health Behavior, University of Montpellier, EA 4556, 4 Boulevard Henri IV, 34 000 Montpellier, France. E-mail: guillaumechevance@hotmail.fr

Introduction

Patients with chronic respiratory disease are less physically active than age-matched healthy individuals (Pitta et al., 2005). Yet reduced physical activity in this population predicts poor health-related outcomes (Waschki et al., 2011). Compared with other therapies, Pulmonary Rehabilitation (PR) has arguably the most powerful effect on patients' physical and psychological health (McCarthy et al., 2015). PR is a comprehensive intervention that focuses on exercise training and education with the twofold aim of improving the physical and psychological condition of patients and promoting long-term adherence to health-enhancing behaviors (Spruit et al., 2013). One of the main PR outcomes is increased exercise capacity that will carry over into more active behaviors in postrehabilitation daily living (Spruit, Pitta, McAuley, ZuWallack, & Nici, 2015). Unfortunately, the transition from supervised exercise during PR to autonomous active behavior after the program does not systematically occur.

A recent review of 11 studies noted that only three of them reported a significant increase in physical activity after PR compared with preenrolment levels, three reported an increase in only some of the physical activity indicators, and five found no significant increase in physical activity (Spruit et al., 2015). In addition, a longitudinal study investigating trajectories in self-reported physical activity 1 year after PR found that only 30% of the patients were sufficiently active in the postrehabilitation period, whereas 15% started with a sufficient active level post-PR but significantly declined over time, and 55% were insufficiently active both at the end of the PR program and in the postrehabilitation period (Soicher et al., 2012). Given these findings, a call was made for interdisciplinary studies, especially combining the rehabilitation and behavioral sciences, in order to gain an in-depth understanding of behavior change during and after PR (Spruit et al., 2015).

To date, very little information is available on the components that may be missing from PR programs that would ensure long-term postrehabilitation behavioral modification. Previous studies have mainly focused on the clinical variables traditionally measured in PR as potential determinants of patients' physical activity (Yu, Frei, Ter Riet, & Puhan, 2016). For example, patients who are more active after PR are usually those who exhibit higher exercise tolerance at the end of the program (Saunders et al., 2015; Soicher et al., 2012). However, in addition to the usual physiological variables studied in respiratory medicine, there is a strong need to consider behavioral determinants which explain a significant part of postrehabilitation behaviors. For example, over the past three decades, studies have demonstrated that health behaviors are consistently associated with individuals' motivational characteristics (Gourlan et al., 2016; Rebar et al., 2016; Sheeran, Gollwitzer, & Bargh, 2013). Contemporary theories of motivation like the reflective impulsive model (Strack & Deutsch, 2004) assume that two categories of psychological determinants shape individual behavior: explicit and implicit processes (Gawronski & Payne, 2011), and this assumption is shared by researchers in health psychology (Hofmann, Friese, & Wiers, 2008).

Explicit processes are generally included in sociocognitive models that assume that health behaviors result from conscious cognitions, such as goals and intentions (Sheeran et al., 2016). One of the most cited theories dealing with explicit motivation is the

Theory of Planned Behavior (TPB; Ajzen, 1991). In this model, the conscious *intention* to act is considered the most proximal precursor of behavior. This construct is enhanced by positive *explicit attitudes* (i.e., subjective evaluation of the (un)likable and useful/less characteristics of the behavior), encouraging *social norms* (i.e., positive opinion and behaviors of members of the social environment), and high *perceived behavioral control* (i.e., perception of one's ability to perform the behavior and control it). Intentions are thus mediators in the relationship between explicit attitudes, social norms, and perceived behavioral control (i.e., also conceptualized as a direct determinant of behavior) and behavior.

The predictive validity of this model in the health field has been supported by several meta-analyses (McEachan et al., 2016; McEachan, Conner, Taylor, & Lawton, 2011; Hagger, Chatzisarantis, & Biddle, 2002), and two studies carried out in rehabilitation (i.e., cardiac) have also provided support for the tenets of the TPB (Blanchard et al., 2003; Blanchard, Courneya, Rodgers, Daub, & Knapik, 2002). In these studies, explicit attitudes, subjective norms, and perceived behavioral control were independent predictors of exercise intentions, which in turn significantly predicted exercise adherence during rehabilitation and follow-up. However, little is known about the change of explicit motivation during PR. Rodgers, Murray, Selzler, and Norman (2013) found that task self-efficacy was significantly improved during cardiac rehabilitation, whereas barrier self-efficacy and scheduled self-efficacy were not. Moreover, in lung cancer survivors, the only TPB variable enhanced during a 10-week exercise program was perceived behavioral control (Peddle-McIntyre, Bell, Fenton, McCargar, & Courneya, 2013). These findings suggest that the TPB variables may not be modified in the same way during a PR program, and further investigation into how each of them changes is thus needed.

In parallel to conscious cognitive processes, such as the TPB variables, one recent review highlighted that physical activity also depends on less conscious cognitions (Rebar et al., 2016). Accordingly, it is increasingly recognized in health psychology that behavioral determinants should be described both in terms of explicit and implicit processes (Sheeran et al., 2013). In contrast to explicit processes, which refer to conscious thoughts, implicit processes refer to cognitive, affective, and motivational processes that influence health decisions and behaviors with little awareness of their influence (Sheeran et al., 2013, 2016). Methodologically, implicit psychological processes therefore need to be assessed indirectly. The measures are generally operationalized through computerized tasks with the reaction times (RTs) recorded to assess participants' implicit cognitions (i.e., in contrast to explicit processes, which are frequently measured with self-report questionnaires). Over the last decade, the study of these variables has received increasing attention in the physical activity field (Rebar et al., 2016), particularly implicit attitudes (i.e., automatic evaluations of an object as pleasant or unpleasant, which operate mostly outside of a person's awareness; Greenwald & Banaji, 1995). Indeed, evidence is increasing that implicit attitudes are significantly related to physical activity, whether self-reported (Berry, Spence, & Clark, 2011; Bluemke, Brand, Schweizer, & Kahlert, 2010; Calitri, Lowe, Eves, & Bennett, 2009; Eves, Scott, Hoppé, & French, 2007) or objectively measured (Conroy, Hyde, Doerksen, & Ribeiro, 2010; Rebar, Ram, & Conroy, 2015).

Moreover, implicit attitudes were found to be significantly associated with physical activity (Conroy et al., 2010), controlling for the effect of TPB variables, particularly in obese persons (Chevance, Caudroit, Romain, & Boiché, 2017). In addition, several quasiexperimental studies in the physical activity context have suggested that implicit attitudes are malleable (Antoniewicz & Brand, 2016; Berry, 2016; Hyde, Elavsky, Doerksen, & Conroy, 2012; Markland, Hall, Duncan, & Simatovic, 2015). Hence, the study of implicit attitudes in addition to TPB variables during PR might provide deeper insight into the role of motivation during rehabilitation and potentially inspire new interventional perspectives (Hollands, Marteau, & Fletcher, 2016; Papies, 2016; Rebar et al., 2016).

In this study, we thus focused on the motivation for both physical activity and sedentary behavior (i.e., time spent sitting) independently, a procedure that is currently considered necessary to provide an accurate picture of patient lifestyles (Sparling, Howard, Dunstan, & Owen, 2015). Indeed, previous studies have shown that (a) sedentary behavior is partially independent of the physical activity level (Mansoubi, Pearson, Biddle, & Clemes, 2014), (b) high levels of both behaviors can be displayed by certain individuals (Omorou, Coste, Escalon, & Vuillemin, 2016), and (c) the adverse health effects of sitting time are in part independent of physical activity level (Biswas et al., 2015). Some authors have therefore argued that sedentary behavior is a valid outcome to be considered apart from physical activity in the context of PR (Spruit et al., 2015). Currently, little is known about the motivational determinants of sedentary behavior. Theoretically, this behavior may depend on the same types of motivational processes as physical activity (Maher & Conroy, 2016), but the motivations for both categories may be impacted differently by an intervention (Biddle, Mutrie, & Gorely, 2015).

Research on motivation for physical activity and sedentary behavior is crucial to achieve a better understanding of how PR affects behavior in postrehabilitation. Such studies thus potentially offer a way to refine the current rehabilitation programs. The aims of this study were therefore (a) to assess the changes in TPB variables and implicit attitudes toward physical activity and sedentary behavior during PR, and (b) to examine the relationships between these variables and both physical activity and sedentary behavior at 6 months postrehabilitation.

Method

Participants

All potential study participants had a medical indication for pulmonary rehabilitation to manage respiratory disease. They were eligible for study enrollment if they were between 18 and 75 years old and had health care coverage. They were not included in the study if they had needed acute care (e.g., exacerbation requiring hospitalization) in the previous month, had a medical contraindication to exercise or health problems that precluded program completion, were unable to respond to paper-based questionnaires or perform computerized tests, or were under psychiatric treatment that might affect their judgment. During the program, participants were excluded from the study if they did not participate in the entire program (e.g., due to injury or other incapacity). Six months after the end of PR, participants were excluded from the analyses

if they failed to report their level of physical activity and sedentary behavior in postrehabilitation period. No intervention or incentive was provided to encourage maintained participation in the study. The recruitment phase of the study (inclusion evaluations and Time 1 measures) took place in France between March and October 2015. All participants gave written consent. Procedures were in accordance with the principles of the Declaration of Helsinki of 1975, as revised in 2000.

Pulmonary Rehabilitation Program

The inpatient PR program lasted 5 weeks and primarily focused on exercise, with 13–24 hours per week of Adapted Physical Activities including treadmill walking, outdoor walking, aqua-aerobics, strengthening exercises, and stretching. The education sessions included lectures on nutrition, tobacco, stress, and general disease management. Psychologists and nutritionists were available to meet with patients in individual sessions. None of the health professionals were trained in behavior change theories and techniques, and the program was not specifically designed to enhance patient motivation.

Measures

Demographic and clinical characteristics. Age, gender, marital and current employment status as well as the number of previous stays in previous inpatient rehabilitation programs were self-reported. Indications concerning psychiatric antecedents (i.e., presence vs. absence of a psychiatric antecedent), declarative regular physical activity (i.e., practicing at least 30 min of physical activity 5 times per week vs. no regular practice) and tobacco consumption (i.e., never, abstainer or weaned, smoker) were recorded during an interview with a physician. Body mass index and symptom-limited $\dot{V}O_2$ peak % theoretical (Wasserman, Hansen, Sue, Casaburi, & Whipp, 1999), were measured at the beginning of the program by a physician.

Variables of the Theory of Planned Behavior for physical activity. The questionnaires assessing the TPB variables were formulated following the recommendations of Ajzen (2006). Participants were first informed of the definition of regular physical activity according to the French national plan for nutrition and health (i.e., doing at least 30 min per day of moderate to vigorous physical activity, 5 days per week). We assessed explicit attitudes through 7-point semantic differentiation scales, for which the instructions were: “For you, practicing a regular physical activity after your rehabilitation program would be. . . .” Six pairs of positive (e.g., pleasant, beneficial, useful) and negative (e.g., unpleasant, harmful, unnecessary) adjectives were used ($\alpha = .78$). Intentions (e.g., “I intend to practice a regular physical activity after my rehabilitation program”; $\alpha = .88$), perceived behavioral control (e.g., “I feel able to practice a regular physical activity after my rehabilitation program”; $\alpha = .67$) and social norms (e.g., “People who are important to me encourage me to practice a regular physical activity after my rehabilitation program”; $\alpha = .88$) were each measured through three items with a 7-point Likert scale ranging from (1) *do not at all agree* to (7) *totally agree*.

Mean scores were computed for each variable between 1 (lowest score) and 7 (highest score).

Variables of the Theory of Planned Behavior for sedentary activities. The questionnaire assessing the TPB variables regarding sedentary behavior started with a definition of these activities (i.e., time spent by a person sitting or lying down, Sedentary Behaviour Research Network, 2012). In line with recent research (Maher & Conroy, 2016), items were formulated regarding the absence of sedentary behavior: “For you, limiting the time spent in sedentary activities after your rehabilitation program would be. . . .” Similar to physical activity, six items were used for explicit attitudes ($\alpha = .74$) and three for intentions (e.g., “I intend to limit my sedentary activities after my rehabilitation program”; $\alpha = .85$), perceived behavioral control (e.g., “I feel able to limit my sedentary activities after my rehabilitation program”; $\alpha = .67$) and social norms (e.g., “People who are important to me encourage me to limit my sedentary activities after my rehabilitation program”; $\alpha = .89$). Mean scores between 1 and 7 were computed for each variable.

Implicit attitudes toward physical activity versus sedentary behavior. Implicit attitudes were measured with a computerized Implicit Association Test and by analyzing participant’s RTs throughout the test (IAT; Greenwald, McGhee, & Schwartz, 1998). This test evaluates the strength of a person’s mentally held automatic associations between two attributes (e.g., positive and negative) and two conceptual targets (e.g., physical activity vs. sedentary behavior). During the IAT, participants are required to sort stimuli (i.e., words or images) representing four categories with only two response keys, each assigned to two of the four categories (e.g., physical activity + positive vs. sedentary behavior + negative; physical activity + negative vs. sedentary behavior + positive). If two categories are highly associated mentally for that person, the sorting task is expected to be easier when they share the same response key than when they do not. Hence, ease of sorting can be estimated by the speed of responding (Greenwald, Nosek, & Banaji, 2003).

The IAT procedure comprised seven blocks. In Block 1, the two conceptual categories “physical activity” and “sedentary behavior” were displayed on the left and right sides of the window. Participants were asked to sort words into either category, physical activity or sedentary behavior. Each trial consisted of a stimulus appearing in the center of the computer screen and had to be classified into the correct category. The word remained on the screen until the participant made a categorization choice. Participants used the letter *Q* on the left side on the keyboard, and the number 5 on the right side on the numeric keypad to select their category choice for each stimulus. If a word was incorrectly categorized (e.g., the word *run* in the category sedentary behavior), an indication (X) appeared on the screen, and the participant had to fix his or her error by pressing the correct response key before going on with the test. In Block 2, participants were asked to sort words corresponding to the attributes “positive” or “negative”, displayed in the left and right side of the screen, and following the same procedure as in Block 1. In Blocks 3 (i.e., practice block) and 4 (i.e., test block), participants were asked to sort the stimuli corresponding to the four categories combined (e.g., physical activity + positive in the right side of the screen vs. sedentary behavior + negative in the left side of the screen). Block 5 was similar to

Block 1 but the categories were reversed in position (i.e., if physical activity was displayed on the right side, the category is placed on the left side and vice versa). In Blocks 6 (i.e., practice block) and 7 (i.e., test block), participants were asked to sort stimuli in the four categories combined in a reversed version (e.g., physical activity + negative in the right side of the screen vs. sedentary behavior + positive in the left side of the screen). Following the recommendation from Greenwald et al. (2003), practice blocks comprised 20 trials and test blocks comprised 40 trials. Before starting, participants were told that they would be making a series of category classifications. The instructions were to sort the stimuli as quickly as possible and to make as few mistakes as possible, insisting on the fact that these two parameters were equally important.

The data were prepared according to Richetin, Costantini, Perugini, and Schönbrodt (2015): (a) for each participant, the 10% fastest and slowest latencies were replaced by the last untrimmed latencies, for both error and correct responses, (b) the difference between the average latencies of the two critical blocks was divided by the pooled *SD* of all the latencies, and (c) the score was computed based on practice and critical trials together. The score was between -2 (implicit attitudes in favor of sedentary behavior compared with physical activity) to $+2$ (implicit attitudes in favor of physical activity compared with sedentary behavior), 0 being a neutral score suggesting no distinct treatment between concepts. The IAT and this scoring algorithm were preferred to other methods due to stronger test–retest reliability [$ICC_{(2,1)} \text{Time 1-Time 2} = 0.78$] and internal consistency [$\alpha_{\text{Time 1}} = 0.97$ and $\alpha_{\text{Time 2}} = 0.96$] demonstrated in a sample of patients admitted for PR (Chevance, Héraud, Guerrieri, Rebar, & Boiché, 2016).

Physical activity behavior. Physical activity in the postrehabilitation period was measured with the Phone-Fitt Questionnaire (Gill, Jones, Zou, & Speechley, 2008). This questionnaire was first validated in older adults and provides information about the nature of activities (i.e., household and recreational activities: “In a typical week in the last month, did you engage in the activity . . .”), their frequency (i.e., from 0 to 7 times per week; “How many times/week?”) and duration (i.e., “About how much time on each occasion?”). The score was computed following recommendations (Gill et al., 2008): the sum of the frequency (i.e., from 0 to 7 times per week) and the duration code (i.e., 0 = 1–15 min, 1 = 16–30 min, 2 = 31–60 min, and 4 = more than 60 min), summed across all recreational activities (i.e., 14 items including walking, lifting weight, swimming, and others).

Sedentary behavior. Sedentary behaviors in the postrehabilitation period were measured with the Sedentary Behavior Questionnaire for adults (Rosenberg et al., 2010). This questionnaire assesses the time spent in different sedentary activities per day during the week and weekend separately. Questions were formulated as follows: “On a typical week day/weekend day, how much time do you spend (from the moment you wake up until you go to bed) doing the following activities?” In the present study, the score was computed using four items corresponding to screen-based leisure-time activities (e.g., the time spent watching TV and using a computer for leisure) for weekdays and weekend days. The mean time spent on screen-based leisure activities was computed based on these four items.

Procedures

Variables from the TPB and implicit attitudes were first measured in one of the first 2 days of the program (Time 1), and again 5 weeks later at the end of PR (Time 2). Physical activity and sedentary behaviors were recorded 6 months after the end of the program (Time 3). The physical activity and sedentary behavior questionnaires were delivered by regular mail. If patients did not respond within 2 weeks, they were reached by phone. After three missed calls, they were excluded from follow-up analyses. All the motivational and behavioral data were collected by the same experimenter (first author).

Statistical Analysis

We calculated the sample size needed to determine a change in implicit attitudes between Time 1 and Time 2, taking into account potential attrition in the rehabilitation context. Regarding implicit attitudes, Hyde et al. (2012) highlighted an effect size of .20 (Cohen's *d*, Cohen, 1988) at 1 week among students. Furthermore, Markland et al. (2015) showed a difference of .40 in implicit attitudes between participants from an intervention versus control group. Accordingly, we considered an effect size of .30 for this study. A priori analyses carried out in G*Power (Faul, Erdfelder, Lang, & Buchner, 2007) showed that a sample of 122 patients would be sufficient to detect an effect size of at least .30 with 95% power at the 5% significance level. Assuming a 20% attrition rate, we planned to recruit 140 participants. Regarding follow-up analyses at Time 3, post hoc power (1- β) analyses were conducted using standard formulas (Cohen, Cohen, West, & Aiken, 2003).

Means and standard deviations were computed for continuous variables, and frequencies were calculated for categorical variables. Next, to test for potential attrition biases, independent sample *t* tests and chi-square tests were performed to compare the baseline characteristics (i.e., age, BMI, sex, motivation) of participants who completed the program (Time 2) with those who only participated at Time 1.

To examine change in the TPB variables and implicit attitudes during the program, we performed one-tailed paired sample *t* tests, and Cohen's *d* was used as the indicator of effect size. Multiple regression models were performed to assess whether motivation were significantly associated with physical activity and sedentary behaviors 6 months after PR (Time 3). In a first model (Model 1), independent variables measured at Time 1 were regressed on physical activity and sedentary behavior at Time 3. In a second model (Model 2), independent variables measured at Time 2 were regressed on follow-up behavior at Time 3. In both models, exercise tolerance (i.e., best distance covered in walking tests performed both at Time 1 and Time 2, and expressed in percentage of theoretical value; Troosters, Gosselink, & Decramer, 1999; Singh, Morgan, Scott, Walters, & Hardman, 1992) was entered as an independent variable in models to control for the potential impact of this variable on physical activity maintenance after PR (Saunders et al., 2015; Soicher et al., 2012). All the analyses were performed with JASP 0.7.1.12 software (JASP, 2016).

Results

Participant Characteristics and Descriptive Statistics

One hundred and 42 patients were included in this study, and 119 completed the PR program and evaluations at Time 2. Of the 23 who did not provide data at Time 2, almost half experienced injury or exacerbation during the program ($n = 11$), 10 did not complete the program for other reasons, and some were not interested in completing the Time 2 measures ($n = 2$). Regarding attrition biases, independent sample *t* tests and chi-square tests yielded no significant differences in the Time 1 characteristics between those who participated at Time 2 and those who did not. The scores of these two groups of participants at Time 1 are presented in Table 1. At Time 3 (i.e., 6 months after PR), 62 patients provided self-reported measures of physical activity and sedentary behavior. Among the 57 patients who did not provide behavioral measures, a majority did not respond to the questionnaires and were not available by phone ($n = 38$), others were hospitalized during the postrehabilitation phase ($n = 9$), some sent in their questionnaire responses but after the 6-month cutoff ($n = 8$), one participant declined, and one participant died during the follow-up period.

Change in Theory of Planned Behavior Variables and Implicit Attitudes During the Program

Change in TPB variables and implicit attitudes between the start (Time 1) and the end of the program (Time 2) are provided in Table 2. Regarding the TPB variables toward physical activity, there was a significant increase between Time 1 and Time 2 for

Table 1
Demographic Characteristics at Time 1

Demographic and clinical variables	Mean (<i>SD</i>) or %	
	Participants (<i>N</i> = 119)	Drop-outs (<i>N</i> = 23)
Age (years)	61.73 ± 8.7	62.41 ± 8.5
Previous rehabilitation programs	1.8 ± 1.1	2.1 ± 1.6
BMI (kg/m ²)	28.6 ± 6.5	30.8 ± 12.0
$\dot{V}O_2$ peak (% theo.)	64.3 ± 23.1	62.6 ± 19
Sex		
Female	47%	44%
Male	53%	56%
Marital status		
Married	66%	62%
Single	34%	38%
Professional status		
Workers	20%	21%
Retired	55%	53%
Unemployed	25%	26%
Self-reported physical activity	39%	40%
Psychiatric antecedents	9%	17%
Tobacco		
Never	28%	40%
Abstainer or weaned	41%	35%
Smoker	31%	25%

Note. BMI = body mass index; Participants = patients who completed the Time 2 survey; Drop-outs = patients who did not complete the Time 2 evaluations.

Table 2
Differences in TPB Variables and Implicit Attitudes Between Time 1 and Time 2 ($N = 119$)

Psychological variables	Time 1 <i>M</i> (<i>SD</i>)	Time 2 <i>M</i> (<i>SD</i>)	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
TPB Physical activity					
Intentions	5.8 (1.03)	6.0 (.90)	1.83	.035	.17
Explicit attitudes	6.2 (.88)	6.3 (.77)	1.56	.060	.15
Social norms	5.5 (1.42)	5.6 (1.49)	1.27	.104	.12
Perceived behavioral control	5.4 (1.13)	5.7 (.90)	2.28	.012	.22
TPB Sedentary behavior					
Intentions	5.4 (1.26)	5.6 (1.15)	1.20	.117	.11
Explicit attitudes	5.8 (.95)	5.9 (.95)	.48	.316	.05
Social norms	4.8 (1.81)	5.1 (1.70)	1.86	.033	.18
Perceived behavioral control	5.2 (1.20)	5.5 (.96)	1.96	.026	.19
Implicit attitudes	.56 (.85)	.73 (.81)	2.36	.010	.22

Note. TPB = Theory of Planned Behavior; *M* = mean; *SD* = standard deviation; *d* = effect size according to Cohen's *d*.

intentions ($p = .035$, $d = .17$) and perceived behavioral control ($p = .012$, $d = .22$). Explicit attitudes and social norms did not change significantly. Regarding the TPB variables toward sedentary behavior, social norms and perceived behavioral control were significantly higher at Time 2 compared with Time 1 ($p = .033$, $d = .18$; $p = .026$, $d = .19$), but intentions and explicit attitudes did not change significantly. Implicit attitudes significantly improved in favor of physical activity compared with sedentary behavior during the program ($p = .01$, $d = .20$). Effect sizes were between [.17-.22], which indicates small effects, according to Cohen's *d* (Cohen, 1988).

Association Between Theory of Planned Behavior Variables, Implicit Attitudes and Behaviors in Postrehabilitation

Multiple regression analyses were performed to examine whether motivation significantly predicted physical activity and sedentary behavior 6 months after PR. Exercise tolerance, intentions and implicit attitudes measured at Time 1 (i.e., start of PR, Model 1) or Time 2 (i.e., end of PR, Model 2) were entered as independent variables. Physical activity and sedentary behavior at Time 3 were entered as dependent variables. Intentions toward physical activity were entered when the dependent variable was physical activity behavior, and sedentary behavior intentions were entered when the dependent variable was sedentary behavior. Results of the regression analyses are displayed in Table 3.

Regarding Model 1 for physical activity, the equation was statistically significant: $F(3, 53) = 5.11$; adjusted $R^2 = .18$; $p = .004$, $1-\beta = .49$. Exercise tolerance ($\beta = .39$; $p = .003$) was significantly and positively associated with physical activity, whereas implicit attitudes ($\beta = .17$; $p = .169$) and intentions were not ($\beta = .10$; $p = .416$). Regarding Model 1 for sedentary behavior, the equation was statistically significant $F(3, 52) = 5.79$; adjusted $R^2 = .21$; $p = .002$, $1-\beta = .51$. Exercise tolerance was significantly and negatively associated to sedentary behavior ($\beta = -.42$; $p < .001$). Implicit attitudes ($\beta = -.16$; $p = .195$),

and intentions ($\beta = -.13$; $p = .283$) were not associated with sedentary behavior.

Regarding Model 2 for physical activity, the equation was statistically significant: $F(3, 50) = 7.13$; adjusted $R^2 = .26$; $p < .001$, $1-\beta = .59$. Exercise tolerance ($\beta = .43$; $p < .001$) and implicit attitudes ($\beta = .29$; $p = .020$) were significantly associated with physical activity, whereas intentions were not ($\beta = .10$; $p = .416$). Regarding Model 2 for sedentary behavior, the equation was statistically significant $F(3, 48) = 5.98$; adjusted $R^2 = .23$; $p = .002$, $1-\beta = .53$. Exercise tolerance was significantly and negatively associated to sedentary behavior ($\beta = -.45$; $p < .001$). Implicit attitudes ($\beta = -.21$; $p = .097$), and intentions were not associated with sedentary behavior ($\beta = .15$; $p = .247$).

For both regression models, standardized residuals as well as variance inflation factors were examined, revealing no problem of nonlinearity, heteroscedasticity or multicollinearity.¹

Discussion

The two objectives of this study were to assess (a) the change in TPB variables and implicit attitudes toward physical activity and sedentary behaviors during PR, and (b) to examine whether explicit and/or implicit motivation was significantly associated with patients' behaviors at 6 months postrehabilitation. First, the results indicated that both explicit and implicit motivational processes may be sensitive to PR. Intentions and perceived behavioral control toward physical activity, as well as social norms and perceived behavioral control toward sedentary behavior, increased during the PR period. Implicit attitudes also became more in favor of physical activity compared with sedentary behavior. Second, implicit attitudes at the end of the PR program were a significant predictor of physical activity but not sedentary behavior. No independent association of intentions with physical or sedentary behavior was observed.

Change in Explicit and Implicit Motivational Processes

Regarding the TPB variables, perceived behavioral control toward both behaviors increased during PR, whereas explicit attitudes did not change for either of them. Social norms for sedentary behavior significantly increased, but not those for physical activity; and intentions toward physical activity were higher at the end of PR, but not toward sedentary behavior. These results highlight the interest of studying these motivational processes independently, given that they were modified in different ways over the course of the PR. Previous research noted the independence of some of the TPB variables toward physical activity and sedentary behavior in students (Rhodes & Blanchard, 2008), and the results of our study extend this literature. In the present study, solely perceived behavioral control toward the two behaviors was consistently enhanced, which is in accordance with previous study conducted among cancer survivors (Peddle-McIntyre et al., 2013).

¹ Intentions have been entered as an independent variable in both models because they theoretically mediate the relationships between explicit attitudes, social norms and perceived behavioral control on the one hand, and behavior on the other. In complementary analyses, the other TPB variables were not significantly associated with behaviors in postrehabilitation, and implicit attitudes at Time 2 remained significantly associated with physical activity but not with sedentary behavior.

Table 3
Multiple Regression Analyses Displaying the Associations Between Motivation (Time 1 and Time 2) and Behaviors (Time 3)

Predictors	Physical activity Time 3			Sedentary behavior Time 3		
	<i>B</i> (<i>SE</i>)	β	<i>R</i> ²	<i>B</i> (<i>SE</i>)	β	<i>R</i> ²
Model 1						
Exercise tolerance Time 1	.11 (.03)	.39**	.18	-.04 (.01)	-.42***	.21
Intentions Time 1	-.62 (.85)	-.10		-.27 (.25)	-.13	
Implicit attitudes Time1	1.48 (1.07)	.17		-.48 (.37)	-.16	
Model 2						
Exercise tolerance Time 2	.11 (.03)	.43***	.26	-.04 (.01)	-.45***	.23
Intentions Time 2	-.81 (.98)	.10		-.66 (.39)	.15	
Implicit attitudes Time 2	2.5 (1.03)	.29*		.35 (.30)	-.21	

Note. *B* = unstandardized; *SE* = Standard error; β = standardized; *R*² = Adjusted; Due to missing data on exercise tolerance, *N* = 57 for physical activity Model 1, *N* = 56 for sedentary behavior Model 1, *N* = 54 for physical activity Model 2, and *N* = 52 for sedentary behavior Model 2.

* *p* < .05. ** *p* < .01. *** *p* < .001.

This result appears logic in a rehabilitation context where daily structured exercise courses are proposed to patients, and could reinforce their perceptions of control toward the behaviors. Regarding intentions, the significant enhancement of physical activity intentions compared to sedentary behavior could be explained by the fact that exercise and health professionals do not systematically know the differences between physical activity and sedentary behaviors. It could be hypothesized that their discourses focus more on physical activity participation than on the reduction of sedentary behavior, which could have differently impacted these two variables in this study. Regarding explicit attitudes, the lack of significant change during the program could be explained by strong attitudes from the start of the program. Indeed, means for these variables at Time 1 were higher than the other TPB variables, which may have statistically limited their increase during PR. Finally, regarding the lack of studies investigating change in social norms, it is challenging in the present study to explain a change of this variable toward sedentary behavior but not toward physical activity. Experimental studies specifically targeting the TPB variables are needed to more fully elucidate the nature of the changes that occur (Chatzisarantis & Hagger, 2005; Sniehotta, 2009). It is also important to note that the effect sizes concerning the changes in these variables were small in the present study. This could be due to high scores on the TPB variables at the start of program, which may have limited their increase during PR. Future studies might therefore specifically pay attention to patients characterized by low levels of explicit motivation and who could be more likely not to engage in PR programs.

Regarding implicit attitudes, our results showed a significant change in favor of physical activity compared with sedentary behavior during the program. This result indicates that the patients automatically evaluated the concept of physical activity more positively and/or the concept of sedentary behavior more negatively at the end of the program compared with the start. To date, only a handful of studies have explored the malleability of physical activity implicit attitudes (Antoniewicz & Brand, 2016; Berry, 2016; Hyde et al., 2012; Markland et al., 2015), and none were conducted in a rehabilitation context. Importantly, the results of the current study confirm that implicit attitudes can change in PR without specific interventions targeting these processes. Neverthe-

less, as noted, the effect size was small, suggesting that an additional intervention would be required to observe a larger modification of this variable. In this aim, several frameworks have recently been proposed to target implicit processes (Hollands et al., 2016; Papiés, 2016). These interventions focus on behavior change techniques supposed to have a significant impact without participants' awareness, such as health goal priming or evaluative conditioning. In future studies, it would be interesting to examine the complementary impact of this kind of intervention during PR in parallel to more traditional intervention content (e.g., patient education and counseling). Last, implicit attitudes were significantly enhanced during PR in this study, contrary to explicit attitudes. This pattern of results were observed in another experimental study (Hollands, Prestwich, & Marteau, 2011), supporting the assumption that these two constructs are independent (Hyde, Doerksen, Ribeiro, & Conroy, 2010).

Association Between Explicit and Implicit Motivation and Behaviors During Postrehabilitation

When exercise tolerance at the end of PR and implicit attitudes were controlled for, intentions were not significantly associated with either physical activity or sedentary behavior. In the literature, this phenomenon has been referred to as the *intention-behavior gap* (Webb & Sheeran, 2006). In the physical activity field, research has indicated that more than one third of the people who intend to be physically active fail to translate their intentions into actual behavior (Rhodes & de Bruijn, 2013). Several moderators of this relationship have been investigated, and intention stability (i.e., the degree to which a person's intentions are stable over time) appears to be the most consistent one to date (Rhodes & Dickau, 2012). This may explain why intentions were not related to behaviors in the current study. Indeed, the time between the measure of intentions and the assessment of behaviors (i.e., 6 months) was longer than in previous research in rehabilitation (e.g., 14 weeks, Blanchard et al., 2002). Given that intentions are likely to fluctuate over time—due to disease symptoms, tiredness, or even weather—additional studies are needed to identify which techniques or health care organizations effectively sustain intention stability in postrehabilitation (Michie et al., 2011). For exam-

ple, self-regulatory strategies, such as implementation intentions (Gollwitzer & Brandstätter, 1997), may be of particular interest to support the transition between intentions and behaviors in chronic disease patients, at least in the short term (Rodgers et al., 2014).

With exercise tolerance and intention level controlled for, we observed that implicit attitudes measured at the end of the program, but not at the start, played a significant role in physical activity reported 6 months postrehabilitation. These results mean that automatic evaluations in favor of physical activity compared to sedentary behavior lead to higher level of physical activity participation 6 months after PR. Interestingly, PR seems to have significantly impacted the relationship between implicit attitudes and behavior. Indeed, only Time 2 implicit attitudes are significantly associated with physical activity, while this was not the case of baseline scores. Prospective studies have already shown significant associations between implicit attitudes and physical activity, but only with short-term follow-up (i.e., 1–2 weeks, Conroy et al., 2010; Rebar et al., 2015). The current study thus contributes to the literature by demonstrating the long-term associations between implicit motivational processes and behaviors in the physical activity context (Rebar et al., 2016). Post hoc analyses revealed that implicit attitudes explained 12% of the additional variance in physical activity behavior, controlling for exercise tolerance and intentions. Although this result may appear modest, physical activity behaviors depend on multiple processes (Bauman et al., 2012), and it is encouraging that a motivational variable was associated with physical activity measured at 6 months. Thus, implicit attitudes could be a relevant target to promote physical activity after PR. Experimental studies specifically targeting implicit motivational processes are now required to confirm their role in behavior change. In this study, the association between implicit attitudes and sedentary behavior did not reach a statistical significance threshold. Further investigations would be required to describe the role of implicit attitudes in long-term sedentary behavior after PR.

Implications for Pulmonary Rehabilitation

Researchers in respiratory medicine have argued that PR needs to be optimized to foster meaningful and sustainable behavior change (Spruit et al., 2013) and that future studies would do well to combine the knowledge gained in both the rehabilitation and behavioral sciences to better understand how to achieve this goal (Spruit et al., 2015). Unfortunately, the field of PR currently suffers from a lack of interdisciplinary research, which has impeded the accumulation of knowledge regarding physical activity and sedentary behavior change (see Cavalheri, Straker, Gucciardi, Gardiner, & Hill, 2016). For example, although recommendations in respiratory medicine have called for the design of behavioral interventions based on theoretical models of health psychology, these recommendations have failed to consider the variables of these models as crucial intervention outcomes (Leidy et al., 2014). This oversight has limited knowledge building and insight into why and for whom a behavioral intervention may be (in)effective (see Peters, de Bruin, & Crutzen, 2015). In the future, more research is needed to identify modifiable mediators of physical activity and sedentary behavior in various PR contexts, particularly when postrehabilitation services are not available. After that, behavioral determinants could be targeted in improved PR programs

with an appropriate use of behavior change techniques (see Michie et al., 2016).

Strengths and Limitations of the Study

The strengths of this research reside in the study of both explicit and implicit motivational processes in PR, because no previous study has investigated motivation as both an outcome of PR and a predictor of behavior following PR. This study is also one of the first to consider both physical activity and sedentary behavior motivation in a rehabilitation context. The present study has also limitations that need to be addressed. A first limitation concerns the sample size displayed for the test of the associations between motivational factors and behavior. Indeed, dropout rate between Time 2 ($n = 119$) and Time 3 ($n = 62$) was high in the present study (50%) compared to previous research in similar context (Saunders et al., 2015; Soicher et al., 2012). Consequently, statistical power concerning the regression models in this study was comprised between .49 and .59, indicating moderate Type II error risks. A second limitation concerns the use of self-report measure of behaviors in postrehabilitation. Self-report methods are known to provide less accurate measures than activity monitors like accelerometers (Pitta et al., 2005; Van Remoortel et al., 2012). According to these two limitations, the associations observed in this study between motivation and behaviors in postrehabilitation need to be replicated with an objective measure of behaviors and larger sample size. Last, it should be noted that different patterns of results might be expected in other programs, depending, for example, on their duration, context (e.g., inpatient vs. outpatient) and content (e.g., behavior change techniques included, Bourbeau et al., 2016).

Conclusion

To conclude, this study makes an important contribution to the field of PR by showing that motivation may be sensitive to a rehabilitation program and may have an impact on self-reported physical activity in postrehabilitation. In this study, TPB variables for physical activity and sedentary behavior increased in different ways during PR. Implicit attitudes were significantly more in favor of physical activity compared with sedentary behavior at the end of PR. At 6 months postrehabilitation, solely implicit attitudes were significantly associated with physical activity. This suggests that implicit attitudes might be a fruitful target for researchers and clinicians aiming at enhanced physical activity maintenance after PR.

References

- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50, 179–211. [http://dx.doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90020-T](http://dx.doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T)
- Ajzen, I. (2006). *Constructing a TPB Questionnaire: Conceptual and methodological considerations*. Retrieved from <http://www.people.umass.edu/ajzen/pdf/tpb.measurement.pdf>
- Antoniewicz, F., & Brand, R. (2016). Dropping out or keeping up? Early-dropouts, late-dropouts, and maintainers differ in their automatic evaluations of exercise already before a 14-week exercise course. *Frontiers in Psychology*, 7, 838. <http://dx.doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00838>
- Bauman, A. E., Reis, R. S., Sallis, J. F., Wells, J. C., Loos, R. J. F., Martin, B. W., . . . The Lancet Physical Activity Series Working Group. (2012).

- Correlates of physical activity: Why are some people physically active and others not? *The Lancet*, 380, 258–271. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)60735-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60735-1)
- Berry, T. R. (2016). Changes in implicit and explicit exercise-related attitudes after reading targeted exercise-related information. *Psychology of Sport and Exercise*, 22, 273–278. <http://dx.doi.org/10.1016/j.psychsport.2015.09.001>
- Berry, T. R., Spence, J. C., & Clark, M. E. (2011). Exercise is in! Implicit exercise and sedentary-lifestyle bias held by in-groups. *Journal of Applied Social Psychology*, 41, 2985–2998. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1559-1816.2011.00857.x>
- Biddle, S. J. H., Mutrie, N., & Gorely, T. (2015). Psychology of sitting: New kid on the block. In S. J. H. Biddle, N. Mutrie, & T. Gorely, *Psychology of physical activity: Determinants, well-being and interventions* (3rd ed., pp. 367–389). New York, NY: Routledge.
- Biswas, A., OH, P. I., Faulkner, G. E., Bajaj, R. R., Silver, M. A., Mitchell, M. S., & Alter, D. A. (2015). Sedentary time and its association with risk for disease incidence, mortality, and hospitalization in adults: A systematic review and meta-analysis. *Annals of Internal Medicine*, 162, 123–132. <http://dx.doi.org/10.7326/M14-1651>
- Blanchard, C. M., Courneya, K. S., Rodgers, W. M., Daub, B., & Knapik, G. (2002). Determinants of exercise intention and behavior during and after Phase 2 cardiac rehabilitation: An application of the theory of planned behavior. *Rehabilitation Psychology*, 47, 308–323. <http://dx.doi.org/10.1037/0090-5550.47.3.308>
- Blanchard, C. M., Courneya, K. S., Rodgers, W. M., Fraser, S. N., Murray, T. C., Daub, B., & Black, B. (2003). Is the theory of planned behavior a useful framework for understanding exercise adherence during Phase II cardiac rehabilitation? *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation*, 23, 29–39. <http://dx.doi.org/10.1097/00008483-200301000-00007>
- Blumcke, M., Brand, R., Schweizer, G., & Kahlert, D. (2010). Exercise might be good for me, but I don't feel good about it: Do automatic associations predict exercise behavior? *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 32, 137–153. <http://dx.doi.org/10.1123/jsep.32.2.137>
- Bourbeau, J., Lavoie, K. L., Sedeno, M., De Sousa, D., Erzen, D., Hamilton, A., . . . Leidy, N. (2016). Behaviour-change intervention in a multicentre, randomised, placebo-controlled COPD study: Methodological considerations and implementation. *British Medical Journal Open*, 6(4), e010109. <http://dx.doi.org/10.1136/bmjopen-2015-010109>
- Calitri, R., Lowe, R., Eves, F. F., & Bennett, P. (2009). Associations between visual attention, implicit and explicit attitude and behaviour for physical activity. *Psychology & Health*, 24, 1105–1123. <http://dx.doi.org/10.1080/08870440802245306>
- Cavalheri, V., Straker, L., Gucciardi, D. F., Gardiner, P. A., & Hill, K. (2016). Changing physical activity and sedentary behaviour in people with COPD. *Respirology*, 21, 419–426. <http://dx.doi.org/10.1111/resp.12680>
- Chatzisarantis, N. L. D., & Hagger, M. S. (2005). Effects of a brief intervention based on the Theory of Planned Behavior on leisure-time physical activity participation. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 27, 470–487. <http://dx.doi.org/10.1123/jsep.27.4.470>
- Chevance, G., Caudroit, J., Romain, A. J., & Boiché, J. (2017). The adoption of physical activity and eating behaviors among persons with obesity and in the general population: The role of implicit attitudes within the Theory of Planned Behavior. *Psychology, Health and Medicine*, 22, 319–324. <http://dx.doi.org/10.1080/13548506.2016.1159705>
- Chevance, G., Héraud, N., Guerrieri, A., Rebar, A., & Boiché, J. (2016). *Measuring implicit attitudes toward physical activity and sedentary behaviors: Test-retest reliability of three scoring algorithms of the Implicit Association Test and Single Category-Implicit Association Test*. [Manuscript submitted for publication].
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Cohen, J., Cohen, P., West, S. G., & Aiken, L. S. (2003). *Applied multiple regression/correlation analysis for the behavioral sciences* (3rd ed.). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Conroy, D. E., Hyde, A. L., Doerksen, S. E., & Ribeiro, N. F. (2010). Implicit attitudes and explicit motivation prospectively predict physical activity. *Annals of Behavioral Medicine*, 39, 112–118. <http://dx.doi.org/10.1007/s12160-010-9161-0>
- Eves, F. F., Scott, E. J., Hoppé, R., & French, D. P. (2007). Using the affective priming paradigm to explore the attitudes underlying walking behaviour. *British Journal of Health Psychology*, 12, 571–585. <http://dx.doi.org/10.1348/135910706X153775>
- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A.-G., & Buchner, A. (2007). G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, 39, 175–191. <http://dx.doi.org/10.3758/BF03193146>
- Gawronski, B., & Payne, B. K. (2011). *Handbook of implicit social cognition: Measurement, theory, and applications*. New York, NY: Guilford Press.
- Gill, D. P., Jones, G. R., Zou, G. Y., & Speechley, M. (2008). The Phone-FITT: A brief physical activity interview for older adults. *Journal of Aging and Physical Activity*, 16, 292–315. <http://dx.doi.org/10.1123/japa.16.3.292>
- Gollwitzer, P. M., & Brandstätter, V. (1997). Implementation intentions and effective goal pursuit. *Journal of Personality and Social Psychology*, 73, 186–199. <http://dx.doi.org/10.1037/0022-3514.73.1.186>
- Gourlan, M., Bernard, P., Bortolon, C., Romain, A. J., Lareyre, O., Carayol, M., . . . Boiché, J. (2016). Efficacy of theory-based interventions to promote physical activity. A meta-analysis of randomised controlled trials. *Health Psychology Review*, 10, 50–66. <http://dx.doi.org/10.1080/17437199.2014.981777>
- Greenwald, A. G., & Banaji, M. R. (1995). Implicit social cognition: Attitudes, self-esteem, and stereotypes. *Psychological Review*, 102, 4–27. <http://dx.doi.org/10.1037/0033-295X.102.1.4>
- Greenwald, A. G., McGhee, D. E., & Schwartz, J. L. (1998). Measuring individual differences in implicit cognition: The implicit association test. *Journal of Personality and Social Psychology*, 74, 1464–1480.
- Greenwald, A. G., Nosek, B. A., & Banaji, M. R. (2003). Understanding and using the implicit association test: I. An improved scoring algorithm. *Journal of Personality and Social Psychology*, 85, 197–216. <http://dx.doi.org/10.1037/0022-3514.85.2.197>
- Hagger, M. S., Chatzisarantis, N. L. D., & Biddle, S. J. H. (2002). A meta-analytic review of the theories of reasoned action and planned behavior in physical activity: Predictive validity and the contribution of additional variables. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 24, 3–32. <http://dx.doi.org/10.1123/jsep.24.1.3>
- Hofmann, W., Friese, M., & Wiers, R. W. (2008). Impulsive versus reflective influences on health behavior: A theoretical framework and empirical review. *Health Psychology Review*, 2, 111–137. <http://dx.doi.org/10.1080/17437190802617668>
- Hollands, G. J., Marteau, T. M., & Fletcher, P. C. (2016). Non-conscious processes in changing health-related behaviour: A conceptual analysis and framework. *Health Psychology Review*, 10, 381–394. <http://dx.doi.org/10.1080/17437199.2015.1138093>
- Hollands, G. J., Prestwich, A., & Marteau, T. M. (2011). Using aversive images to enhance healthy food choices and implicit attitudes: An experimental test of evaluative conditioning. *Health Psychology*, 30, 195–203. <http://dx.doi.org/10.1037/a0022261>
- Hyde, A. L., Doerksen, S. E., Ribeiro, N. F., & Conroy, D. E. (2010). The independence of implicit and explicit attitudes toward physical activity: Introspective access and attitudinal concordance. *Psychology of Sport and Exercise*, 11, 387–393. <http://dx.doi.org/10.1016/j.psychsport.2010.04.008>
- Hyde, A. L., Elavsky, S., Doerksen, S. E., & Conroy, D. E. (2012). The stability of automatic evaluations of physical activity and their relations

- with physical activity. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, *34*, 715–736. <http://dx.doi.org/10.1123/jsep.34.6.715>
- JASP Team. (2016). JASP (Version 0.7.5.5) [Computer software]. Retrieved from <https://jasp-stats.org/download/>
- Leidy, N. K., Kimel, M., Ajagbe, L., Kim, K., Hamilton, A., & Becker, K. (2014). Designing trials of behavioral interventions to increase physical activity in patients with COPD: Insights from the chronic disease literature. *Respiratory Medicine*, *108*, 472–481. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rmed.2013.11.011>
- Maher, J. P., & Conroy, D. E. (2016). A dual-process model of older adults' sedentary behavior. *Health Psychology*, *35*, 262–272. <http://dx.doi.org/10.1037/hea0000300>
- Mansoubi, M., Pearson, N., Biddle, S. J. H., & Clemes, S. (2014). The relationship between sedentary behaviour and physical activity in adults: A systematic review. *Preventive Medicine*, *69*, 28–35. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ypmed.2014.08.028>
- Markland, D., Hall, C. R., Duncan, L. R., & Simatovic, J. (2015). The effects of an imagery intervention on implicit and explicit exercise attitudes. *Psychology of Sport and Exercise*, *17*, 24–31. <http://dx.doi.org/10.1016/j.psychsport.2014.11.007>
- McCarthy, B., Casey, D., Devane, D., Murphy, K., Murphy, E., & Lacasse, Y. (2015). Pulmonary rehabilitation for chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, *2*, CD003793. <http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD003793.pub3>
- McEachan, R. R. C., Conner, M., Taylor, N. J., & Lawton, R. J. (2011). Prospective prediction of health-related behaviours with the Theory of Planned Behavior: A meta-analysis. *Health Psychology Review*, *5*, 97–144. <http://dx.doi.org/10.1080/17437199.2010.521684>
- McEachan, R., Taylor, N., Harrison, R., Lawton, R., Gardner, P., & Conner, M. (2016). Meta-Analysis of the reasoned action approach (RAA) to understanding health behaviors. *Annals of Behavioral Medicine*, *50*, 592–612. <http://dx.doi.org/10.1007/s12160-016-9798-4>
- Michie, S., Ashford, S., Sniehotta, F. F., Dombrowski, S. U., Bishop, A., & French, D. P. (2011). A refined taxonomy of behaviour change techniques to help people change their physical activity and healthy eating behaviours: The CALO-RE taxonomy. *Psychology & Health*, *26*, 1479–1498. <http://dx.doi.org/10.1080/08870446.2010.540664>
- Michie, S., Caray, R. N., Johnston, M., Rothman, A. J., de Bruin, M., Kelly, M. P., & Connell, L. E. (2016). From theory-inspired to theory-based interventions: A protocol for developing and testing a methodology for linking behaviour change techniques to theoretical mechanisms of action. *Annals of Behavioral Medicine*. Advance online publication. <http://dx.doi.org/10.1007/s12160-016-9816-6>
- Omorou, A. Y., Coste, J., Escalon, H., & Vuillemin, A. (2016). Patterns of physical activity and sedentary behaviour in the general population in France: Cluster analysis with personal and socioeconomic correlates. *Journal of Public Health*, *38*, 483–492. <http://dx.doi.org/10.1093/pubmed/fdv080>
- Papies, E. K. (2016). Health goal priming as a situated intervention tool: How to benefit from nonconscious motivational routes to health behaviour. *Health Psychology Review*, *10*, 408–424. <http://dx.doi.org/10.1080/17437199.2016.1183506>
- Peddle-McIntyre, C. J., Bell, G., Fenton, D., McCargar, L., & Courneya, K. S. (2013). Changes in motivational outcomes after a supervised resistance exercise training intervention in lung cancer survivors. *Cancer Nursing*, *36*, E27–E35. <http://dx.doi.org/10.1097/NCC.0b013e31824a78e4>
- Peters, G.-J. Y., de Bruin, M., & Crutzen, R. (2015). Everything should be as simple as possible, but no simpler: Towards a protocol for accumulating evidence regarding the active content of health behaviour change interventions. *Health Psychology Review*, *9*, 1–14. <http://dx.doi.org/10.1080/17437199.2013.848409>
- Pitta, F., Troosters, T., Spruit, M. A., Probst, V. S., Decramer, M., & Gosselink, R. (2005). Characteristics of physical activities in daily life in chronic obstructive pulmonary disease. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, *171*, 972–977. <http://dx.doi.org/10.1164/rccm.200407-855OC>
- Rebar, A. L., Dimmock, J. A., Jackson, B., Rhodes, R. E., Kates, A., Starling, J., & Vandelanotte, C. (2016). A systematic review of the effects of non-conscious regulatory processes in physical activity. *Health Psychology Review*, *10*, 395–407. <http://dx.doi.org/10.1080/17437199.2016.1183505>
- Rebar, A. L., Ram, N., & Conroy, D. E. (2015). Using the EZ diffusion model to score a Single-Category Implicit Association Test of Physical Activity. *Psychology of Sport and Exercise*, *16*, 96–105. <http://dx.doi.org/10.1016/j.psychsport.2014.09.008>
- Rhodes, R. E., & Blanchard, C. M. (2008). Do sedentary motives adversely affect physical activity? Adding cross-behavioural cognitions to the Theory of Planned Behavior. *Psychology & Health*, *23*, 789–805. <http://dx.doi.org/10.1080/08870440701421578>
- Rhodes, R. E., & de Bruijn, G.-J. (2013). How big is the physical activity intention-behaviour gap? A meta-analysis using the action control framework. *British Journal of Health Psychology*, *18*, 296–309. <http://dx.doi.org/10.1111/bjhp.12032>
- Rhodes, R. E., & Dickau, L. (2012). Moderators of the intention-behaviour relationship in the physical activity domain: A systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, *47*, 215–225. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2011-090411>
- Richetin, J., Costantini, G., Perugini, M., & Schönbrodt, F. (2015). Should we stop looking for a better scoring algorithm for handling Implicit Association Test data? Test of the role of errors, extreme latencies treatment, scoring formula, and practice trials on reliability and validity. *PLoS One*, *10*(6), e0129601. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0129601>
- Rodgers, W. M., Murray, T. C., Selzler, A.-M., & Norman, P. (2013). Development and impact of exercise self-efficacy types during and after cardiac rehabilitation. *Rehabilitation Psychology*, *58*, 178–184. <http://dx.doi.org/10.1037/a0032018>
- Rodgers, W. M., Selzler, A.-M., Haennel, R. G., Holm, S., Wong, E. Y. L., & Stickland, M. K. (2014). An experimental assessment of the influence of exercise versus social implementation intentions on physical activity during and following pulmonary rehabilitation. *Journal of Behavioral Medicine*, *37*, 480–490. <http://dx.doi.org/10.1007/s10865-013-9503-z>
- Rosenberg, D. E., Norman, G. J., Wagner, N., Patrick, K., Calfas, K. J., & Sallis, J. F. (2010). Reliability and validity of the Sedentary Behavior Questionnaire (SBQ) for adults. *Journal of Physical Activity & Health*, *7*, 697–705. <http://dx.doi.org/10.1123/jpah.7.6.697>
- Saunders, T. J., Dechman, G., Hernandez, P., Spence, J. C., Rhodes, R. E., McGannon, K., . . . Blanchard, C. (2015). Distinct trajectories of physical activity among patients with COPD during and after pulmonary rehabilitation. *COPD*, *12*, 539–545. <http://dx.doi.org/10.3109/15412555.2014.995286>
- Sedentary Behaviour Research Network. (2012). Standardized use of the terms “sedentary” and “sedentary behaviours”. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, *37*, 540–542. <http://dx.doi.org/10.1139/H2012-024>
- Sheeran, P., Bosch, J. A., Crombez, G., Hall, P. A., Harris, J. L., Papies, E. K., & Wiers, R. W. (2016). Implicit processes in health psychology: Diversity and promise. *Health Psychology*, *35*, 761–766. <http://dx.doi.org/10.1037/hea0000409>
- Sheeran, P., Gollwitzer, P. M., & Bargh, J. A. (2013). Nonconscious processes and health. *Health Psychology*, *32*, 460–473. <http://dx.doi.org/10.1037/a0029203>
- Singh, S. J., Morgan, M. D., Scott, S., Walters, D., & Hardman, A. E. (1992). Development of a shuttle walking test of disability in patients with chronic airways obstruction. *Thorax*, *47*, 1019–1024. <http://dx.doi.org/10.1136/thx.47.12.1019>
- Sniehotta, F. (2009). An experimental test of the Theory of Planned Behavior. *Applied Psychology: Health and Well-Being*, *1*, 257–270. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1758-0854.2009.01013.x>

- Soicher, J. E., Mayo, N. E., Gauvin, L., Hanley, J. A., Bernard, S., Maltais, F., & Bourbeau, J. (2012). Trajectories of endurance activity following pulmonary rehabilitation in COPD patients. *The European Respiratory Journal*, *39*, 272–278. <http://dx.doi.org/10.1183/09031936.00026011>
- Sparling, P. B., Howard, B. J., Dunstan, D. W., & Owen, N. (2015). Recommendations for physical activity in older adults. *British Medical Journal*, *350*, h100. <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.h100>
- Spruit, M. A., Pitta, F., McAuley, E., ZuWallack, R. L., & Nici, L. (2015). Pulmonary rehabilitation and physical activity in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, *192*, 924–933. <http://dx.doi.org/10.1164/rccm.201505-0929CI>
- Spruit, M. A., Singh, S. J., Garvey, C., ZuWallack, R., Nici, L., Rochester, C., . . . ATS/ERS Task Force on Pulmonary Rehabilitation. (2013). An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: Key concepts and advances in pulmonary rehabilitation. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, *188*(8), e13–e64. <http://dx.doi.org/10.1164/rccm.201309-1634ST>
- Strack, F., & Deutsch, R. (2004). Reflective and impulsive determinants of social behavior. *Personality and Social Psychology Review*, *8*, 220–247. http://dx.doi.org/10.1207/s15327957pspr0803_1
- Troosters, T., Gosselink, R., & Decramer, M. (1999). Six minute walking distance in healthy elderly subjects. *The European Respiratory Journal*, *14*, 270–274. <http://dx.doi.org/10.1034/j.1399-3003.1999.14b06.x>
- Van Remoortel, H., Raste, Y., Louvaris, Z., Giavedoni, S., Burtin, C., Langer, D., . . . PROactive consortium. (2012). Validity of six activity monitors in chronic obstructive pulmonary disease: A comparison with indirect calorimetry. *PLoS One*, *7*(6), e39198. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0039198>
- Waschki, B., Kirsten, A., Holz, O., Müller, K.-C., Meyer, T., Watz, H., & Magnussen, H. (2011). Physical activity is the strongest predictor of all-cause mortality in patients with COPD: A prospective cohort study. *Chest*, *140*, 331–342. <http://dx.doi.org/10.1378/chest.10-2521>
- Wasserman, K., Hansen, J. E., Sue, D. Y., Casaburi, R., & Whipp, B. J. (1999). *Principles of exercise testing and interpretation: Including pathophysiology and clinical applications* (3rd ed.). Philadelphia, PA: Lippincott, Williams & Wilkins.
- Webb, T. L., & Sheeran, P. (2006). Does changing behavioral intentions engender behavior change? A meta-analysis of the experimental evidence. *Psychological Bulletin*, *132*, 249–268. <http://dx.doi.org/10.1037/0033-2909.132.2.249>
- Yu, T., Frei, A., Ter Riet, G., & Puhan, M. A. (2016). Determinants of physical activity in patients with chronic obstructive pulmonary disease: A 5-year prospective follow-up study. *Respiration*, *92*, 72–79. <http://dx.doi.org/10.1159/000447975>

Received April 20, 2016

Revision received February 20, 2017

Accepted February 21, 2017 ■

Résultats de l'étude 2

Cette deuxième étude de thèse met en évidence un changement significatif et favorable des attitudes implicites, du contrôle comportemental perçu pour l'activité physique et la limitation des comportements sédentaires, des normes sociales pour la sédentarité et des intentions en matière d'activité physique.

Une association significative a aussi été mise en évidence entre les attitudes implicites et l'activité physique auto-rapportée en post-réhabilitation. Les attitudes implicites n'étaient toutefois pas associées significativement aux comportements sédentaires à 6 mois. Les intentions n'étaient associées à aucun des deux comportements.

Manuscrit 3.1

Chevance, G., Caudroit, J., Henry, T., Guerin, P., Boiché, J., & Heraud, N. *Do implicit attitudes toward physical activity and sedentary behavior contribute to objective physical activity? A four-month prospective study in obese adults. Journal of Behavioral Medicine. in press.*

Ce troisième manuscrit s'est focalisé sur l'axe 1 de la thèse (associations motivation-comportement). Dans cette étude, 76 participants ($M_{AGE} = 56$ ans, $M_{IMC} = 39$ kg/m², 65% de femmes) ont complété des évaluations de leurs intentions et attitudes implicites à la fin d'un programme de réhabilitation métabolique de deux semaines, et ont porté un accéléromètre, pendant une semaine à leur domicile, environ 4 mois après la fin du programme. Un des objectifs spécifiques de l'étude était de tester le rôle des intentions et des attitudes implicites envers la sédentarité dans la régulation de l'activité physique en post-réhabilitation, au-delà de la contribution de ces mêmes variables pour l'activité physique.

Do implicit attitudes toward physical activity and sedentary behavior prospectively predict objective physical activity among persons with obesity?

Guillaume Chevance^{1,2} · Johan Caudroit³ · Thomas Henry² · Philippe Guerin² · Julie Boiché¹ · Nelly Héraud²

Received: March 16, 2017 / Accepted: August 29, 2017
© Springer Science+Business Media, LLC 2017

Abstract This study conducted among adults with obesity examined the associations between implicit attitudes toward physical activity and sedentary behavior, and physical activity behavior measured 4 months later. At baseline, 76 participants ($M_{AGE} = 56$; $M_{BMI} = 39.1$) completed a questionnaire assessing intentions toward physical activity and sedentary behavior and two computerized Single-Category Implicit Association Tests assessing implicit attitudes toward these two behaviors. At follow-up, physical activity was measured with accelerometers. Multiple regression analysis showed that implicit attitudes toward physical activity were positively and significantly associated with physical activity when participants' age, BMI, past physical activity and intentions were controlled for. Implicit attitudes toward sedentary behavior were not associated with physical activity. Adults with obesity who implicitly reported more favorable attitudes toward physical activity at baseline were more likely to present higher physical activity levels at follow-up. Implicit attitudes could be targeted in future research to enhance physical activity.

Keywords Intentions · Dual-processes · Unconscious processes · Automatic processes · Exercise

Introduction

Obesity rates are increasing (Finucane et al., 2011), and current forecasts indicate that the situation will worsen in the next decades (Finkelstein et al., 2012). In 2014, 39% of adults worldwide were overweight, 13% were obese, and recent estimations predict an increase of 33% in the prevalence of obesity for the next two decades (Finkelstein et al., 2012). Although the strategies vary, lifestyle interventions promoting change in physical activity are recognized as a key component of obesity management (Jensen et al., 2013). Nonetheless, results from randomized controlled trials evaluating the effectiveness of programs targeting behavior change have displayed inconsistent effects regarding physical activity change (Rhodes et al., 2017) and evidence for the sustainability of such behavioral change remains limited (Gourlan et al., 2011). Therefore, identifying the psychological determinants implicated in physical activity behavior is crucial for obesity management (Teixeira et al., 2015). Theoretically, health-related behaviors can be influenced by both explicit and implicit processes (Hofmann et al., 2008). Although the role of explicit processes has been widely studied in past research (McEachan et al., 2016), the contribution of implicit processes in physical activity over several months remains to be confirmed (Endrighi et al., 2016; Rebar et al., 2016).

Of the explicit motivational processes, the concept of intention has received considerable attention in past literature (Rhodes & Yao, 2015). Intention can be defined as the quantity of personal resources that an individual is prepared to invest in executing a particular behavior (Hall

Electronic supplementary material The online version of this article (doi:10.1007/s10865-017-9881-8) contains supplementary material, which is available to authorized users.

✉ Guillaume Chevance
guillaumechevance@hotmail.fr

¹ Laboratory Epsilon, Univ. Montpellier, Montpellier, France

² Les Cliniques du Souffle ®, Groupe 5 Santé, Toulouges, France

³ Laboratoire sur les Vulnérabilités et l'Innovation sur le Sport, Université Claude Bernard Lyon 1, Lyon, France

& Fong, 2007). This concept is present in several theories including the Theory of Planned Behavior (Ajzen, 1991) and more recent models such as the Temporal Self-regulation Theory (Hall & Fong, 2007). In the physical activity context, intentions were first described as strong predictors of physical activity, with correlations between intentions and physical activity estimated in two meta-analyses at $r = .50$ (Downs & Hausenblas, 2005; Hagger et al., 2002). However, a more recent review of experimental studies demonstrated that increases in physical activity intentions ($d = .45$) are accompanied by lower increases in physical activity behavior ($d = .15$; Rhodes & Dickau, 2012). It thus seems clear that focusing on explicit motivational processes alone is too restrictive to gain insight into the complex processes of change and maintenance of health behaviors (Sheeran et al., 2016). Implicit processes have not yet received as much research attention as explicit processes, but their investigation may hold the promise of enriching our current understanding of the complexities surrounding physical activity adoption (Rhodes, 2017).

According to the definition of Sheeran et al. (2013), implicit processes are cognitive, affective and motivational processes that may influence health behaviors without the person perceiving that influence. In the physical activity literature, the concept of implicit attitudes has arguably received more attention than the other implicit processes (Rebar et al., 2016). Implicit attitudes are automatic evaluations of an object as pleasant or unpleasant, which result in behavioral tendencies of approach to or avoidance of the object (e.g., physical activity), partly outside of awareness (Greenwald & Banaji, 1995). To date, studies have reported that implicit attitudes are significantly associated with physical activity behavior, whether self-reported (Bluemke et al., 2010; Calitri et al., 2009; Chevance et al., 2017; Chevance et al., 2016; Eves et al., 2007) or objectively measured (Conroy et al., 2010; Rebar et al., 2015). Despite these findings, however, only one cross-sectional study has highlighted a significant association between implicit attitudes and physical activity measured with questionnaires in obese adults (Chevance et al., 2016). Moreover, the role of implicit attitudes in physical activity objectively measured over several months remains to be confirmed (Endrighi et al., 2016; Rebar et al., 2016).

In addition to the distinction between explicit and implicit processes, one hypothesis of dual-process models (Hofmann et al., 2008) is that an individual's difficulties in maintaining desired health-related behaviors can be explained by motives in favor of a competing behavior. For example, in the physical activity context, it could be hypothesized that motivation toward sedentary activities

(e.g., TV viewing, reading, playing video games) impedes physical activity practice, independently of physical activity motivation. This hypothesis might be crucial for counseling persons with obesity about physical activity. Indeed, if motives for sedentary behavior have an impact on physical activity, counseling and weight management programs should specifically address sedentary behavior motivation (Rollo et al., 2016). Recent research indicates that obese individuals engage in more sedentary behavior than normal-weight individuals, and this behavioral pattern may limit physical activity (Baruth et al., 2013). Yet, to our knowledge, only two studies have investigated the association between sedentary motives and physical activity behavior. Regarding explicit processes, Rhodes and Blanchard (2008) found that TV viewing intentions were negatively associated with physical activity in students and adults when the authors controlled for physical activity-related explicit constructs (i.e., variables from the Theory of Planned Behavior). Regarding implicit processes, Cheval et al. (2015) reported that implicit processes toward sedentary behavior were negatively associated with physical activity in adults when they controlled for implicit processes and intentions toward physical activity. In conclusion, both implicit and explicit processes toward physical activity and sedentary behavior may have an independent contribution to physical activity adoption, and thus should be considered together in the understanding of this behavior.

The present study

Based on the aforementioned research (Cheval et al., 2015; Hofmann et al., 2008; Rebar et al., 2016; Rhodes & Blanchard, 2008), the aim of the present study was to examine the specific contribution of implicit attitudes, toward both physical activity and sedentary behavior, in the prediction of physical activity in obese adults. This investigation was conducted over approximately 4 months to extend the previous results from the literature (Endrighi et al., 2016; Rebar et al., 2016). The contribution of implicit attitudes was tested after controlling for the variance explained by physical activity and sedentary behavior intentions, as well as physical activity covariates (i.e., past behavior, age, body mass index (BMI); Bauman et al., 2012; Hagger et al., 2002; Trost et al., 2002). It was expected that physical activity implicit attitudes would be positively—and sedentary behavior implicit attitudes would be negatively—associated with physical activity behavior, independently of intentions toward these two behaviors and physical activity covariates.

Methods

Study context and design

This prospective study took place during a weight management program, and was conducted between December 2015 and December 2016. The program comprised two separate periods. The first clinical stay lasted 2 weeks, during which participants had several meetings with physicians, psychologists, nutritionists, physiologists and kinesiologists. The objective of this first stay was to prompt multiple behavior change in participants (e.g., physical activity, eating behavior, tobacco) and prepare a longer inpatient program planned 4 months later. During this first stay, participants performed various daily exercises (e.g., treadmill, outdoor walking) in group, as well as in-group and individual education sessions about nutrition, physical activity and healthy lifestyle. None of the health care professionals involved were trained in behavior change theories and techniques. In the present study, motivational variables and covariates were measured at the end of the first inpatient program (Time 1). Physical activity behavior was measured with an accelerometer sent to participant's domicile, 10 days before inclusion for the second inpatient program (Time 2). The mean time interval between Time 1 and Time 2 was 132 days ($SD = 15$ days).

Participants

Participants were included in this program with a prescription of a medical doctor and for the purpose of weight management. Then, individuals were eligible for study enrollment if they were between 18 and 75 years old, presented a $BMI \geq 30 \text{ kg/m}^2$, and had healthcare coverage. They were not included in the study if they had a medical contraindication to exercise or were unable to respond to paper-based questionnaires or perform computerized tests. No financial incentives were provided to participate and no encouragement was given to maintain participation in the study. Procedures were in accordance with the principles of the Declaration of Helsinki of 1975, as revised in 2000, and approved by the local ethics committee.

One hundred individuals showed interest in participating in the study, signed a consent form and completed baseline measures (Time 1); among them, 76% ($N = 76$) provided an appropriate measure of physical activity in the follow-up period (Time 2). Due to the following reasons, valid accelerometer data were unavailable for twenty-four patients: insufficient accelerometer wear time ($N = 8$), unavailable by phone for sending the accelerometer ($N = 5$), hospitalizations reported during the follow-up

phase ($N = 4$), technical problems with the accelerometers or inability to compute the physical activity score ($N = 3$), and post-delivery issues ($N = 2$). In addition, one participant declined to enroll and one died during follow-up (a study flowchart is provided in supplemental material). Given these reasons, data could not be considered as missing completely at random, and multiple imputations were not performed for these participants (Allison, 2000). The compliance rate is comparable to that observed in research using accelerometers in a similar context and time span (Endrighi et al., 2016). Demographic, motivational and clinical descriptive statistics for these 24 participants are displayed in supplemental data. Attrition analyses (i.e., Chi squared tests and independent sample t tests) compared these participants with those who provided physical activity data at Time 2. Only sedentary behavior intentions were significantly higher in patients who did not provide physical activity data at Time 2 (see supplemental data). The subsequent analyses included 76 participants.

Measures

Demographic and clinical characteristics

Demographic characteristics included self-reported age, sex, education, marital status, employment, and income. Clinical characteristics included self-report depressive symptoms (i.e., Hospital Anxiety and Depression Scale; Zigmond & Snaith, 1983). A score below 7 on a 0–21 scale indicated no depressive symptomatology. Cognitive impairment was measured with the Montreal Cognitive Assessment test (Nasreddine et al., 2005). A score above or equal to 26 on a 0–30 point scale was considered normal. BMI and the number of comorbidities were recorded during an interview with a physician. These variables were assessed at Time 1 (i.e., at the end of the first clinical stay).

Physical activity intentions

At Time 1, items measuring intentions were formulated following the recommendations of Ajzen (1991) as well as Rhodes and Horne (2013). Thus, the measure of intentions was slightly different from traditional items by taking into account contextual barriers and competing goals. This measure was preferred to typical measures of intentions due to the stronger correlations with physical activity demonstrated in previous research (Rhodes & Horne, 2013). Participants were first reminded of the definition of regular physical activity according to the French national plan for nutrition and health (i.e., doing at least 30 min per day of moderate to vigorous physical activity, 5 days per week). Following this definition, three items were proposed

with a 7-point Likert scale ranging from (1) “do not agree at all” to (7) “totally agree.” Those items were: “I intend to practice a regular physical activity after my weight management program”; “Even if I am tired, alone, or sick, I have set the objective of practicing a regular physical activity after my weight management program”; “Even if I have other demands on my time, I will practice a regular physical activity after my weight management program.” These three items were summed (i.e., Cronbach’s $\alpha = .86$), leading to a score comprised between 3 (weak intentions to practice a regular physical activity) and 21 (strong intentions to practice a regular physical activity).

Sedentary behavior intentions

At Time 1, sedentary behavior intentions were measured following the same procedure (Rhodes & Horne, 2013). The questionnaire started with a definition of sedentary activities (i.e., time spent by a person sitting or lying down in waking hours, Sedentary Behavior Research Network, 2012). In line with recent research (Maher & Conroy, 2016), three items were formulated regarding the limitation of sedentary behavior: “I intend to limit my sedentary behaviors after my weight management program”; “Even if I am tired, alone, or sick, I have set the objective of limiting my sedentary behaviors after my weight management program”; “Even if I have other demands on my time, I will limit my sedentary behavior after my weight management program.” These three items were summed (i.e., Cronbach’s $\alpha = .88$), leading to a score comprised between 3 (weak intentions to limit one’s sedentary behaviors) and 21 (strong intentions to limit one’s sedentary behavior).

Physical activity implicit attitudes

At Time 1, physical activity implicit attitudes were measured with the computerized Single-Category Implicit Association Test (SC-IAT), following the recommendations of Karpinski and Steinman (2006) and in line with previous research on physical activity (Conroy et al., 2010; Hyde et al., 2012; Rebar et al., 2015). This test evaluates the strength of automatic associations that one holds in memory between two attributes (e.g., positive and negative) and one conceptual target (e.g., physical activity).

During the SC-IAT, participants are required to sort stimuli (i.e., words) representing three categories with only two response keys, each assigned to two of the three categories (e.g., positive + physical activity vs. negative; positive vs. negative + physical activity). If two categories are highly associated cognitively, the sorting task is

expected to be easier when they share the same response key than when they do not. Hence, ease of sorting can be estimated by the speed of responding (Richetin et al., 2015). Stimuli for the categories “positive” and “negative” were: pleasant/unpleasant; happy/sad; favorable/unfavorable; beneficial/harmful. Stimuli selected to represent the conceptual category “physical activity” were: running, walking, hiking, dancing, stairs, swimming, bike, lift, gardening, effort (see supplemental material for a more precise description of the task).

The score of the SC-IAT was computed according to the most recent recommendations, using the *DW-Score* (Richetin et al., 2015). This score was calculated as follows: (1) for each participant, the 10% fastest and slowest latencies were replaced by the last untrimmed latencies, for both error and correct responses; (2) the difference between the average latencies of the two critical blocks (i.e., practice and test blocks together) were divided by the pooled SD of all the latencies; and (3) the score was computed based on practice and critical trials together. Scores were comprised between -2 and $+2$, with 0 representing a neutral score and positive scores revealing favorable implicit attitudes toward physical activity. The statistical software R (R Core Team, 2013) was used to compute the scores, using the *IAT.Score* package provided by Richetin et al. (2015).

Sedentary behavior implicit attitudes

At Time 1, sedentary behavior implicit attitudes were also measured using an SC-IAT, following the same procedure and scoring algorithm as for the physical activity SC-IAT (i.e., except that the category “physical activity” was replaced by “sedentary behavior”). Stimuli selected to represent the conceptual category “sedentary behavior” were: sitting, armchair, chair, television, reading, computer, couch, lying, desk, read. A higher score indicated more favorable implicit attitudes toward sedentary behavior.

Physical activity covariates

Hagger et al. (2002) demonstrated that when past behavior was controlled for, the strength of the path between motivation and physical activity behavior was reduced. Thus, the authors suggested that studies that do not assess past behavior might obtain artificially high correlations between motivational constructs and behavior (Hagger et al., 2002). In the present study, past physical activity was measured with one item, following the definition of regular physical activity (i.e., doing at least 30 min per day of moderate to vigorous physical activity, 5 days per week): “Before your

weight management program, how many times per week were you physically active for at least 30 min, during an ordinary week?”

Regarding demographic and clinical covariates, an exploratory analysis (i.e., stepwise regression) was conducted to determine the best set of variables in the present sample. In line with studies reviewing demographic and clinical correlates of physical activity in adults (Bauman et al., 2012; Trost et al., 2002), physical activity measured at Time 2 was thus first regressed on age, gender, BMI, education level, number of comorbidities, depressive symptoms, cognitive capacities and past physical activity. Variables that displayed significant associations with physical activity were selected as covariates for subsequent analysis in this study (see the *data analysis* and *results* sections).

Physical activity behavior

At follow-up, participants were asked to wear ActiGraph GT3X+ (ActiGraph, Pensacola, FL) accelerometers on their non-dominant wrist 24 h per day for an entire week. The ActiGraph GT3X+ captured triaxial accelerations at 30 Hz. Accelerometer data in raw format were processed with R using the *GGIR* package (van Hees et al., 2013, 2014) and the default parameters of the function *g.shell.GGIR*. This recent method is increasingly used in human movement sciences (Sabia et al., 2015) and has demonstrated its validity in the obese population in comparison with other objective methods measuring physical activity (Ellis et al., 2016). Participants included in the analyses displayed at least 10 h per day, including at least 1 weekend day (Mean = 1.9, *SD* = .27) and 2 week days (Mean = 4.6, *SD* = 1). Then, for each participant, the duration of moderate-to-vigorous physical activity (MVPA) was calculated. To qualify as MVPA, $\geq 80\%$ of the activity needed to be ≥ 100 milligravity units, for at least a period (bout) of 1 min, using moving 10-min windows. Valid days were averaged to represent one unique day according to current recommendations [Sabia et al., 2015; i.e., $((5 \times \text{mean valid weekday acceleration}) + (2 \times \text{mean valid weekend days acceleration}))/7$]. MVPA was reported in mean minutes per day.

Procedure

At Time 1 (i.e., at the end of the first inpatient program), after they signed the consent form, participants met an experimenter for a face-to-face meeting of approximately one hour. They were first asked to complete the two SC-IATs in a 1:1 randomized ratio to control for potential order effect. They then completed questionnaires measur-

ing demographic variables, intentions, the HADS, and the MoCA. At Time 2 (i.e., 2 weeks before the second inpatient program), participants were called by phone. If they accepted to wear an accelerometer during a week, accelerometers were sent by regular mail to their address. Participants were asked to bring the accelerometer back to the clinic for their second inpatient program.

Data analysis

An exploratory stepwise regression analysis was first conducted to select the best set of demographic and clinical physical activity covariates. Then, a three-step hierarchical multiple regression analysis was conducted to identify the independent contribution of physical activity covariates (step 1), intentions (step 2) and implicit attitudes (step 3) on physical activity at follow-up.

Before running the analyses, outliers were checked and all the independent variables were standardized or dummy coded (Tabachnick & Fidell, 2007). Given that physical activity was positively skewed, we performed a logarithmic transformation of this variable (Tabachnick & Fidell, 2007). Regarding the statistical assumptions associated with multiple regression analyses, standardized residuals as well as variance inflation factors were examined, revealing no major signs of nonlinearity, heteroscedasticity or multicollinearity. Post-hoc power analyses were conducted according to current recommendations (Cohen et al., 2003; Soper, 2017). Effect sizes were interpreted using *adjusted R*², and standardized β (Ferguson, 2008). Analyses were performed with *JASP* (2016) statistical software (version .08).

Results

Descriptive data

The mean age of participants was 56 years old (*SD* = 11.9), 65% were female (see Table 1). Regarding clinical characteristics, mean BMI was 39.1 kg/m² (*SD* = 6.6), and on average participants did not report depressive symptoms, but the sample was characterized by light cognitive impairment (i.e., mean score under the MoCA's cut-off of 26; *M* = 24.3, *SD* = 3). Participants reported a mean number of two comorbidities; arterial hypertension, type 2 diabetes and sleep apnea syndrome were the most frequently reported. Regarding behavioral and motivational data, participants reported being active 3.5 (*SD* = 2.5) times per week at Time 1. Mean physical activity and sedentary behaviors intentions were high [17.5 (*SD* = 3.2), and 15.7 (*SD* = 4) respectively], indicating strong intentions to be physically active and to limit

Table 1 Descriptive data (1)

Characteristics (N = 76)	Mean (SD)	Percentage
Depressive symptoms	5.5 (3.2)	
Cognitive capacities	24.3 (3)	
Number of comorbidities	1.99 (1.33)	
Sex		
Female		65
Male		35
Marital status		
Married		60
Single		40
Professional status		
Workers		37
Retired		35
Unemployed		28
Education		
Less than high school		7
High school diploma		11
Middle school diploma		32
Trade certification		20
University degree		30
Household income (euros/month)		
<900 €		5
900–1200 €		20
1201–1500 €		21
1501–1900 €		20
1901–2300 €		12
2301–3000 €		15
3001–5000 €		7
>5000 €		0

sedentary behaviors after the program. Mean physical activity implicit attitudes was .40 ($SD = .34$), indicating implicit attitudes moderately in favor of physical activity, and mean sedentary behavior implicit attitudes was .14 ($SD = .37$), indicating implicit attitudes slightly in favor of sedentary behavior. At Time 2, participants were active on average 17 min per day ($SD = 15.69$). Means, standard deviation and correlations between variables are displayed in Table 2.

Explanatory analyses for covariate selection

Physical activity measured at Time 2 was regressed on age, gender, BMI, education level, depressive symptoms, number of comorbidities, cognitive capacities and past physical activity. In the stepwise regression, step 1 identified age as the most robust predictor of Time 2 physical activity, accounting for 19% of the variance ($\beta = -.45, p < .001$). In a second step, BMI emerged as a significant predictor,

accounting for an additional variance of 19% ($\beta = -.45, p < .001$). In a third step, self-report past physical activity emerged as a significant predictor, accounting for an additional variance of 4% ($\beta = .22, p = .021$). Thus, study participants with younger age, lower BMI and higher levels of past physical activity were more likely to display a higher level of objective physical activity 4 months later. Education level, number of comorbidities, depressive symptoms and cognitive capacities were not significantly associated with prospective physical activity in this study (see Table 3). Age, BMI and past physical activity were entered as covariates in subsequent analyses.

Prediction of physical activity behavior

A three-step hierarchical multiple regression was conducted to identify the independent contribution of physical activity covariates (step 1), intentions toward physical activity and sedentary behaviors (step 2) and implicit attitudes (step 3) assessed at Time 1 on physical activity behavior measured 4 months later (see Table 4). In the first step, age ($\beta = -.45, p < .001$), BMI ($\beta = -.43, p = .001$), and past behavior ($\beta = .22, p = .019$) were significantly associated with physical activity. The equation was significant, $F(3, 73) = 18.05, p < .001, adjusted R^2 = .405$. In the second step, intentions toward physical activity and sedentary behavior were entered in the regression model. These two variables were not significantly associated with physical activity and did not add a significant increase in explained variance ($\beta = -.05, p = .652$ for intentions toward physical activity, and $\beta = .14, p = .169$ for intentions toward sedentary behavior, $\Delta R^2 = .015, p = .383$). The equation was significant, $F(5, 71) = 18.05, p < .001, adjusted R^2 = .405$. In the third step, implicit attitudes toward physical activity and sedentary behavior were entered in the model. Physical activity implicit attitudes accounted for a significant portion of physical activity ($\beta = .21, p = .04$), and a statistical tendency was observed regarding sedentary behavior implicit attitudes ($\beta = -.18, p = .06$). The equation was significant, $F(7, 68) = 8.99, p < .001, adjusted R^2 = .434$, however the percentage of variance explained in the third step did not significantly increase: $\Delta R^2 = .043, p = .067$. Post-hoc statistical power analysis indicated a risk of type I error ($1-\beta = .40$) regarding the integration of implicit attitudes in the model (step 3).¹

¹ Additional regression models are provided in supplemental data. In accordance with dual-process assumptions (Perugini, 2005), we examined potential interactions between explicit and implicit motivational processes. No interaction was significant. We also examined the associations between the four motivational variables and Time 2 physical activity without controlling for age, BMI and past physical activity. The model was significant $F(4, 74) = 3.07, p = .022, ad-$

Table 2 Descriptive data (2)

Variables	Mean (SD)	1	2	3	4	5	6	7	8
1. Age	56 (11.9)	–							
2. BMI	39.1 (6.6)	.01	–						
3. Past PA	3.5 (2.5)	.09	–.06	–					
4. PA intentions	17.5 (3.2)	–.11	.07	.39*	–				
5. SB intentions	15.7 (4)	–.01	–.27**	.16	.39**	–			
6. PA implicit attitudes	.40 (.34)	.02	–.21 ^t	–.24*	.00	.08	–		
7. SB implicit attitudes	.14 (.37)	.06	.07	–.13	–.14	–.07	.37**	–	
8. PA Time 2	17.03 (15.69)	–.44**	–.44**	.20 ^t	.10	.27*	.15	–.19 ^t	–

PA physical activity; SB sedentary behavior

^t $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$

Table 3 Stepwise regression analysis for the selection of physical activity covariates ($N = 76$)

Steps	Predictors	B	SE	β	p	Adjusted R^2
1.	Age	–.63	.15	–.45	<.001	.190
2.	Age	–.63	.13	–.45	<.001	.383
	BMI	–.59	.12	–.45	<.001	
3.	Age	–.66	.13	–.47	<.001	.422
	BMI	–.58	.12	–.43	<.001	
	Past PA	.28	.12	.22	.021	

PA physical activity; variables entered in the model that did not reach significance: educational level, depressive symptoms, number of comorbidities, cognitive capacities, gender

Discussion

Grounded in a dual-processes approach (Hofmann et al., 2008), this study aimed to explore the role of physical activity and sedentary behavior implicit attitudes in the prediction of prospective physical activity in obese adults. The results highlight that participants who held more favorable implicit attitudes towards physical activity exhibited higher objective level of physical activity 4 months later. This result is important because identifying the determinants of physical activity over time represents a crucial step in designing better theory-based physical activity programs in the future (Teixeira et al., 2015). Nonetheless, these results should be interpreted with caution given the weak additional contribution of implicit attitudes after controlling for participants’ age, BMI, and

past physical activity, as well as type I error risk for the integration of implicit attitudes in the regression model.

Dual-processes approach to physical activity

A previous cross-sectional study, conducted among adults with obesity, found that implicit attitudes were significantly associated with self-reported physical activity when intentions and other related explicit constructs were controlled for (i.e., variables from the Theory of Planned Behavior; Chevance et al., 2016). The present study confirms and extends this result over a longer interval and with an objective measure of physical activity. Theoretically, these consistent associations between implicit attitudes and physical activity among adults with obesity could be explained by individual dispositions (Friese et al., 2008). Indeed, it is assumed that implicit processes are strongly associated with behavior in individuals who have difficulty in engaging in controlled processing compared with individuals with greater resources (Cheval et al., 2016; Friese et al., 2008). In the field of obesity, studies have found reciprocal relationships between weight gain over time and an increase in impulsivity (Sutin et al., 2011, 2013). Hence, it could be hypothesized that implicit processes are

Footnote 1 continued

justed $R^2 = .10$; implicit attitudes toward physical activity and sedentary behavior were significantly associated with Time 2 physical activity ($\beta = .23, p = .05, \beta = -.26, p = .04$, respectively), as well as intentions toward sedentary behavior ($\beta = .24, p = .05$). Intentions toward physical activity were not significantly associated with physical activity ($\beta = -.03, p = .78$).

important behavioral predictors among adults with obesity because, on average, these individuals are more impulsive. Nonetheless, any interpretation should be tempered because in the current study sedentary behavior implicit attitudes did not reach statistical significance, which does not confirm previous research (Cheval et al., 2015). Other studies are thus needed to investigate the role of sedentary behavior-related implicit cognitions in physical activity adoption. It would also be particularly interesting in future research to examine the associations between sedentary behavior implicit attitudes and other dependent variables, such as light physical activity or the time spent sitting, which represent relevant lifestyle markers in adults with obesity.

Regarding the lack of associations between behavioral intentions and physical activity, both methodological and contextual explanations can be advanced. For example, although implicit attitudes were measured through computerized reaction-time tasks in this study, intentions were self-reported and thus more likely to be contaminated by social desirability bias (Greenwald et al., 2009). Indeed, during a weight management program, social desirability toward exercise and sedentary behavior may be particularly salient, thereby influencing responses to self-report questionnaires (Adams et al., 2005). This issue would explain the lack of sensitivity in the measure of intentions, which in turn would explain the lack of association between this variable and physical activity. Consequently, the utilization of indirect measures of motivation (e.g., SC-IAT) could be useful for researchers and clinicians to complete self-reported assessments of motivation. Regarding the overall high level of intentions displayed in this study at baseline, it could also be hypothesized that the participants might have benefited from the program and developed strong intentions during the intervention, but failed to maintain them after the program (Rhodes & Dickau, 2013). Finally, it should be noted that in the present study intentions toward sedentary behavior were the unique motivational variable significantly correlated with Time 2 physical activity. However, this variable was also correlated with BMI ($r = -.27$, $p = .019$, see Table 2). This shared variance might explain the non-significant association found in the regression model between intentions toward sedentary behavior and Time 2 physical activity when BMI was controlled for.

In summary, physical activity implicit attitudes were the only motivational variable prospectively associated with objective physical activity in this study after controlling for age, BMI and self-report past physical activity. This variable might thus be targeted in future research aiming to enhance physical activity. Currently, experimental studies examining a change in implicit attitudes are scarce in the literature. An observational study found that implicit atti-

tudes can change over one week, and that change might impact physical activity behavior (Hyde et al., 2012); moreover, previous studies found that implicit attitudes could be enhanced throughout a week (Berry, 2016) or along a 5-week rehabilitation program (Chevance et al., 2017). Given the aforementioned results and those obtained in the present study, targeting implicit attitudes in an intervention offers novel interventional perspectives for improving the promotion of physical activity among obese individuals.

Targeting implicit processes to enhance physical activity

Recently, two general frameworks were developed to guide the experimental manipulation of implicit processes (Hollands et al., 2016; Papiés, 2016). These frameworks are based on the premises that “discrete” interventions that do not require participants to think about them can be designed (i.e., in contrast to interventions focusing on change in explicit processes; see Hollands et al., 2016). Papiés (2016) pointed out that these interventions could change the features of the environment to influence the activation of implicit processes (i.e., *cueing interventions*) and/or directly change the implicit processes that drive behaviors (i.e., *training interventions*). To date, a handful of studies have started exploring *training interventions* in the physical activity context. Retraining approach-avoidance tendencies (Cheval et al., 2016), evaluative conditioning (Antoniewicz & Brand, 2016), delivering tailored exercise-related messages (Berry, 2016), and mental imagery (Markland et al., 2015) have all shown promise in modifying implicit processes. However, these studies have been conducted with students in a laboratory context, and the next step would be to examine their relevance in more ecological and clinical settings (e.g., among adults with obesity).

Strengths, limits and perspectives

The strengths of this research reside in the study of both explicit and implicit motivational constructs toward physical activity and sedentary behaviors, its prospective design, and the assessment of physical activity with accelerometers. For these reasons, this study makes an important contribution toward understanding the role of implicit attitudes in the physical activity context. However, the results were obtained in a highly specific weight management program, and other associations could be expected with different contexts and time intervals (see Endrighi et al., 2016). For example, it is possible that this study sample was particularly motivated, given their participation in a weight management program, and in com-

Table 4 Hierarchical multiple regression analysis for variables predicting physical activity at Time 2 ($N = 76$)

Steps	Predictors	B	SE	β	p	Adjusted R^2
1.	Age	-.60	.12	-.45	<.001	.405
	BMI	-.57	.12	-.43	<.001	
	Past PA	.29	.12	.22	.019	
2.	Age	-.60	.12	-.45	<.001	.405 ^a
	BMI	-.51	.13	-.39	<.001	
	Past PA	.28	.13	.21	.030	
	PA intentions	-.06	.14	-.05	.652	
	SB intentions	.19	.13	.14	.169	
3.	Age	-.61	.12	-.45	<.001	.434 ^b
	BMI	-.43	.13	-.33	.001	
	Past PA	.33	.13	.25	.011	
	PA intentions	-.11	.14	-.09	.406	
	SB intentions	.18	.13	.14	.176	
	PA implicit attitudes	.28	.13	.21	.043	
	SB implicit attitudes	-.24	.13	-.18	.063	

PA physical activity; SB sedentary behavior

^a $\Delta R^2 = .015, p = .383$

^b $\Delta R^2 = .043, p = .067$

parison with other adults with obesity from the general population. Moreover, participants from this study were characterized by light cognitive impairment according to the MoCA’s cut-off, which could be explained by the fact that obesity is negatively associated with cognitive functions (Miller & Spencer, 2014). In past literature, it has been shown that lower cognitive capacities (i.e., executive functions) could weaken the positive association between intentions and physical activity (Hall et al., 2008). Thus, it is possible that participants’ mean cognitive impairment has impacted the relationships observed in this study between motivational factors and physical activity behavior. For generalization purpose, it is necessary to replicate the results of this study in other samples.

Second, physical activity implicit attitudes were a significant predictor of physical activity independently of intentions, but intentions were not prospectively associated with behavior. Hence, it would be challenging in future research to examine the contribution of implicit attitudes while controlling for other motivational constructs (for a recent discussion on the additional contribution of implicit processes over explicit processes, see Blanton et al., 2016). A recent review noted that autonomous motivation, barrier self-efficacy and the use of self-regulation skills were consistent predictors of physical activity maintenance in obese adults (Teixeira et al., 2015). Demonstrating the additional contribution of implicit attitudes beyond the effects of these variables would further support their role in the adoption of regular physical activity in this population. Moreover, other physical activity covariates could be

controlled for in future research, such as physical limitations or disabilities, or baseline physical activity measured with accelerometers.

Finally, some bivariate correlations (see Table 2) obtained in this study between the motivational variables should be discussed. At the explicit level, intentions toward physical activity were positively correlated with intentions toward sedentary behavior, indicating that the more people intended to adopt a regular physical activity, the more they intended to limit their sedentary behavior. However, at the implicit level, attitudes toward physical activity were also positively correlated with attitudes toward sedentary behavior, indicating that participants with more favorable implicit attitudes toward physical activity also displayed more favorable implicit attitudes toward sedentary behavior. This result differs from one previous study investigating implicit processes toward these two behaviors and highlighting that implicit processes toward physical activity and sedentary behavior were negatively correlated (Cheval et al., 2015). Other studies are thus needed to further explore the complex relationships between implicit and explicit processes toward physical activity and sedentary behavior.

In conclusion, physical activity implicit attitudes were the only motivational variable prospectively associated with physical activity in this study. This result was obtained while controlling for participant’s age, BMI, past physical activity, and intentions toward physical activity and sedentary behavior. Given that implicit attitudes can be modified through structured interventions, it would be

interesting to target this construct in future experimental research. Such an initiative might enhance future physical activity promotion and weight management programs.

Acknowledgements Guillaume Chevance is funded by a grant from the French Agency for Research and Technology (ANRT). This study has received financial support from the foundation APARD and the region Occitanie. The authors wish to thank Marie-Ange Dubois for her help in the follow-up phase, as well as La Poste for their support all along the study.

Compliance with ethical standards

Conflict of interest Guillaume Chevance, Johan Caudroit, Thomas Henry, Philippe Guerin, Julie Boiché and Nelly Héraud declare that they have no conflicts of interest in the present research.

Human and animal rights and Informed consent This study was approved by the ethical committee: 5 *Santé*. All procedures were in accordance with the Helsinki Declaration of 1975, as revised in 2000. Informed consent was obtained from all participants before being included in the study.

References

- Adams, S. A., Matthews, C. E., Ebbeling, C. B., Moore, C. G., Cunningham, J. E., Fulton, J., et al. (2005). The effect of social desirability and social approval on self-reports of physical activity. *American Journal of Epidemiology*, *161*, 389–398.
- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, *50*, 179–211.
- Allison, P. D. (2000). Multiple imputation for missing data: A cautionary tale. *Sociological Methods and Research*, *28*, 301–309.
- Antoniewicz, F., & Brand, R. (2016). Learning to like exercising: Evaluative conditioning changes automatic evaluations of exercising and influences subsequent exercising behavior. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, *38*, 138–148.
- Baruth, M., Sharpe, P. A., Hutto, B., Wilcox, S., & Warren, T. Y. (2013). Patterns of sedentary behavior in overweight and obese women. *Ethnicity and Disease*, *23*, 336–342.
- Bauman, A. E., Reis, R. S., Sallis, J. F., Wells, J. C., Loos, R. J., & Martin, B. W. (2012). Correlates of physical activity: Why are some people physically active and others not? *The Lancet*, *380*, 258–271.
- Berry, T. R. (2016). Changes in implicit and explicit exercise-related attitudes after reading targeted exercise-related information. *Psychology of Sport and Exercise*, *22*, 273–278.
- Blanton, H., Burrows, C. N., & Jaccard, J. (2016). To accurately estimate implicit influences on health behavior, accurately estimate explicit influences. *Health Psychology*, *35*, 856–860.
- Bluemke, M., Brand, R., Schweizer, G., & Kahlert, D. (2010). Exercise might be good for me, but I don't feel good about it: Do automatic associations predict exercise behavior? *Journal of Sport & Exercise Psychology*, *32*, 137–153.
- Calitri, R., Lowe, R., Eves, F. F., & Bennett, P. (2009). Associations between visual attention, implicit and explicit attitude and behavior for physical activity. *Psychology & Health*, *24*, 1105–1123.
- Cheval, B., Sarrazin, P., Isoard-Gautheur, S., Radel, R., & Friese, M. (2015). Reflective and impulsive processes explain (in)effectiveness of messages promoting physical activity: A randomized controlled trial. *Health Psychology*, *34*, 10–19.
- Cheval, B., Sarrazin, P., Isoard-Gautheur, S., Radel, R., & Friese, M. (2016). How impulsivity shapes the interplay of impulsive and reflective processes involved in objective physical activity. *Personality and Individual Differences*, *96*, 132–137.
- Chevance, G., Caudroit, J., Romain, A., & Boiché, J. (2016). The adoption of physical activity and eating behaviors among persons with obesity and in the general population: The role of implicit attitudes within the theory of planned behavior. *Psychology, Health & Medicine*, *22*, 319–324.
- Chevance, G., Héraud, N., Varray, A., & Boiché, J. (2017). Change in explicit and implicit motivation toward physical activity and sedentary behavior in pulmonary rehabilitation and associations with post-rehabilitation. *Rehabilitation Psychology*, *62*, 119–129.
- Cohen, J., Cohen, P., West, S. G., & Aiken, L. S. (2003). *Applied multiple regression/correlation analysis for the behavioral sciences* (3rd ed.). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Conroy, D. E., Hyde, A. L., Doerksen, S. E., & Ribeiro, N. F. (2010). Implicit attitudes and explicit motivation prospectively predict physical activity. *Annals of Behavioral Medicine*, *39*, 112–118.
- Downs, D., & Hausenblas, H. (2005). Elicitation studies and the theory of planned behavior: A systematic review of exercise beliefs. *Psychology of Sport and Exercise*, *6*, 1–31.
- Ellis, K., Kerr, J., Godbole, S., Staudenmayer, J., & Lanckriet, G. (2016). Hip and wrist accelerometer algorithms for free-living behavior classification. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *48*, 933–940.
- Endrighi, R., Basen-Engquist, K., Szeto, E., Perkins, H., Baum, G., Cox-Martin, M., et al. (2016). Self-reported and automatic cognitions are associated with exercise behavior in cancer survivors. *Health Psychology*, *35*, 824–828.
- Eves, F. F., Scott, E. J., Hoppé, R., & French, D. P. (2007). Using the affective priming paradigm to explore the attitudes underlying walking behaviour. *British Journal of Health Psychology*, *12*, 571–585.
- Ferguson, C. J. (2008). An effect size primer: A guide for clinicians and researchers. *Professional Psychology: Research and Practice*, *40*, 532–538.
- Finkelstein, E., Khavjou, O., Thompson, H., Trogdon, J., Pan, L., Sherry, B., et al. (2012). Obesity and severe obesity forecasts through 2030. *American Journal of Preventive Medicine*, *42*, 563–570.
- Finucane, M., Stevens, G., Cowan, M., Danaei, G., Lin, J., Paciorek, C., et al. (2011). National, regional, and global trends in body-mass index since 1980: Systematic analysis of health examination surveys and epidemiological studies with 960 country-years and 9.1 million participants. *The Lancet*, *377*, 557–567.
- Friese, M., Hofmann, W., & Schmitt, M. (2008). When and why do implicit measures predict behavior? Empirical evidence for the moderating role of opportunity, motivation, and process reliance. *European Review of Social Psychology*, *19*, 285–338.
- Gourlan, M., Trouilloud, D., & Sarrazin, P. (2011). Interventions promoting physical activity among obese populations: A meta-analysis considering global effect, long-term maintenance, physical activity indicators and dose characteristics. *Obesity Reviews*, *12*, 633–645.
- Greenwald, A. G., & Banaji, M. R. (1995). Implicit social cognition: Attitudes, self-esteem, and stereotypes. *Psychological Review*, *102*, 4–27. doi:10.1037//0033-295x.102.1.4
- Greenwald, A. G., Poehlman, T. A., Uhlmann, E., & Banaji, M. R. (2009). Understanding and using the Implicit Association Test: III. Meta-analysis of predictive validity. *Journal of Personality and Social Psychology*, *97*, 17–41.
- Hagger, M., Chatzisarantis, N., & Biddle, S. (2002). The influence of autonomous and controlling motives on physical activity inten-

- tions within the Theory of Planned Behaviour. *British Journal of Health Psychology*, 7, 283–297.
- Hall, P., & Fong, G. (2007). Temporal self-regulation theory: A model for individual health behavior. *Health Psychology Review*, 1, 6–52.
- Hall, P., Fong, G. T., Epp, L. J., & Elias, L. J. (2008). Executive function moderates the intention-behavior link for physical activity and dietary behavior. *Psychology & Health*, 23, 309–326.
- Hofmann, W., Friese, M., & Wiers, R. (2008). Impulsive versus reflective influences on health behavior: A theoretical framework and empirical review. *Health Psychology Review*, 2, 111–137.
- Hollands, G. J., Marteau, T. M., & Fletcher, P. C. (2016). Nonconscious processes in changing health-related behaviour: A conceptual analysis and framework. *Health Psychology Review*, 10, 1–28.
- Hyde, A. L., Elavsky, S., Doerksen, S. E., & Conroy, D. E. (2012). The stability of automatic evaluations of physical activity and their relations with physical activity. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 34, 715–736. doi:10.1123/jsep.34.6.715
- JASP Team. (2016). *JASP [Computer software]*. Retrieved from, <https://jasp-stats.org/download/>
- Jensen, M., Ryan, D., Apovian, C., Ard, J., Comuzzie, A., Donato, K., et al. (2013). Guideline for the management of overweight and obesity in adults. *Circulation*, 129, 102–138.
- Karpinski, A., & Steinman, R. B. (2006). The single category implicit association test as a measure of implicit social cognition. *Journal of Personality and Social Psychology*, 91, 16–32.
- Maher, J. P., & Conroy, D. E. (2016). A dual-process model of older adults' sedentary behavior. *Health Psychology*, 35, 262–272.
- Markland, D., Hall, C. R., Duncan, L. R., & Simatovic, J. (2015). The effects of an imagery intervention on implicit and explicit exercise attitudes. *Psychology of Sport and Exercise*, 17, 24–31.
- McEachan, R., Taylor, N., Harrison, R., Lawton, R., Gardner, P., & Conner, M. (2016). Meta-analysis of the reasoned action approach (RAA) to understanding health behaviors. *Annals of Behavioral Medicine*, 50, 592–612.
- Miller, A. A., & Spencer, S. J. (2014). Obesity and neuroinflammation: A pathway to cognitive impairment. *Brain, Behavior, and Immunity*, 42, 10–21.
- Nasreddine, Z. S., Phillips, N. A., Bédirian, V., Charbonneau, S., Whitehead, V., Collin, I., et al. (2005). The montreal cognitive assessment, MoCA: A brief screening tool for mild cognitive impairment. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53, 695–699.
- Papies, E. K. (2016). Health goal priming as a situated intervention tool: How to benefit from nonconscious motivational routes to health behaviour. *Health Psychology Review*, 10, 408–424.
- Perugini, M. (2005). Predictive models of implicit and explicit attitudes. *British Journal of Social Psychology*, 44, 29–45.
- R Core Team (2013). *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. <http://www.R-project.org/>
- Rebar, A., Dimmock, J., Jackson, B., Rhodes, R., Kates, A., Starling, J., et al. (2016). A systematic review of the effects of non-conscious regulatory processes in physical activity. *Health Psychology Review*, 10, 395–407.
- Rebar, A. L., Ram, N., & Conroy, D. E. (2015). Using the EZ-diffusion model to score a single-category implicit association test of physical activity. *Psychology of Sport and Exercise*, 16, 96–105.
- Rhodes, R. E. (2017). The evolving understanding of physical activity behavior: A multi-process action control approach. *Advances in Motivation Science*, 4, 171–205. doi:10.1016/bs.adms.2016.11.001
- Rhodes, R. E., & Blanchard, C. M. (2008). Do sedentary motives adversely affect physical activity? Adding cross-behavioural cognitions to the theory of planned behaviour. *Psychology & Health*, 23, 789–805.
- Rhodes, R. E., & Dickau, L. (2012). Experimental evidence for the intention-behavior relationship in the physical activity domain: A meta-analysis. *Health Psychology*, 31, 724–727.
- Rhodes, R. E., & Horne, L. (2013). Deepening the measurement of motivation in the physical activity domain: Introducing behavioural resolve. *Psychology of Sport and Exercise*, 14, 455–460.
- Rhodes, R. E., Janssen, I., Bredin, S. S. D., Warburton, D. E. R., & Bauman, A. (2017). Physical activity: Health impact, prevalence, correlates and interventions. *Psychology & Health*. doi:10.1080/08870446.2017.1325486
- Rhodes, R. E., & Yao, C. (2015). Models accounting for intention-behavior discordance in the physical activity domain: A user's guide, content overview, and review of current evidence. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 12, 9.
- Richetin, J., Costantini, G., Perugini, M., & Schönbrodt, F. (2015). Should we stop looking for a better scoring algorithm for handling implicit association test data? Test of the role of errors, extreme latencies treatment, scoring formula, and practice trials on reliability and validity. *PLoS ONE*, 10, 0129601.
- Rollo, S., Gaston, A., & Prapavessis, H. (2016). Cognitive and motivational factors associated with sedentary behavior: A systematic review. *AIMS Public Health*, 3, 956–984.
- Sabia, S., Cograñe, P., van Hees, V. T., Bell, J. A., Elbaz, A., Kivimaki, M., et al. (2015). Physical activity and adiposity markers at older ages: Accelerometer vs questionnaire data. *Journal of the American Medical Directors Association*, 16, 7–13.
- Sedentary Behaviour Research Networ. (2012). Letter to the editor: Standardized use of the terms “sedentary” and “sedentary behaviours”. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 37, 540–542.
- Sheeran, P., Bosch, J., Crombez, G., Hall, P., Harris, J., Papies, E., et al. (2016). Implicit processes in health psychology: Diversity and promise. *Health Psychology*, 35, 761–766.
- Sheeran, P., Gollwitzer, P., & Bargh, J. (2013). Nonconscious processes and health. *Health Psychology*, 32, 460–473.
- Soper, D. S. (2017). *Effect size calculator for multiple regression [software]*. Available from, <http://www.danielsoper.com/statcalc>
- Sutin, A. R., Costa, P. T., Chan, W., Milaneschi, Y., Eaton, W. W., Zonderman, A. B., et al. (2013). I know not to, but i can't help it: Weight gain and changes in impulsivity-related personality traits. *Psychological Science*, 24, 1323–1328.
- Sutin, A. R., Ferrucci, L., Zonderman, A. B., & Terracciano, A. (2011). Personality and obesity across the adult life span. *Journal of Personality and Social Psychology*, 101, 579–592.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, S. L. (2007). *Using multivariate statistics* (5th ed.). Boston: Allyn and Bacon.
- Teixeira, P., Carraça, E., Marques, M., Rutter, H., Oppert, J., De Bourdeaudhuij, I., et al. (2015). Successful behavior change in obesity interventions in adults: A systematic review of self-regulation mediators. *BMC Medicine*, 13, 13–84.
- Trost, S. G., Owen, N., Bauman, A. E., Salles, J. F., & Brown, W. (2002). Correlates of adults' participation in physical activity: Review and update. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34, 1996–2001. doi:10.1097/00005768-200212000-00020
- van Hees, V. T., Fang, Z., Langford, J., Assah, F., Mohammad, A., Da Silva, I. C., et al. (2014). Autocalibration of accelerometer data for free-living physical activity assessment using local gravity and temperature: An evaluation on four continents. *Journal of Applied Physiology*, 117, 738–744.

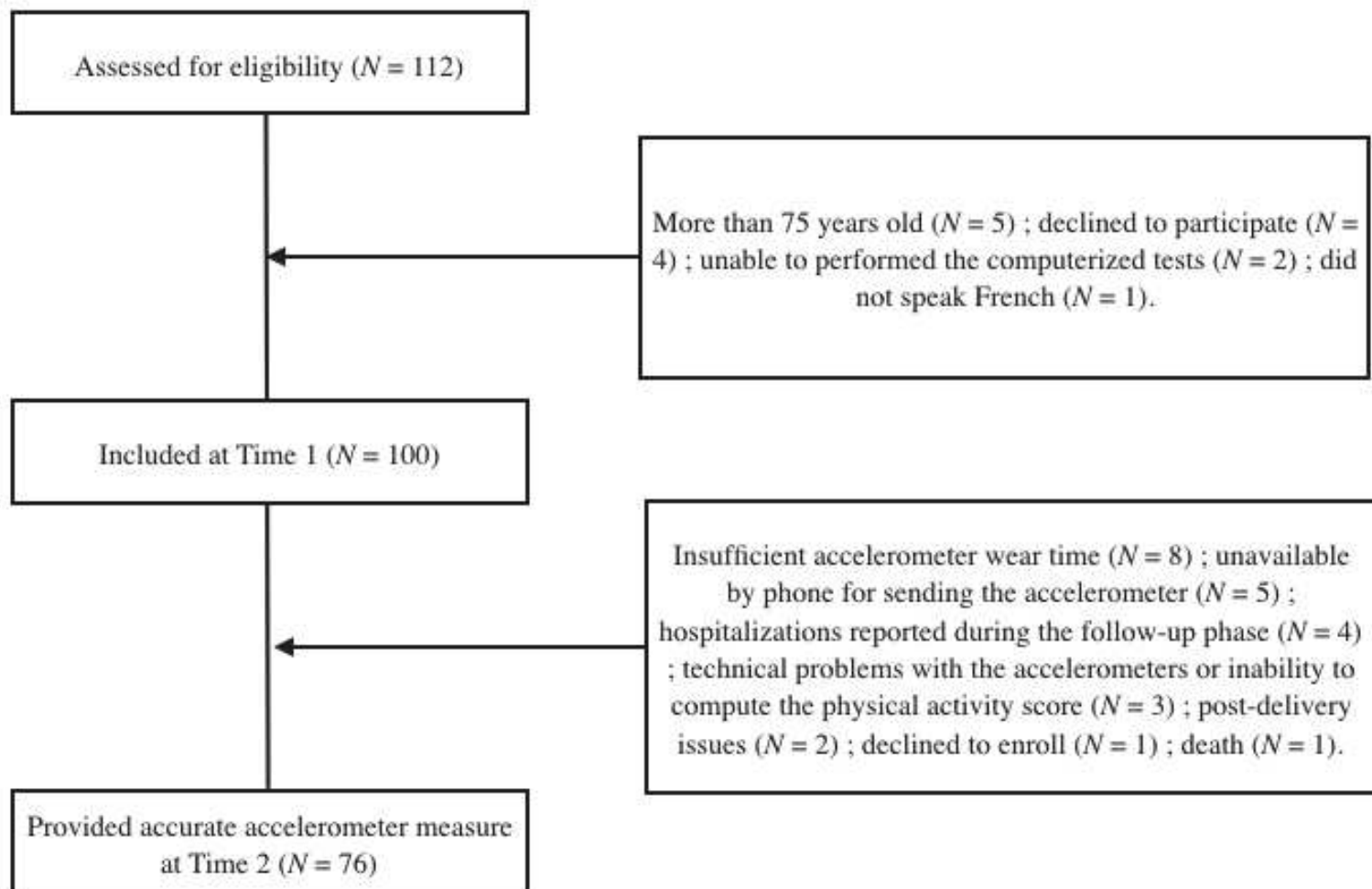
- van Hees, V. T., Gorzelniak, L., León, E. C., Eder, M., Pias, M., Taherian, S., et al. (2013). Separating movement and gravity components in an acceleration signal and implications for the assessment of human daily physical activity. *PLoS ONE*. doi:10.1371/journal.pone.0061691
- Zigmond, A. S., & Snaith, R. P. (1983). The hospital anxiety and depression scale. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 67, 361–370.

Supplemental material

Do implicit attitudes toward physical activity and sedentary behavior prospectively predict objective physical activity among persons with obesity?

1. Study flowchart
2. Descriptive statistics (demographic) for the 24 missing participants at Time 2
3. Descriptive statistics (motivational and clinical) for the 24 missing participants at Time 2.
4. Description of the 5 blocs of the SC-IAT
5. Interactions between processes

1. Study flowchart



2. Descriptive statistics for the 24 missing participants at Time 2

Demographic

Demographic characteristics	Percentage (N = 24)	Percentage (N = 76)	P
Sex			
Female	67 %	65 %	.905
Male	33 %	35 %	
Marital status			
Married	50 %	60 %	.416
Single	50 %	40 %	
Professional status			
Workers	17 %	37 %	.136
Retired	50 %	35 %	
Unemployed	33 %	28 %	
Education			
Less than highschool	8 %	7 %	.659
Highschool diploma	12 %	11 %	
College diploma	46 %	32 %	
Professional degree	17 %	20 %	
University degree	17 %	30 %	
Household income (in euros / month)			
< 900 €	21 %	5 %	.181
900 – 1200 €	25 %	20 %	
1201 – 1500 €	17 %	21 %	
1501 – 1900 €	4 %	20 %	
1901 – 2300 €	8 %	12 %	
2301 – 3000 €	21 %	15 %	
3001 – 5000 €	4 %	7 %	
> 5000 €	0 %	0 %	
Tobacco			
Non smoker	95 %	81 %	.134
Smoker	5 %	19 %	

3. Descriptive statistics for the 24 missing participants at Time 2

Motivational and clinical

Variables	Mean (SD)	Mean (SD)	P
	N = 24	N = 76	
2. PA intentions	18.4 (3.1)	17.5 (3.2)	.236
3. SB intentions	18.0 (3,4)	15.7 (4)	.012
4. PA implicit	.38 (.26)	.40 (.34)	.804
5. SB implicit	.17 (.46)	.14 (.37)	.735
6. Past PA	3.2 (3.1)	3.5 (2.5)	.685
7. Age	55 (14.9)	56 (11.9)	.650
8. BMI	37.4 (9.1)	39.1 (6.6)	.336
9. Depression	5.4 (3.4)	5.5 (3.2)	.886
10. Cognitive	23.1 (4.7)	24.3 (3)	.207

4. Description of the 5 blocs of the SC-IAT

The SC-IAT procedure comprised 5 blocks (see Table below). In block 1, participants were required to sort the words corresponding to the attributes “positive” and “negative”. In blocks 2 and 3, participants were required to sort the words corresponding to the conceptual target and attributes combined in a practice and critical test block. The block 4 and 5 were similar to blocks 2 and 3 in reversed position. According to current recommendations (Karpinski & Steinman, 2006), practice blocks comprised 24 trials and test blocks 72 trials. The instructions were to sort the stimuli as quickly as possible and to make as few mistakes as possible, insisting on the fact that these two parameters were equally important.

Category Label				
Physical activity <i>versus</i> sedentary behavior IAT				
Block	Trials	Task	Left key « Q »	Right key « 5 »
1	24	Attribute discrimination	Negative	Positive
2	24	Attribute + behavior	Negative + Physical activity	Positive
3	72	Attribute + behavior	Negative + Physical activity	Positive
4	24	Attribute + behavior (reversed)	Negative	Positive + Physical activity
5	72	Attribute + behavior (reversed)	Negative	Positive + Physical activity
Sedentary behavior SC-IAT				
Block	Trials	Task	Left key « Q »	Right key « 5 »
1	24	Attribute discrimination	Negative	Positive
2	24	Attribute + behavior	Negative + Sedentary behavior	Positive
3	72	Attribute + behavior	Negative + Sedentary behavior	Positive
4	24	Attribute + behavior (reversed)	Negative	Positive + Sedentary behavior
5	72	Attribute + behavior (reversed)	Negative	Positive + Sedentary behavior

5. Interactions between processes

i) Interaction between explicit and implicit processes

- Physical activity intentions * physical activity implicit attitudes (Model 2.1)
- Sedentary behavior intentions * sedentary behavior implicit attitudes (Model 2.2)

ii) Interaction between physical activity and sedentary behavior motives

- Physical activity intentions * sedentary behavior intentions (Model 2.3)
- Physical activity implicit attitudes * sedentary behavior implicit attitudes (Model 2.4)

iii) Interaction between processes and behaviors

- Sedentary behavior intentions * physical activity implicit attitudes (Model 2.5)
 - Physical activity intentions * sedentary behavior implicit attitudes (Model 2.6)
-

Model 2.1**Model Summary**

Model	R	R ²	Adjusted R ²	RMSE
1	0.450	0.203	0.132	1.240

ANOVA

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
1	Regression	26.58	6	4.430	2.879	0.015
	Residual	104.63	68	1.539		
	Total	131.21	74			

Coefficients

Model		Unstandardized	Standard Error	Standardized	t	p
1	intercept	2.243	0.143		15.654	< .001
	Past physical activity	0.297	0.155	0.225	1.918	0.059
	SB implicit attitudes	-0.369	0.157	-0.279	-2.353	0.022
	PA implicit attitudes	0.379	0.161	0.285	2.358	0.021
	SB intentions	0.294	0.157	0.222	1.869	0.066
	PA intentions	-0.285	0.259	-0.212	-1.102	0.274
	PA Intentions*PA implicites attitudes	0.522	0.554	0.171	0.942	0.349

Model 2.2**Model Summary**

Model	R	R ²	Adjusted R ²	RMSE
1	0.451	0.203	0.133	1.240

ANOVA

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
1	Regression	26.64	6	4.439	2.887	0.014
	Residual	104.57	68	1.538		
	Total	131.21	74			

Coefficients

Model		Unstandardized	Standard Error	Standardized	t	p
1	intercept	2.253	0.144		15.682	< .001
	Past physical activity	0.288	0.155	0.218	1.860	0.067
	SB implicit attitudes	-0.416	0.169	-0.315	-2.461	0.016
	PA implicit attitudes	0.374	0.161	0.282	2.328	0.023
	SB intentions	0.268	0.158	0.203	1.700	0.094
	PA intentions	-0.100	0.164	-0.075	-0.610	0.544
	SB Intentions*SB implicites attitudes	0.161	0.168	0.116	0.961	0.340

Model 2.3**Model Summary**

Model	R	R ²	Adjusted R ²	RMSE
1	0.439	0.193	0.122	1.248

ANOVA

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
1	Regression	25.29	6	4.216	2.707	0.020
	Residual	105.91	68	1.558		
	Total	131.21	74			

Coefficients

Model		Unstandardized	Standard Error	Standardized	t	p
1	intercept	2.232	0.152		14.687	< .001
	Past physical activity	0.295	0.156	0.223	1.892	0.063
	SB implicit attitudes	-0.354	0.157	-0.268	-2.254	0.027
	PA implicit attitudes	0.385	0.162	0.290	2.376	0.020
	SB intentions	0.282	0.159	0.213	1.775	0.080
	PA intentions	-0.082	0.177	-0.061	-0.460	0.647
	SB Intentions*PA intentions	0.027	0.122	0.027	0.225	0.823

Model 2.4**Model Summary**

Model	R	R ²	Adjusted R ²	RMSE
1	0.439	0.193	0.122	1.248

ANOVA

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
1	Regression	25.34	6	4.224	2.713	0.020
	Residual	105.86	68	1.557		
	Total	131.21	74			

Coefficients

Model		Unstandardized	Standard Error	Standardized	t	p
1	intercept	2.256	0.151		14.917	< .001
	Past physical activity	0.296	0.156	0.224	1.901	0.062
	SB implicit attitudes	-0.352	0.157	-0.266	-2.238	0.028
	PA implicit attitudes	0.389	0.163	0.292	2.383	0.020
	SB intentions	0.291	0.159	0.220	1.832	0.071
	PA intentions	-0.094	0.165	-0.070	-0.572	0.569
	SB implicit attitudes*PA implicit attitudes	-0.035	0.123	-0.032	-0.286	0.776

Model 2.5**Model Summary**

Model	R	R ²	Adjusted R ²	RMSE
1	0.439	0.192	0.121	1.248

ANOVA

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
1	Regression	25.24	6	4.207	2.700	0.021
	Residual	105.96	68	1.558		
	Total	131.21	74			

Coefficients

Model		Unstandardized	Standard Error	Standardized	t	p
1	intercept	2.241	0.145		15.430	< .001
	Past physical activity	0.298	0.157	0.226	1.902	0.061
	SB implicit attitudes	-0.357	0.159	-0.270	-2.240	0.028
	PA implicit attitudes	0.380	0.163	0.285	2.328	0.023
	SB intentions	0.283	0.159	0.214	1.774	0.081
	PA intentions	-0.094	0.166	-0.070	-0.566	0.573
	SB intention*PA implicit attitudes	0.026	0.201	0.015	0.131	0.897

Model 2.6**Model Summary**

Model	R	R ²	Adjusted R ²	RMSE
1	0.461	0.213	0.143	1.233

ANOVA

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
1	Regression	27.91	6	4.651	3.062	0.010
	Residual	103.30	68	1.519		
	Total	131.21	74			

Coefficients

Model		Unstandardized	Standard Error	Standardized	t	p
1	intercept	2.274	0.144		15.759	< .001
	Past physical activity	0.302	0.154	0.229	1.966	0.053
	SB implicit attitudes	-0.390	0.157	-0.295	-2.476	0.016
	PA implicit attitudes	0.368	0.160	0.277	2.302	0.024
	SB intentions	0.301	0.156	0.228	1.926	0.058
	PA intentions	-0.159	0.169	-0.119	-0.939	0.351
	PA intention*SB implicit attitudes	0.239	0.179	0.152	1.331	0.188

Résultats de l'étude 3.1

Les résultats de cette étude indiquent que les attitudes implicites relatives à l'activité physique sont significativement associées à l'activité physique post-réhabilitation chez des personnes obèses participants à un programme de réhabilitation.

Ce résultat a été obtenu après avoir contrôlé les effets de l'âge, de l'IMC et de l'activité physique passée. Dans cette étude, ni les intentions envers l'activité physique ou la sédentarité, ni les attitudes implicites relatives à la sédentarité n'étaient significativement associées au niveau d'activité physique post-réhabilitation.

Manuscrit 3.2

Chevance, G., Stephan, Y., Heraud, N., & Boiché J. *Interaction between self-regulation, intentions and implicit attitudes in the prediction of physical activity among persons with obesity. Health Psychology, in press.*

Ce manuscrit s'appuie sur l'analyse complémentaire de données issues de l'étude précédente. Dans celui-ci, nous avons examiné le rôle modérateur de l'impulsivité et des fonctions exécutives dans la relation (i) intentions envers l'activité physique-activité physique ; et (ii) attitudes implicites envers la sédentarité-activité physique. L'impulsivité et les fonctions exécutives étaient mesurées en même temps que les facteurs motivationnels, soit à la fin d'un programme de réhabilitation de deux semaines. L'activité physique était mesurée avec des accéléromètres 4 mois après le retour à domicile des participants ($n = 76$, $M_{AGE} = 56$ ans, $M_{IMC} = 39$ kg/m², 65% de femmes).

BRIEF REPORT

Interaction Between Self-Regulation, Intentions and Implicit Attitudes in the Prediction of Physical Activity Among Persons With Obesity

AQ: au

Guillaume Chevance

University of Montpellier and Les Cliniques du Souffle ®,
Groupe 5 Santé

Yannick Stephan

University of Montpellier

AQ: 1

Nelly Héraud

Les Cliniques du Souffle ®, Groupe 5 Santé

Julie Boiché

University of Montpellier

Objective: Both explicit and implicit motivational processes predict physical activity (PA); however, their respective contributions may depend on interindividual differences. This study examined the moderating role of trait impulsivity and executive functions in the associations between PA intentions, implicit attitudes toward sedentary behavior, and PA measured with accelerometers in persons with obesity. **Methods:** Participants ($N = 76$; $M_{\text{age}} = 56$ years, $SD = 11.9$; $M_{\text{Body Mass Index}} = 39.1$, $SD = 6.5$) completed baseline questionnaires measuring their PA intentions and trait impulsivity. They also performed 2 computerized tests measuring implicit attitudes toward sedentary behavior and executive functions. PA was assessed 4 months later with an accelerometer. **Results:** Implicit attitudes toward sedentary behavior and executive functions interacted to predict PA. Higher implicit attitudes were associated with significantly lower PA in participants with low and moderate executive functions but not high executive functions. **Conclusions:** These results support the role of implicit processes and cognitive factors in health-related behavior adoption through time. Practically, these variables may be useful to identify individuals at risk of abandoning PA after programs who thus may benefit from complementary interventions (e.g., provide feedback on implicit attitudes and develop self-regulatory skills).

Keywords: executive functions, impulsivity, automatic processes, cognitive factors, obesity

AQ: 2

Supplemental materials: <http://dx.doi.org/10.1037/hea0000572.supp>

Although regular physical activity (PA) is a key component of obesity management, greater than 80% of persons with obesity fail to meet the current guidelines (Ekkekakis, Vazou, Bixby, & Georgiadis, 2016). Therefore, identifying the motivational factors associated with PA in these individuals is crucial. According to contemporary models like the Reflective-Impulsive Model (RIM, Hofmann, Friese, & Wiers, 2008), health-related behaviors are driven by both explicit and implicit motivational processes. Ex-

PLICIT processes refer to conscious regulatory processes, such as beliefs and deliberate intentions. By contrast, implicit processes are assumed to influence health behavior without the person perceiving that influence, thus in a less intentional and more efficient manner (Sheeran et al., 2016). In the PA context, studies have highlighted that both explicit and implicit processes were independently associated with PA behavior (Chevance, Caudroit, Romain, & Boiché, 2017; Conroy, Hyde, Doerksen, & Ribeiro, 2010); however, the respective influence of these two processes toward PA vary between individuals (Friese, Hofmann, & Schmitt, 2009). Explicit processes are theoretically stronger behavioral predictors in people with high self-regulatory dispositions, whereas implicit processes should be more strongly associated with behavior in people with low self-regulatory resources. For example, Hall, Fong, Epp, and Elias (2008) found that explicit processes (i.e., intentions) toward PA were more strongly—and positively—associated with self-reported PA at 1 week in students characterized by higher executive functions. Cheval, Sarrazin, Isoard-Gauthier, Radet, and Friese, (2016) found that implicit processes (i.e., impulsive approach tendencies) toward sedentary behavior were more strongly—and negatively—associated with PA mea-

Guillaume Chevance, Epsilon Laboratory, University of Montpellier and Les Cliniques du Souffle ®, Groupe 5 Santé; Yannick Stephan, Euromov, University of Montpellier; Nelly Héraud, Les Cliniques du Souffle ®, Groupe 5 Santé; Julie Boiché, Epsilon Laboratory, University of Montpellier.

Guillaume Chevance is funded by a grant from the French Agency for Research and Technology. This study has received financial support from the APARD Foundation and the region Occitanie.

Correspondence concerning this article should be addressed to Guillaume Chevance, Laboratoire Epsilon, 4 Boulevard Henri IV, 34000

AQ: 6 Montpellier. E-mail: guillaumechevance@hotmail.fr

sured with accelerometers at 1 week in adults with higher levels of impulsivity. Yet, despite these reports, these assumptions have never been examined simultaneously in the same study, which limits comparison of the respective roles of these two moderators.

According to the RIM, health-related problems can be framed in terms of a motivational conflict between unfavorable impulses, favorable reasoned intentions, and self-regulation implicated in the management of this conflict (Hofmann et al., 2008). Thus, drawing upon the RIM and past research (Cheval, Sarrazin, Isoard-Gautheur, Radel, & Friese, 2016; Hall, Fong, Epp, & Elias, 2008), the present study sought to examine the moderating role of both impulsivity and executive functions in the associations between PA intentions, implicit attitudes toward sedentary behavior, and PA measured with accelerometers in persons with obesity. It was expected that (a) impulsivity would weaken the positive association between PA intentions and PA behavior but strengthen the negative association between implicit attitudes toward sedentary behavior and PA behavior; and (b) executive functions would strengthen the positive association between PA intentions and PA behavior but weaken the negative association between implicit attitudes toward sedentary behavior and PA behavior. Given that no study has conducted a follow-up over a period longer than 1 week, a 4-month prospective design was adopted to test these hypotheses.

Method

Participants and Procedure

Participants were recruited during a weight-management program. They were eligible for study enrollment if they were between 18 and 75 years old and had a body mass index ≥ 30 kg/m². They were not included in the study if they had a medical contraindication to exercise (e.g., serious osteoarticular pain) or were unable to respond to paper-based questionnaires or perform computerized tests. No financial incentives were provided for this study. Procedures were in accordance with the principles of the 1975 Declaration of Helsinki, as revised in 2000, and approved by the Ethics Committee of the Group 5 Santé. All participants provided written informed consent. PA intentions, implicit attitudes toward sedentary behavior, impulsivity and executive functions were measured at the end of a weight-management program (Time 1), during an individual meeting with an experimenter; PA behavior was measured using accelerometers 4 months later (Time 2). The motivational variables (computerized tests were performed with the Inquisit Millisecond 3.0 software, Seattle) were measured at the end of the program to examine PA maintenance after the intervention. A total of 100 participants provided complete baseline measures. Of this sample, 76 provided a valid measure of PA (i.e., ≥ 10 hr/day for at least 1 weekend day and 2 week days) at follow-up (Time 2). No significant differences were found between those who participated at Time 2 and those who did not (see attrition analyses in supplemental materials).

Measures

Physical activity intentions. Three items measuring intentions were formulated following current recommendations (Rho-

des & Horne, 2013). Participants were first reminded of the definition of regular PA according to the French national plan for nutrition and health (i.e., doing at least 30 min per day of moderate to vigorous PA, 5 days per week). Following this definition, three items were proposed with a 7-point Likert scale ranging from 1 (*do not agree at all*) to 7 (*totally agree*). Those items were: “I intend to practice a regular physical activity after my rehabilitation program”; “Even if I am tired, alone, or sick, I have set the objective of practicing a regular physical activity after my rehabilitation program”; “Even if I have other demands on my time, I will practice a regular physical activity after my weight management program” (Cronbach’s alpha = .86). The answers were totaled, with higher scores indicating stronger intentions to practice regular PA.

Implicit attitudes toward sedentary behavior. Implicit attitudes were estimated through the computerized Single Category Implicit Association Test (Karpinski & Steinman, 2006). During the Single Category Implicit Association Test, participants are required to sort stimuli representing three categories with only two response keys, each assigned to two of the three categories (e.g., positive + sedentary behavior vs. negative; positive vs. negative + sedentary behavior; the words used in this study are provided in the supplemental materials). If two categories are highly associated cognitively, the sorting task is expected to be easier when they share the same response key than when they do not. Hence, ease of sorting was estimated with RTs (Richetin, Costantini, Perugini, & Schönbrodt, 2015). Scores were computed using a winsorizing process with R statistical software and the IAT.Score package (this method has provided better support regarding reliability compared with others; see Chevance, Héraud, Guerrieri, Rebar, & Boiché, 2017; Richetin et al., 2015). Scores ranged between -2 and +2, with positive scores revealing more favorable implicit attitudes toward sedentary behavior. Internal consistency (i.e., split-half reliability), calculated using the function SplitHalf from Richetin et al. (2015), was high ($r = .88$).

Impulsivity. Trait impulsivity was estimated at baseline with a French version of the UPPS-P Impulsive Behavior Scale (Billieux et al., 2012). This questionnaire is a 20-item scale, with all items scored on a 4-point Likert scale. Given that trait impulsivity is not a unitary construct (Sharma, Markon, & Clark, 2014), we computed a score of *lack of conscientiousness* (eight items, Cronbach’s alpha = .86), following the recommendations of Billieux et al. (2012). Higher scores indicated higher trait impulsivity.

Executive functions. Executive functions were estimated through a computerized short form of the Wisconsin Card Sorting Test (Greve, 2001). This task is a global task that mainly reflects the shifting component of executive functions and, to a lesser extent, inhibition (Miyake et al., 2000). It requires matching a series of 64 cards presented in the middle of the screen with one of four cards presented on the top of the screen, according to one of three attributes (color, number of elements, shape of elements). The sorting criterion remained the same until the participant correctly sorted eight cards. The percentage of correct responses was used as a performance indicator, with a higher percentage indicating higher executive functions (Mirsky, Anthony, Duncan, Ahearn, & Kellam, 1991).

Physical activity. At follow-up, participants were asked to wear an ActiGraph GT3X+ accelerometer (ActiGraph, Pensacola, FL) on their nondominant wrist 24 hr/day for an entire week.

Accelerometer data in raw format were processed with R using the GGIR package (van Hees et al., 2014), and the default parameters of the g.shell.GGIR function. Participants with valid data (≥ 10 hr/day) for at least 1 weekend day ($M = 1.9, SD = .27$) and 2 week days ($M = 4.6, SD = 1$) were included in the analyses. To qualify as Moderate to Vigorous PA, $\geq 80\%$ of the activity needed to be ≥ 100 milligravity units, for at least a period (bout) of 1 min, using moving 10-min windows. For each participant, duration in moderate-to-vigorous PA was calculated and reported in mean minutes per day.

AQ: 5

Data Analysis

Multiple regression analyses were conducted to examine the moderating role of impulsivity and executive functions in the relationships between PA intentions, implicit attitudes toward sedentary behavior, and PA behavior. In the first model (Model 1), intentions, implicit attitudes, impulsivity, and their interaction terms (i.e., impulsivity*intentions, impulsivity*implicit attitudes) were entered as independent variables and PA behavior as the dependent variable. In the second model (Model 2), PA behavior was regressed on intentions, implicit attitudes, executive functions, and their interaction terms (i.e., executive functions*intentions, executive functions*implicit attitudes). Before running these analyses, outliers were checked and all the independent variables were standardized. Given that PA behavior was positively skewed, we performed a logarithmic transformation.

Results

Descriptive statistics (i.e., means, standard deviations, and Pearson's correlations) are presented as supplemental materials. Results of the regression analyses are displayed in Table 1. No predictors were significantly associated with PA behavior in Model 1. Regarding Model 2, implicit attitudes toward sedentary behavior ($\beta = -.26, p = .03$) as well as executive functions ($\beta = .26, p = .02$) were significantly associated with PA behavior. Moreover, the analysis revealed a significant interaction between implicit attitudes and executive functions ($\beta = .31, p < .01$). Simple slope analyses showed that implicit attitudes more favorable to sedentary behavior were associated with lower PA in participants with low ($b = -.75, t = -3.11, p = .003$) and

TI

moderate executive functions ($b = -.34, t = -2.29, p = .025$) but not in those with high executive functions ($b = .07, t = .38, p = .705$; see Figure 1).

F1

Discussion

This study found that implicit attitudes toward sedentary behavior interact with executive functions in the prediction of PA measured with accelerometers. To our knowledge, this study is the first to report an interaction between implicit motivational processes and executive functions in the PA literature. Specifically, holding positive implicit attitudes toward sedentary behavior significantly impeded PA levels in persons with obesity with low and moderate executive functions but not in those with high executive functions. This result confirms the specific hypothesis of the RIM, indicating that individuals with high dispositional resources manage automatically activated impulses better than those with low resources (Frieze, Hofmann, & Schmitt, 2009).

Theoretically, executive functions are a set of cognitive processes that are interconnected with reward centers and could explain, in part, the capacity to forgo immediate pleasure in the interests of more long-term benefits (Hall & Marteau, 2014). In the PA context, the management of immediate impulses in favor of long-term benefits is central. Indeed, although regular PA over months will likely lead to many benefits, the initiation of each PA bout may require forgoing more immediate pleasurable activities, such as sedentary behavior. In this regard, the results from this study provide some empirical support for an interaction between implicit motivational influence and executive functions in the prediction of PA.

Practically, this finding offers at least two interventional perspectives. Future research can target either implicit processes to reduce the automatic positive valence of sedentary behaviors, or it can target the enhancement of executive functions to better manage implicit processes. The literature concerning the effectiveness of training executive functions is currently under debate, with recent evidence suggesting that training programs alone are not effective to improve self-regulation (Miles et al., 2016). On the other hand, experimental manipulations of implicit processes are scarce in the PA literature, but recent studies have shown encouraging results (Berry, 2016). Combining these two approaches, for example by helping people to identify their implicit attitudes and

Table 1

AQ: 7 Multiple Regression Analyses With Prospective Physical Activity as Dependent Variable (N = 76)

Predictors	Physical activity (Model 1)			Predictors	Physical activity (Model 2)		
	β (SE)	P	R ²		β (SE)	p	R ²
PA intentions	.04 (.17)	.783	.02	PA intentions	.02 (.15)	.889	.16
SB implicit attitudes	-.20 (.16)	.118		SB implicit attitudes	-.26 (.15)	.026	
Impulsivity	.00 (.19)	.951		Executive functions	.26 (.15)	.018	
Impulsivity * PA intentions	.12 (.17)	.388		Executive functions * PA intentions	.06 (.15)	.580	
Impulsivity * SB implicit attitudes	.05 (.13)	.728		Executive functions * SB implicit attitudes	.31 (.15)	.009	

Note. PA = physical activity; SB = sedentary behavior; R² = adjusted R²; β = standardized β ; * = interaction terms. Results of the interactions remained similar when age, or body mass index, or past PA (i.e., one item asking participants to report habitual frequency of PA per week) or implicit attitudes toward PA measured at Time 1 were entered independently in each model (see the adjusted models in supplemental material). The three-way interactions between intentions, implicit attitudes, and impulsivity in Model 1 (i.e., impulsivity * intention * implicit attitudes) and executive functions in Model 2 (i.e., executive functions * intentions * implicit attitudes) were also examined. In both cases these interaction terms were not significantly associated with PA (see supplemental materials).

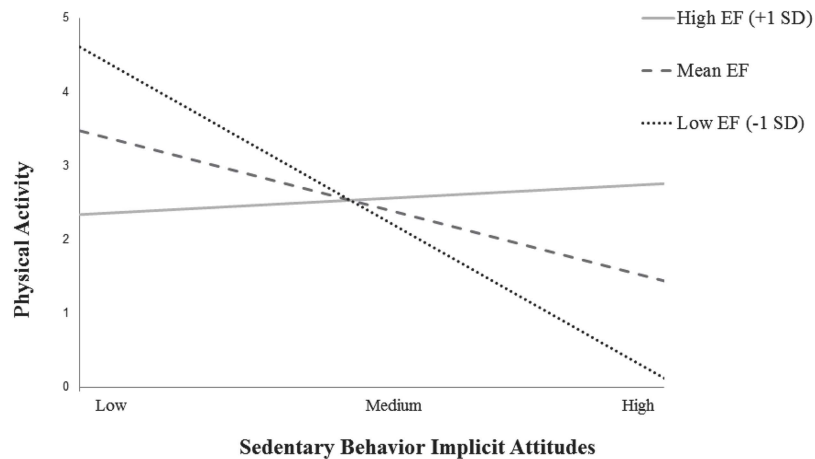


Figure 1. Interaction between implicit attitudes toward sedentary behavior and executive functions. EF = executive functions.

AQ: 8

develop self-regulatory skills, could improve future PA promotion programs for persons with obesity.

In the present study, executive functions did not interact with intentions in the prediction of PA, which does not confirm previous results from the literature (Hall, Fong, Epp, & Elias, 2008). Moreover, trait impulsivity did not moderate the relationships between implicit/explicit processes and PA behavior, as was shown in past research (Cheval, Sarrazin, Isoard-Gautheur, Radel, & Friese, 2016). However, these previous studies were conducted with young adults over short periods, whereas the current study considered a longer time interval in the context of a weight-management program. These differences may well explain the discrepancies in the results. Other studies are thus needed to further explore these effects and determine the conditions in which they are verified.

This research has several strengths: the study of both explicit and implicit motivational constructs and their interactions with two conceptually different moderators, its prospective design, and the assessment of PA with accelerometers. It also presents several limitations. First, it was conducted within the context of a specific weight-management program, and other associations might be expected in different contexts, with different time intervals, and among a larger sample less likely to be biased by power issues. Second, executive functions are not a unitary construct, and other patterns of results might have been obtained with different facets of this variable (i.e., inhibition, updating, shifting). Third, the effect sizes reported in this study were small; thus, the clinical relevance of the results should be tempered. Despite these limitations, this study is the first to provide evidence that implicit attitudes toward sedentary behavior and executive functions interact to predict PA in persons with obesity.

References

Berry, T. R. (2016). Changes in implicit and explicit exercise-related attitudes after reading targeted exercise-related information. *Psychology of Sport and Exercise, 22*, 273–278. <http://dx.doi.org/10.1016/j.psychsport.2015.09.001>
 Billieux, J., Rochat, L., Ceschi, G., Carré, A., Offerlin-Meyer, I., Defeldre, A.-C., . . . Van der Linden, M. (2012). Validation of a short French

version of the UPPS-P Impulsive Behavior Scale. *Comprehensive Psychiatry, 53*, 609–615. <http://dx.doi.org/10.1016/j.comppsy.2011.09.001>
 Cheval, B., Sarrazin, P., Isoard-Gautheur, S., Radel, R., & Friese, M. (2016). How impulsivity shapes the interplay of impulsive and reflective processes involved in objective physical activity. *Personality and Individual Differences, 96*, 132–137. <http://dx.doi.org/10.1016/j.paid.2016.02.067>
 Chevance, G., Caudroit, J., Romain, A. J., & Boiché, J. (2017). The adoption of physical activity and eating behaviors among persons with obesity and in the general population: The role of implicit attitudes within the Theory of Planned Behavior. *Psychology Health and Medicine, 22*, 319–324. <http://dx.doi.org/10.1080/13548506.2016.1159705>
 Chevance, G., Héraud, N., Guerrieri, A., Rebar, A., & Boiché, J. (2017). Measuring implicit attitudes toward physical activity and sedentary behaviors: Test-retest reliability of three scoring algorithms of the Implicit Association Test and Single Category-Implicit Association Test. *Psychology of Sport and Exercise, 31*, 70–78. <http://dx.doi.org/10.1016/j.psychsport.2017.04.007>
 Conroy, D. E., Hyde, A. L., Doerkson, S. E., & Ribeiro, N. F. (2010). Implicit attitudes and explicit motivation prospectively predict physical activity. *Annals of Behavioral Medicine, 39*, 112–118. <http://dx.doi.org/10.1007/s12160-010-9161-0>
 Ekkekakis, P., Vazou, S., Bixby, W. R., & Georgiadis, E. (2016). The mysterious case of the public health guideline that is (almost) entirely ignored: Call for a research agenda on the causes of the extreme avoidance of physical activity in obesity. *Obesity Reviews, 17*, 313–329. <http://dx.doi.org/10.1111/obr.12369>
 Friese, M., Hofmann, W., & Schmitt, M. (2009). When and why do implicit measures predict behaviour? Empirical evidence for the moderating role of opportunity, motivation, and process reliance. *European Review of Social Psychology, 19*, 285–338. <http://dx.doi.org/10.1080/10463280802556958>
 Greve, K. W. (2001). The WCST-64: A standardized short-form of the Wisconsin Card Sorting Test. *Clinical Neuropsychologist, 15*, 228–234. <http://dx.doi.org/10.1076/clin.15.2.228.1901>
 Hall, P. A., Fong, G. T., Epp, L. J., & Elias, L. J. (2008). Executive function moderates the intention-behavior link for physical activity and dietary behavior. *Psychology & Health, 23*, 309–326. <http://dx.doi.org/10.1080/14768320701212099>

- Hall, P. A., & Marteau, T. M. (2014). Executive function in the context of chronic disease prevention: Theory, research and practice. *Preventive Medicine, 68*, 44–50. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ypmed.2014.07.008>
- Hofmann, W., Friese, M., & Wiers, R. W. (2008). Impulsive versus reflective influences on health behavior: A theoretical framework and empirical review. *Health Psychology Review, 2*, 111–137. <http://dx.doi.org/10.1080/17437190802617668>
- Karpinski, A., & Steinman, R. B. (2006). The single category implicit association test as a measure of implicit social cognition. *Journal of Personality and Social Psychology, 91*, 16–32. <http://dx.doi.org/10.1037/0022-3514.91.1.16>
- Miles, E., Sheeran, P., Baird, H., Macdonald, I., Webb, T. L., & Harris, P. R. (2016). Does self-control improve with practice? Evidence from a six-week training program. *Journal of Experimental Psychology: General, 145*, 1075–1091. <http://dx.doi.org/10.1037/xge0000185>
- Mirsky, A. F., Anthony, B. J., Duncan, C. C., Ahearn, M. B., & Kellam, S. G. (1991). Analysis of the elements of attention: A neuropsychological approach. *Neuropsychology Review, 2*, 109–145. <http://dx.doi.org/10.1007/BF01109051>
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “Frontal Lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology, 41*, 49–100. <http://dx.doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>
- Rhodes, R. E., & Horne, L. (2013). Deepening the measurement of motivation in the physical activity domain: Introducing behavioural resolve. *Psychology of Sport and Exercise, 14*, 455–460. <http://dx.doi.org/10.1016/j.psychsport.2012.12.010>
- Richetin, J., Costantini, G., Perugini, M., & Schönbrodt, F. (2015). Should we stop looking for a better scoring algorithm for handling Implicit Association Test data? Test of the role of errors, extreme latencies treatment, scoring formula, and practice trials on reliability and validity. *PLoS One, 10*, e0129601. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0129601>
- Sharma, L., Markon, K. E., & Clark, L. A. (2014). Toward a theory of distinct types of “impulsive” behaviors: A meta-analysis of self-report and behavioral measures. *Psychological Bulletin, 140*, 374–408. <http://dx.doi.org/10.1037/a0034418>
- Sheeran, P., Bosch, J. A., Crombez, G., Hall, P. A., Harris, J. L., Papies, E. K., & Wiers, R. W. (2016). Implicit processes in health psychology: Diversity and promise. *Health Psychology, 35*, 761–766. <http://dx.doi.org/10.1037/hea0000409>
- van Hees, V. T., Fang, Z., Langford, J., Assah, F., Mohammad, A., da Silva, I. C., . . . Brage, S. (2014). Autocalibration of accelerometer data for free-living physical activity assessment using local gravity and temperature: An evaluation on four continents. *Journal of Applied Physiology, 117*, 738–744. <http://dx.doi.org/10.1152/jappphysiol.00421.2014>

Received May 16, 2017

Revision received August 24, 2017

Accepted August 28, 2017 ■

Supplemental material

BRIEF REPORT: Interaction between self-regulation, intentions and implicit attitudes

in the prediction of prospective physical activity among persons with obesity

- Stimuli words for the SC-IAT

- Descriptive statistics

- Attrition analyses

- Models adjusted for PA covariates (age, BMI, past PA and implicit attitudes toward PA)

- Ancillary analyses: Models with the three-way interactions (i.e., impulsivity*intention*implicit attitudes; executive functions*intentions*implicit attitudes)

Stimuli used for the SC-IAT

Stimuli for the category “positive” and “negative” were: pleasant/unpleasant; happy/sad; favorable/unfavorable; beneficial/harmful (in French: plaisant/déplaisant; joyeux/triste; favorable/ défavorable; bénéfique/néfaste).

Stimuli selected to represent the conceptual category “sedentary behavior” were: sitting, armchair, chair, television, reading, computer, couch, lying, desk, read (in French: assis, fauteuil, chaise, télévision, lire, ordinateur, canape, allongé, bureau, lecture).

Descriptive statisticsMeans, standard deviations, and Pearson's correlations between variables ($N = 76$)

Variables	<i>M (SD)</i>	1	2	3	4	5	6	7	8
1. PA Time 2	17.03 (15.69)	-	.20	-.43***	-.44***	.10	-.19	.32**	-.05
2. Past PA	3.5 (2.5)		-	.09	-.06	.29*	-.13	-.07	-.20
3. Age	56 (11.9)			-	.01	-.12	.06	-.28*	.22
4. BMI	39.1 (6.6)				-	.07	.07	-.16	-.14
5. PA intentions	17.5 (3.2)					-	-.14	.16	-.33**
6. SB implicit attitudes	.14 (.37)						-	-.05	-.13
7. Executive functions	86.21 (6.39)							-	.04
8. Impulsivity	13.68 (4.25)								-

Notes. PA = Physical Activity ; SB = Sedentary Behavior ; * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$.

Attrition analyses

Variables	Mean (SD)	Mean (SD)	<i>P</i>
	N = 24	N = 76	
PA intentions	18.4 (3.1)	17.5 (3.2)	.236
SB implicit	.17 (.46)	.14 (.37)	.735
Executive functions	84.32 (5.84)	86.21 (6.39)	.302
Impulsivity	14.48 (4.97)	13.68 (4.25)	.453
Past PA	3.2 (3.1)	3.5 (2.5)	.685
Age	55 (14.9)	56 (11.9)	.650
BMI	37.4 (9.1)	39.1 (6.6)	.336

Independent sample t-tests were performed to examine potential differences between the 24 drop-out participants and the 76 participants who displayed accurate physical activity measure at Time 2. No significant statistical differences were found between groups.

Models 1 and 2 adjusted for Age

Physical activity (Model 1)				Physical activity (Model 2)			
Predictors	β (SE)	<i>p</i>	R^2	Predictors	β (SE)	<i>p</i>	R^2
Age	-.45 (.15)	<.001	.15**	Age	-.31 (.15)	.007	.23***
PA intentions	.01 (.15)	.928		PA intentions	-.03 (.14)	.981	
SB implicit attitudes	-.16 (.15)	.166		SB implicit attitudes	-.22 (.14)	.044	
Impulsivity	.11 (.18)	.403		Executive functions	.19 (.14)	.077	
Impulsivity*PA intentions	.18 (.15)	.132		Executive functions*PA intentions	.05 (.14)	.639	
Impulsivity*SB implicit attitudes	.05 (.11)	.739		Executive functions*SB implicit attitudes	.23 (.15)	.050	

Notes. ^{ns} = non significant; * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$

Models 1 and 2 adjusted for BMI

Physical activity (Model 1)				Physical activity (Model 2)			
Predictors	β (SE)	<i>p</i>	R^2	Predictors	β (SE)	<i>p</i>	R^2
BMI	-.45 (.14)	<.001	.16**	BMI	-.37 (.14)	<.001	.28***
PA intentions	.06 (.15)	.629		PA intentions	.04 (.14)	.718	
SB implicit attitudes	-.17 (.15)	.135		SB implicit attitudes	-.20 (.14)	.060	
Impulsivity	-.06 (.17)	.613		Executive functions	.21 (.14)	.047	
Impulsivity*PA intentions	.10 (.15)	.427		Executive functions*PA intentions	-.02 (.14)	.865	
Impulsivity*SB implicit attitudes	.05 (.11)	.671		Executive functions*SB implicit attitudes	.25 (.14)	.027	

Notes. ^{ns} = non significant; * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$

Models 1 and 2 adjusted for Past PA (i.e., one self-reported item asking for the frequency of habitual PA before the study).

Physical activity (Model 1)				Physical activity (Model 2)			
Predictors	β (SE)	<i>p</i>	<i>R</i> ²	Predictors	β (SE)	<i>p</i>	<i>R</i> ²
Past PA	.16 (.16)	.185	.00 ^{ns}	Past PA	.17 (.15)	.124	.18**
PA intentions	.00 (.17)	.999		PA intentions	-.04 (.15)	.740	
SB implicit attitudes	-.18 (.16)	.159		SB implicit attitudes	-.23 (.15)	.045	
Impulsivity	.01 (.19)	.946		Executive functions	.29 (.15)	.010	
Impulsivity*PA intentions	.10 (.17)	.440		Executive functions*PA intentions	.04 (.15)	.719	
Impulsivity*SB implicit attitudes	.05 (.13)	.734		Executive functions*SB implicit attitudes	.28 (.15)	.018	

Notes. ^{ns} = non significant; * *p* < .05 ; ** *p* < .01 ; *** *p* < .001

Models 1 and 2 adjusted for Implicit attitudes toward PA (measured with a similar SC-IAT)

Physical activity (Model 1)				Physical activity (Model 2)			
Predictors	β (SE)	<i>p</i>	R^2	Predictors	β (SE)	<i>p</i>	R^2
PA implicit attitudes	.28 (.17)	.026	.04 ^{ns}	PA implicit attitudes	.25 (.15)	.028	.21**
PA intentions	.00 (.17)	.991		PA intentions	.00 (.15)	.978	
SB implicit attitudes	-.32 (.17)	.018		SB implicit attitudes	-.34 (.15)	.004	
Impulsivity	-.05 (.19)	.698		Executive functions	.29 (.14)	.009	
Impulsivity*PA intentions	.13 (.17)	.331		Executive functions*PA intentions	.05 (.14)	.633	
Impulsivity*SB implicit attitudes	.07 (.12)	.600		Executive functions*SB implicit attitudes	.28 (.15)	.016	

Notes. ^{ns} = non significant; * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$

Ancillary analyses: Models with the three-way interactions (i.e., impulsivity*intention*implicit attitudes; executive functions*intentions*implicit attitudes)

Physical activity (Model 1)				Physical activity (Model 2)			
Predictors	β (SE)	<i>p</i>	<i>R</i> ²	Predictors	β (SE)	<i>p</i>	<i>R</i> ²
PA intentions	.06 (.17)	.649	.02 ^{ns}	PA intentions	.01 (.15)	.916	.16**
SB implicit attitudes	-.18 (.16)	.143		SB implicit attitudes	-.20 (.16)	.103	
Impulsivity	.02 (.20)	.901		Executive functions	.23 (.15)	.046	
Impulsivity*PA intentions	.15 (.18)	.286		Executive functions*PA intentions	.12 (.16)	.345	
Impulsivity*SB implicit attitudes	-.02 (.14)	.988		Executive functions*SB implicit attitudes	.30 (.15)	.014	
Impulsivity*PA intentions* SB implicit attitudes	.13 (.21)	.336		Executive functions*PA intentions *SB implicit attitudes	-.15 (.18)	.277	

Notes. ^{ns} = non significant; * *p* < .05 ; ** *p* < .01 ; *** *p* < .001

Résultats de l'étude 3.2

Cette étude met en évidence une interaction entre les attitudes implicites envers la sédentarité et les fonctions exécutives dans la prédiction de l'activité physique. Les attitudes implicites envers la sédentarité sont négativement associées au niveau d'activité physique, mais uniquement pour les participants présentant des fonctions exécutives basses ou moyennes. Dans cette étude, les autres variables (intentions envers l'activité physique et impulsivité) ainsi que leurs interactions n'étaient pas significativement associées à l'activité physique en post-réhabilitation.

Manuscrit 4

Chevance, G., Berry, T., Boiché, J & Heraud, N. *Changing implicit attitudes toward physical activity versus sedentary behaviour with environmental cues: an experimental study conducted in pulmonary rehabilitation. Soumis.*

L'objectif de cette dernière étude de thèse était d'examiner si une modification expérimentale des attitudes implicites envers l'activité physique par rapport à la sédentarité pouvait impacter l'activité physique de patients admis pour un programme de réhabilitation ($n= 79$, $M_{AGE} = 62$ ans, $M_{IMC} = 31$ kg/m², 47% de femmes). L'étude était conduite au cours d'une semaine, les attitudes implicites étaient mesurées au début et à la fin de la semaine. L'activité physique était estimée avec des accéléromètres le weekend suivant. Deux groupes expérimentaux et un groupe contrôle étaient comparés sur (i) le changement de leurs attitudes implicites au cours de la semaine et (ii) les différences d'activité physique le weekend. Les patients n'étaient pas informés du lien entre les évaluations et l'intervention.

Running head: Changing implicit attitudes in rehabilitation

Title: Changing implicit attitudes toward physical activity *versus* sedentary behaviour with environmental cues: An experimental study conducted in pulmonary rehabilitation

Guillaume Chevance,

Corresponding author, Laboratory Epsilon, Univ. Montpellier, Montpellier, France; and Les Cliniques du Souffle ®, Groupe 5 Santé, France.

4 Boulevard Henri IV, 34 000 Montpellier, France.

Email: guillaumechevance@hotmail.fr, telephone: +334 11 75 90 78

Tanya Berry,

Faculty of Physical Education and Recreation, University of Alberta, Edmonton, AB, Canada.

1-153 University Hall, Edmonton, Canada.

Email: tanyab@ualberta.ca, telephone: +1 780 492 3280

Julie Boiché,

Laboratory Epsilon, Univ. Montpellier, Montpellier, France.

4 Boulevard Henri IV, 34 000 Montpellier, France.

Email: julie.boiche@umontpellier.fr, telephone: +334 11 75 90 78

Nelly Heraud,

Les Cliniques du Souffle ®, Groupe 5 Santé, France.

Avenue Joseph Vallot, 34 700 Lodève, France.

Email: nelly.heraud@5-sante.fr, telephone: +334 11 75 90 78

The research was conducted at the clinic “*La Solane*”, Osséja, France.

Acknowledgments

The authors wish to thank the entire staff of the “Clinique du Souffle *La Solane* », and especially Nadia Souyah for her precious help on the intervention.

Funding sources

The first author is funded by a grant from the French Agency for Research and Technology (ANRT). This study has received financial support from the foundation *APARD* and the region Occitanie.

Abstract

Objective. Evaluate the impact of 4-day exposure to posters associating physical activity or sedentary behaviour with positive attributes on (i) implicit attitudes toward physical activity *versus* sedentary behaviour, and (ii) physical activity measured with accelerometers.

Design. This study was conducted among participants enrolled in a pulmonary rehabilitation program. Participants ($N=79$) were randomized into groups exposed to (i) posters of people being physically active, (ii) posters of people engaged in sedentary behaviours, or (iii) control not exposed. Over four days, different posters were put in patients' bedrooms. Participants were not informed of the link between the intervention and the evaluations.

Main Outcome Measures. Implicit attitudes were measured with an Implicit Association Test at the start and at the end of the intervention. Physical activity was measured with accelerometers the weekend after the intervention.

Results. Regarding implicit attitudes, results showed a non-significant time x group interaction. There were also no significant differences between groups regarding physical activity. An ancillary analysis indicated that baseline implicit attitudes were significantly associated with physical activity.

Conclusion. Putting posters in patients' bedroom during a rehabilitation program did not impact their implicit attitudes nor physical activity behaviour. Other studies are needed to develop effective interventions targeting implicit attitudes.

Keywords: automatic processes; unconscious processes; dual-processes; bayesian analyses

Introduction

Research conducted during the past decade indicates that physical activity behaviour is not only driven by explicit (i.e., reasoned) processes, but also by implicit (i.e., associative) processes (Rebar et al., 2016). There is thus currently a call for experimental studies testing the causal link between implicit determinants and physical activity behaviour change (Sheeran et al., 2016). Recently, several frameworks have been developed to encourage the conduct of specific interventions targeting implicit processes (Hollands, Marteau, & Fletcher, 2016; Papiés, 2016). The philosophy of those frameworks is to conceive “discrete” interventions that do not require participant reflection. Based on these studies, the present research, conducted in a pulmonary rehabilitation center, examined the impact of this kind of intervention on (i) implicit attitudes toward physical activity *versus* sedentary behaviour (e.g., tv-watching, reading), and (ii) physical activity measured with accelerometers.

Theoretically, implicit and explicit motivational processes differ according to their automaticity features (Bargh, 1994). Activation of implicit processes is less conscious, intentional, controllable and more cognitively efficient compared to explicit processes (De Houwer & Moors, 2012). Methodologically, implicit processes are usually assessed indirectly through computerized tasks during which the participant’s reaction times are recorded. For example, implicit attitudes, which could be measured through an *Implicit Association Test* (Greenwald, McGhee, & Schwartz, 1998), are automatic associations, that are activated without individual control, between an object (e.g., physical activity, sedentary behaviours) and pleasant or unpleasant attributes (Greenwald & Banaji, 1995). Several correlational studies found consistent associations between implicit attitudes and self-reported physical activity (Bluemke, Brand, Schweizer, & Kahlert, 2010; Calitri, Lowe, Eves, & Bennett, 2009; Chevance, Caudroit, Romain, & Boiché, 2016; Chevance, Héraud, Varray, & Boiché, 2017a; Eves, Scott, Hoppé, & French, 2007), as well as

physical activity measured with accelerometers (Conroy, Hyde, Doerksen, & Ribiero, 2010; Rebar, Ram, & Conroy, 2015). In parallel, other studies have questioned the malleability of implicit attitudes and their sensitivity to experimental manipulations (Antoniewicz & Brand, 2016; Berry, 2016; Hyde, Elavsky, Doerksen, & Conroy, 2012; Markland, Hall, Duncan, & Simatovic, 2015).

In a pre- post-test observational study, Hyde et al. (2012) found that implicit attitudes toward physical activity present both stable and time varying components across one week. The stable component of implicit attitudes reflects the impact of early experiences with the behaviour (Greenwald & Banaji, 1995), which could be difficult to change. Conversely, the time-varying component of implicit attitudes reflects change due to recent experiences relative to physical activity, and could be targeted during an intervention (Hyde et al., 2012). Confirming the sensitivity of this variable, a study found that implicit attitudes toward exercise significantly differed between a group of students who listened to an audio script designed to induce positive feelings about exercise, compared to those in a control group (Markland et al., 2015). Using a similar design and an evaluative conditioning procedure, other researchers reported that students who had completed a task requiring to sort physical activity stimuli with positive stimuli presented significantly more favorable implicit attitudes compared to those from control groups just after the intervention (Antoniewicz & Brand, 2016). Finally, one study found that both instrumental and affective implicit attitudes toward physical activity could significantly change over one week when participants are exposed to messages targeting their own explicit attitudes toward physical activity (Berry, 2016).

Despite these first results indicating that implicit attitudes could be sensitive to an intervention, only one experimental study to date has examined if a change in implicit processes (i.e., approach-avoidance tendencies) could impact physical activity behaviour (Cheval, Sarrazin, Pelletier, & Friese, 2016). In that study, students were trained on a

computer (*i*) to approach physical activity stimuli and avoid sedentary behaviour stimuli, or on the contrary (*ii*) to approach sedentary behaviour stimuli and avoid physical activity stimuli. Results revealed that implicit processes toward physical activity were enhanced in the first group, decreased in the second, and remained stable in a third control group (implicit processes toward sedentary behaviour were not impacted by the intervention). Subsequently, students from the first group spent significantly more time on a behavioural task (i.e., time spent doing squats) compared to those from the other groups. Despite a lack of ecological validity, these results support the idea that implicit processes toward both physical activity and sedentary behaviour could be targeted, resulting in a modification of physical activity behaviours (Cheval et al., 2016).

Recently, two frameworks have been developed to guide researchers in the design of specific interventions targeting implicit processes (Hollands et al., 2016; Papies, 2016). Hollands et al. (2016) indicated that these interventions can be considered as specific to implicit processes depending of the extent to which the participants are aware of (*i*) the presence of the intervention, (*ii*) the ensuing behaviour, and (*iii*) the presence of a causal link between the intervention and the behaviour. More specifically, they propose that if implicit processes are affected by an intervention and mediate the effect of the intervention on behaviour, and if explicit processes are unaffected and do not mediate behavioural effects, then the intervention may be described as principally targeting implicit processes. In addition, Papies (2016) highlighted that these interventions may either directly change the implicit processes which drive behaviours (i.e., training intervention), and/or change the features of the environment in order to influence the activation of these implicit processes (i.e., cueing intervention).

In the physical activity context, previous research focused on training interventions such as manipulation of approach-avoidance tendencies (Cheval et al., 2016), evaluative conditioning (Antoniewicz & Brand, 2016), or mental imagery (Markland et al., 2015).

Compared to these techniques, a cueing intervention delivered through the environment might be more efficient because it does not require one-on-one coaching, and thus could be less time-consuming and more easily implemented in real-life settings (Papies, 2016). For example, past research showed that exposing participants to discrete posters or flyers targeting healthy eating behaviours could impact subsequent snack consumption in stores or around vending machines (Papies & Hamstra, 2010; Papies, Potjes, Keesman, Schwinghammer, & Koningsbruggen, 2013; Stöckli, Stämpfli, Messner, & Brunner, 2016). Theoretically, it has been proposed that the effect of these interventions on subsequent behaviours would be mediated by the activation of implicit processes (Hollands et al., 2016). Papies (2016) also hypothesized that repeated exposure to a cue might change existing cognitive structures; however these hypotheses have not been yet tested.

The present study

To increase the ecological validity of previous laboratory experiments (Antoniewicz & Brand, 2016; Berry, 2016; Cheval et al., 2016; Markland et al., 2015), this study was conducted in a pulmonary rehabilitation context. Although physical activity represents a key issue among people living with chronic respiratory diseases (Esteban et al., 2014), they are on average less physically active than healthy matched control individuals (Pitta, Troosters, Spruit, Probst, Decramer, & Gosselink, 2005). Further, interventions aiming to change physical activity behaviour in this population usually have a small or non-significant impact (Mantoani, Rubio, McKinstry, MacNee, & Rabinovich, 2016). The identification of modifiable behavioural determinants of physical activity is thus crucial in this context (Langer & Demeyer, 2016). Moreover, it has been pointed out that implicit attitudes could be (i) significantly associated with physical activity after a pulmonary rehabilitation program, and (ii) enhanced along the program (Chevance et al., 2017a). Hence, experimentally targeting implicit attitudes during pulmonary rehabilitation could simultaneously contribute to (i) the enhancement of future specific interventions

delivered in respiratory medicine, and (ii) better understanding of the role of implicit processes toward physical activity behaviour in general.

Based on past research (Cheval et al., 2016), three experimental groups were considered in this study to impact implicit attitudes. A first group of participants was exposed to posters representing physically active people; a second to posters representing sedentary people; and a third control group was not exposed to posters. It was first hypothesized that exposing participants in a rehabilitation program to posters of physically active people would significantly enhance their implicit attitudes toward physical activity *versus* sedentary behaviour, compared to those exposed to posters representing sedentary people, and a control group. Secondly, it was hypothesized that participants exposed to posters of physically active people would report higher levels of accelerometer-assessed physical activity after the intervention, compared to those in the two other groups. It was finally expected that the effect of the intervention on physical activity behaviour would be mediated by a change in implicit attitudes but not in explicit attitudes.

Methods

Participants and procedure

Participants were enrolled in rehabilitation following a prescription by a medical doctor and for the purpose of chronic respiratory disease management. The program was a five-week inpatient pulmonary rehabilitation program focusing on exercise and comprising daily lectures on nutrition, tobacco, and general disease management according to the recommendations of the *American Thoracic Society* and *European Respiratory Society* (Spruit et al., 2013; for a more precise description of the program see *XXXanonymized for peer review*). None of the health care professionals of the clinic were trained in the behaviour change theories and techniques used in this study.

During the rehabilitation program, participants were included in the present study according to their exercise prescription inside the program such that the groups who

received the highest and lowest exercise prescription during their program were not included. This methodological precaution was taken to ensure that different levels of exercise did not impact the psychological processes and physical activity behaviour measured during the program. Participants spent an average of 18 hours ($SD = 1$) per week exercising as part of the rehabilitation program. Moreover, only participants aged between 55 and 75 years old, and who were not diagnosed as depressed by a physician at their entrance in the clinic were included. Finally, to avoid any stress at the start of the program and tiredness at the end of the intervention, patients were enrolled in the middle of their 5-week program.

Each Monday, the principal investigator contacted potential participants and asked them if they were interested to participate in a study on *sleep and rehabilitation*. They were told that, if they accepted, they should wear an accelerometer day and night until the next Monday and would complete two evaluations comprising questionnaires and a computerized test on Monday (Time 1) and Friday (Time 2; see Figure 1). For methodological reasons (Hollands et al., 2016), participants were not informed of the study hypotheses and intervention. Moreover, to avoid information transfer, rehabilitation professionals in the clinic were also blinded to the study hypotheses and received the same information as the study participants (with the exception of senior managers).

During the study, participants were excluded if they were not interested in completing Time 2 evaluations, or did not participate normally in the program due to injury or acute illness. Participants who identified a possible link between the evaluations and the interventions were also excluded from the analyses. Finally, study participants were informed that they were free to stop their participation at any time. No intervention or incentive was provided to encourage continued participation in the study.

All participants gave written consent to participate in a study design to improved future rehabilitation programs. Given that participants were not informed of the

intervention at the start of the study, it was explicitly mentioned to the person responsible for administering the intervention to stop putting poster in participants' bedrooms if they reported being disturbed. In this case participants were excluded from the analyses. Finally, participants were invited to provide their email and were informed that they would be debriefed after their program. Study was approved by the ethics committee of the Group
XXXXBlind for peer review.

Intervention

Each Monday, after study inclusion, participants were randomized in a 1:1:1 ratio and the principal investigator sent a list of participants to the hotel manager of the clinic, indicating which patients were included in the two experimental groups (participants included in the control group were not exposed to posters, thus their name were not communicated to the hotel manager). Next, the hotel manager asked a room attendant, blinded to the hypothesis, to conduct the intervention. Room attendants and patients were told that the clinic was trying novel room decorations and was testing patients' perception of this decoration. Participants were informed that a different poster would be put in their room each day from Friday to Saturday (i.e., $N = 4$ posters) and that they would be invited to express their opinion on Saturday through a questionnaire (see the part « *manipulation check* »).

The content of the present intervention was inspired by previous studies using posters to impact eating behaviours in real life context (Papies & Hamstra, 2010; Papies et al., 2013; Stöckli et al., 2016), according to guidelines provided by Papies (2016). In the present study, posters combined (i) photos of older adults practicing physical activity (i.e., physical activity group) or engaging in a sedentary behaviour (i.e., sedentary group) and having fun, with (ii) one pleasant adjective inserted in the poster to reinforce the positive valence of the cue (i.e., *pleasant, fun, happy, relax*). These words were similar for the physical activity and sedentary behaviour posters.

The final eight photos (i.e., four per behaviour) were selected from a larger sample of twenty photos (i.e., ten for each behaviour), rated by twenty people with chronic respiratory conditions who participated in a rehabilitation program. In this preliminary investigation, participants were asked to indicate on 0 to 100 scales to what extent each photo was pleasant and corresponded to physical activity or sedentary behaviour. The posters were previously selected on their pleasantness in order to prime positive outcomes and not negative or neutral outcomes (Papies, 2016). For each behaviour the four photos which displayed the highest scores on both pleasantness ($M = 93.81$, $SD = 14.82$, $Min = 40$, $Max = 100$) and correspondance with the behaviour ($M = 80.14$, $SD = 22.88$, $Min = 0$, $Max = 100$) were selected for the present study.

Following the recommendation of Papies (2016), and in contrast to previous studies where participants were exposed once to cues, four different posters were used per participant through the week to try to maximize the impact of the intervention on both implicit attitudes change and behaviour, while avoiding habituation (i.e., the cues no longer attract attention and therefore do not significantly affect behaviour). To ensure that participants paid attention to the cues, the posters were placed in front or on the side of their bed. Finally, a clinic logo was inserted in each poster to enhance source credibility (Latimer, Brawley, & Bassett, 2010). The four posters targeting physical activity and the four posters targeting sedentary behaviour are provided in supplemental materials.

Measures

Implicit attitudes. Implicit attitudes were measured with a computerized Implicit Associations Task (IAT) and using reaction time as the indicator of attitude (Greenwald et al., 1998). This test evaluates the strength of a person's automatic associations between two attributes (e.g., positive and negative) and two conceptual targets (e.g., physical activity *versus* sedentary behaviour). During the IAT, participants are required to sort stimuli (i.e., words) representing four categories with only two response keys, each

assigned to two of the four categories (e.g., physical activity and positive *versus* sedentary behaviour and negative; physical activity and negative *versus* sedentary behaviour and positive). If two categories are highly associated for that person, the sorting task is expected to be easier when they share the same response key than when they do not. Hence, ease of sorting can be estimated by the speed of responding. In the present study physical activity words were: *hinking, walking, bike, swimming, running, stairs, lifting, dancing, gardening, effort*; and sedentary behaviour words were: *sitting, armchair, chair, television, reading, computer, couch, lying, desk, read*. Positive words were: *relaxing, pleasant, happy, enjoyable*; and negative words were: *stressful, unpleasant, sad, disagreeable*. A winsorized score was computed (Richetin, Costantini, Perugini, & Schönbrodt, 2015). The score was between -2 (implicit attitudes in favor of sedentary behaviour compared with physical activity) and +2 (implicit attitudes in favor of physical activity compared with sedentary behaviour), 0 being a neutral score suggesting no distinct treatment between concepts. The IAT and this scoring algorithm were preferred to other methods due to stronger test–retest reliability and internal consistency demonstrated in a sample of patients admitted for a rehabilitation program (Chevance, Héraud, Guerrieri, Rebar, & Boiché, 2017b).

Explicit attitudes. Explicit attitudes toward physical and sedentary behaviour were measured through 7-point semantic differentiation scales. The item for physical activity was: « *For you, practicing physical activity (for example a brisk walk) is something ...* ». The item for sedentary behaviour was: « *For you, spending time sitting (for example reading, watching tv) is something ...* ». After each item, two pairs of positive and negative adjectives were used (i.e., pleasant *versus* unpleasant, agreeable *versus* disagreeable). Mean scores between 1 and 7 for each behaviour were computed, and then the score of explicit attitudes toward sedentary behaviour was subtracted from the score of explicit attitudes toward physical activity (Gawronski & Lebel, 2008). This provides a score of

relative preference between physical activity and sedentary behaviour between -6 (explicit attitudes in favor of sedentary behaviour compared with physical activity) and +6 (explicit attitudes in favor of physical activity compared with sedentary behaviour), 0 being a neutral score suggesting no distinct preferences between behaviours.

Physical activity behaviour. Participants were asked to wear an ActiGraph GT3X+ (ActiGraph, Pensacola, FL) accelerometer on their non-dominant wrist 24 hours per day for an entire week. They were told that the device would collect sleep information during the week; however the physical activity scores were computed only during the weekend, when participants were not supervised in the course of their program (i.e., engaging in structured activity as part of the rehabilitation program). In this study the accelerometer captured triaxial accelerations at 80 Hz. Data in raw format were processed with R using the GGIR package and the default parameters of the function `g.shell.GGIR` (vanHees et al., 2014). This recent method has demonstrated its validity in comparison with other objective methods of assessing physical activity (Ellis, Kerr, Godbole, Staudenmayer, & Lanckriet, 2016). Participants included in the analyses displayed at least 20 hours of data per day (Saturday and Sunday). For each participant, the mean duration of light physical activity (LTPA) and moderate-to-vigorous physical activity (MVPA) was computed. To qualify as LTPA the activity needed to be comprised between 44.8 and 100 milligravity units; to qualify as MVPA, $\geq 80\%$ of the activity needed to be ≥ 100 milligravity units, for at least a period (bout) of 1 minute, using moving 10-minute windows (Hildebrand, Hansen, vanHees, & Ekelund, *inpress*). Both scores were reported in mean minutes per day.

Descriptive characteristics. Employment, marital status, income, and education were self-reported. Age, sex, body mass index (BMI), previous stays in other inpatient rehabilitation programs, and the main reason for the inclusion in rehabilitation were recorded at the start of the program during an interview with a physician. Exercise capacity was estimated at baseline with the *six-minute walking test* or the *shuttle-walking test* when ceiling effects

were encountered on the *six-minute walking test*. The tests were performed twice at baseline, and the best distance covered expressed in percentage of theoretical value was used as an estimate of exercise capacity (Singh, Morgan, Scott, Walters, & Hardman, 1992; Troosters, Gosselink, & Decramer, 1999). The Godin Leisure-Time Exercise Questionnaire (Godin & Shephard, 1997) was used to determine patients' physical activity outside the supervised rehabilitation sessions during the week before study inclusion. According to the recommendations, the number of reported bouts of light, moderate and strenuous physical activity was multiplied by 3, 5 and 9 respectively, and the scores were summed (Godin & Shephard, 1997).

False evaluations. Given that this research was presented as an investigation interested in sleep and rehabilitation, and to limit the awareness of the participants regarding the physical activity purpose of the study, we asked to the participants to complete a 6-item questionnaire assessing their subjective sleep quality along the week. These data were not analyzed.

Manipulation check. On Saturdays, after being exposed to the four posters, participants from the two experimental groups were asked to complete a questionnaire administered by the room attendant responsible for the intervention. This questionnaire was presented as a survey to collect their opinion about the posters put in their room during the week, and was used as a manipulation check. The first item was « *Have you paid attention to the posters put in your room during the week ?* », and participants were asked to answer on a 5-point Likert scale with 1 corresponding to « *absolutely not* » and 5 to « *extremely* ». The second item was « *Do you think that the posters had any influence on your mood, feelings or behaviours during the weekend?* » and the response used a binary format (i.e., « *yes* » or « *no* »). A third open question asked to complete this previous response if wished. A fourth question asked participants whether they thought that putting posters in their room was a

good or bad idea (i.e., binary response). Finally, an open field was provided and participants were invited to comment on the initiative.

Statistical Methods

First, data distribution (i.e., skewness and kurtosis comprised -1 and 1) and outliers were checked (i.e., based on the inter quartile range). One-way analyses of variance (ANOVAs) and chi-squared tests were then conducted to examine potential baseline differences between the three groups. To examine the first hypothesis (i.e., change in implicit attitudes), and to control the effect of the intervention on explicit attitudes, a 2 (times) x 3 (groups) repeated measure ANOVAs were conducted. To examine the second hypothesis (i.e., effect of the intervention on physical activity), one-way ANOVAs were carried out. In case of significant effects of the intervention on implicit and explicit attitudes as well as physical activity behaviour, mediation analyses were performed to examine whether change in attitudes mediated the effect of the intervention on physical activity. Finally, as an ancillary analysis, an exploratory stepwise regression was performed to examine which variables measured at baseline were significantly associated with physical activity scores during the weekend. A priori power analysis was not performed in the present study, however post hoc power was controlled using G-Power 3.1 (Faul, Erdfelder, Lang, & Buchne, 2007). Moreover, in case of null findings bayesian analyses were conducted to examine the likelihood that the observed data fitted with the null hypothesis *versus* the alternative hypothesis. Bayes factors between 3 and 10, 10 and 30, and > 100 pointing to moderate, strong and decisive evidence respectively for the null hypothesis (Jeffreys, 1961). Statistical analyses were performed with the software *JASP* (2016).

Results

Participant Flow

The present study was performed during January and March 2017. Among the 108 participants approached, 79 showed interest in the study, completed Time 1 assessments and were allocated into one of the three groups. At Time 2, twelve participants were excluded from the analyses (see flowchart, Figure 2).

Descriptive statistics

The majority of study participants were admitted to pulmonary rehabilitation for either chronic obstructive pulmonary disease (COPD, 35 %) or sleep apnea (33%). Mean age was 62 ($SD = 6.2$) years, mean BMI was 31 ($SD = 6.5 \text{ kg/m}^2$) and approximately half of the participants were female (47%). Participants' characteristics were comparable between groups regarding demographic variables (i.e., except for marital status), self reported behaviours and exercise capacity (see Table 1). Post-hoc analyses revealed that at baseline participants from the physical activity posters group reported significantly more previous rehabilitation programs ($M = 2.9, SD = 2.6$), than those from the group exposed to sedentary behaviour posters ($M = 1.2, SD = 1.6, p = .02$) and those in the control group ($M = 1.4, SD = 1.9, p = .04$).

Perception of the posters and manipulation check

Participants in both experimental groups paid attention to the posters ($M = 3.86 / 5, SD = 1.23$), with no significant differences between the group exposed to physical activity posters ($M = 4.08, SD = 1.06$) and sedentary behaviour posters ($M = 3.63, SD = 1.38, F(1, 48) = 1.71, p = .20$). As a whole, 56 % reported that the posters had an influence on their feelings and behaviours during the week; this percentage was significantly higher in the group exposed to physical activity posters (73 %) compared to the group exposed to sedentary behaviour posters (62 %, $X^2 = 6.4, p = .01$). Approximately two thirds of the participants (70 %) reported that putting posters in their bedroom was a good idea; with no

differences between the group exposed to physical activity posters (76 %) compared to the group exposed to sedentary behaviour posters (64 %, $X^2 = .86, p = .36$).

First hypothesis: effect of the intervention on implicit and explicit attitudes

Implicit attitudes at both Time 1 and Time 2 demonstrated a strong negative skewness and were thus transformed following recommendations (i.e., $NewX = 1/(K-X)$; Tabachnick & Fidell, 2007). Explicit attitude scores were normally distributed. Means and standards deviations for implicit and explicit attitudes are provided in Table 2.

Regarding implicit attitudes, results showed a non-significant time x group interaction, $F(2, 65) = .462, p = .632, \eta^2 = .014$. Post hoc power analysis for this interaction revealed a moderate type II error risk ($1-\beta = .64$). Bayesian repeated measure ANOVA confirmed that the data were 100 times more likely to be observed under the null hypothesis than under the alternative ($BF_{01} = 100.01$), suggesting a decisive evidence for the null hypothesis. Simple effects were non-significant (all $F < .95, p > .34, \eta^2 < .01$).

Concerning explicit attitudes, results showed a non-significant time x group interaction, $F(2, 65) = 2.895, p = .063, \eta^2 = .084$. Post hoc power analysis for this interaction revealed an important power issue ($1-\beta = .22$), and bayesian repeated measure ANOVA confirmed that the data were 18 times more likely to be observed under the null hypothesis than the alternative ($BF_{01} = 17.69$), which indicates strong evidence for the null hypothesis compared to the alternative. Simple effects were non-significant (all $F < .95, p > .40, \eta^2 < .03$).

For both implicit and explicit attitudes, results remained similar when we controlled for significant baseline differences between groups (i.e., marital status, previous stay), and variables from the manipulation check for the two experimental groups only (i.e., participants' attention, influence of the posters, positive *versus* negative perception of the posters).

Second hypothesis: effect of the intervention on physical activity behaviour

Regarding physical activity scores, LTPA and MVPA scores were normally distributed after removing three outliers. To analyze differences in both LTPA and MVPA between groups, one-way ANOVAs (experimental groups: physical activity posters *versus* sedentary behaviour posters *versus* control group) were conducted.

Regarding LTPA score, there were no significant differences between groups, $F(2, 63) = .838, p = .437$, [physical activity posters: 276.3 ($SD = 104.66$ minutes); sedentary behaviour posters: 289.6 ($SD = 111.61$ minutes); control group: 315.8 ($SD = 96.75$ minutes)]. Post hoc power analysis revealed an important risk of type II error ($1-\beta = .45$), however bayesian ANOVA indicated that the data were 5 times more likely under the null hypothesis than the alternative ($BF_{01} = 5.01$), which indicates moderate evidence for the null hypothesis.

Concerning MVPA score, there were no significant differences between groups, $F(2, 61) = .331, p = .719$, [physical activity poster: 35.14 ($SD = 33.06$ minutes); sedentary behaviour posters: 37.87 ($SD = 37.42$ minutes); control group: 43.98 ($SD = 38.53$ minutes)]. Post-hoc power analysis revealed a low type II error risk ($1-\beta = .72$), and bayesian ANOVA indicated that the data were 6 times more likely under the null hypothesis compared to the alternative ($BF_{01} = 5.93$), which indicates moderate evidence for the null hypothesis.

For both LTPA and MVPA scores, results remained similar when baseline differences between groups (i.e., marital statut, previous stay), and variables from the manipulation check for the two experimental groups only (i.e., participants' attention, influence of the posters, positive *versus* negative perception of the posters), were controlled for.

Ancillary Analysis: Determinants of physical activity

Physical activity scores were regressed (i.e., stepwise) on age, gender, BMI, pathology of admission, self-reported physical activity the previous weekend, exercise

capacity, and baseline explicit and implicit attitudes, to determine which baseline factors significantly contributed to physical activity levels the subsequent weekend. Regarding LTPA, no independent variables were identified as significant predictors, and the equation was not significant, $F(8, 62) = .78, p = .624, adjusted R^2 = .03, 1-\beta = .76$. Regarding MVPA, the stepwise regression identified first exercise capacity as the most robust predictor, accounting for 11 % of the variance ($SE = .28, \beta = .35, p = .005$). In the second step, baseline implicit attitudes emerged as a significant predictor of MVPA, accounting for a significant additional variance of 5 % ($SE = .24, \beta = .35, p = .048$). Age, gender, BMI, pathology of admission, self-reported physical activity and baseline explicit attitudes were not significantly associated with MVPA in this study. The equation was significant, $F(2, 59) = 6.51, p = .003, adjusted R^2 = .16, 1-\beta = .54$.

Discussion

Grounded in current literature relative to implicit processes (Sheeran et al., 2016), this study tested the effects of an intervention specifically designed to target implicit attitudes toward physical activity *versus* sedentary behaviour among patients in a pulmonary rehabilitation program. We hypothesized that exposing patients to posters targeting physical activity would enhance their implicit attitudes in favour of physical activity and subsequently impact their physical activity behaviour after the intervention. Results from this study do not confirm these hypotheses. Exposure to posters did not change implicit attitudes toward physical activity relative to sedentary behaviour, and did not significantly impact patients' behaviour. However, an exploratory ancillary analysis indicated that baseline implicit attitudes were associated with moderate to vigorous physical activity, confirming the associations demonstrated in previous literature (Rebar et al., 2016).

Ineffectiveness of the intervention on implicit attitudes

It was hypothesized that exposure to environmental cues may change individuals' cognitive structures and enhance the positive valence of pre-existing associations (Papies & Aarts, 2016). Nonetheless, this hypothesis has not received empirical support in the health context literature yet. Indeed, previous studies either focused on the effect of training interventions on implicit attitudes, without assessing behaviour (Berry, 2016; Hollands, Prestwich, & Marteau, 2016; Mattavelli, Avishai, Perugini, Richetin, & Sheeran, 2017; Markland et al., 2015), or on the direct effect of cueing interventions on behaviour without measuring implicit processes (Papies & Hamstra, 2010; Papies et al., 2013; Stöckli et al., 2016). Unfortunately, the results from the present study do not support the effect of exposure to environmental cues on implicit attitudes, with strong evidence for the null hypothesis. Several reasons are advanced to discuss this result.

Usually, in experimental research including implicit measure as a study outcome, images are used in evaluative conditioning (Hollands, Prestwich, et al., 2016) or priming procedures (Berry, Elfeddali, & Vries, 2014). During these interventions, participants are asked to actively participate in the task, for example by sorting stimuli on a computer. In the present study, participants were simply exposed to different images, and the interventions did not imply active participation. Accordingly, it is possible that a longer time would be needed to change implicit associations with this kind of more passive intervention. Hence, it could be interesting to reproduce the present experiment over the entire duration of a rehabilitation program, by exposing some participants from the start until the end of their stay.

Moreover, implicit attitudes are more distal behavioural determinants than other implicit processes (e.g., it has been proposed that implicit attitudes are one of the cognitive precursors of approach-avoidance tendencies; Chen & Bargh, 1999). Accordingly, it could be hypothesized that more proximal implicit determinants of behaviour, such as attentional

bias or approach-avoidance tendencies, are more sensitive to this kind of intervention compared to implicit attitudes; this phenomenon might be particularly true among older people with strongly ingrained implicit associations compared to younger adults. Hence, future studies testing the effect of cueing interventions should consider various implicit processes as study outcomes.

More broadly, despite the hypothesis that exposure to environmental cues may change individuals' cognitive structures (Papies & Aarts, 2016), the use of image to influence cognitions has received limited empirical evidence. Studies conducted in the field of marketing have highlighted that images could lead participants to infer health functions to food products on the explicit level, by questioning people about their inferences (Carrillo, Fiszman, Lähteenmäki, & Varela, 2014), or on the implicit level, using false-recollection methods (Klepacz, Nash, Egan, Hodgkins, & Raats, 2016). Nonetheless, there is no existing frameworks published in the literature to develop image based interventions; even if the images used in the present study were selected on their pleasantness and concordance with the behaviours, it is possible that the exposure to other kinds of image, such as younger people or more athletic people, would have been more effective. Future experimental and qualitative studies would be needed to better understand the impact of image on implicit processes.

Ineffectiveness of the intervention on physical activity behaviour

The second hypothesis of this study postulated that repeated exposure to posters would change implicit attitudes, and ultimately result in higher levels of objectively measured physical activity after the intervention in the group exposed to physical activity posters. However, this hypothesis was not supported for either LTPA or MVPA scores. Beyond the reasons evoked previously concerning the lack of impact of the intervention on implicit attitudes, two main arguments can be advanced.

The first argument concerns the nature of the behaviour targeted in the present study. Previous research testing the effects of cueing interventions were mostly interested in spontaneous eating behaviours such as snack consumption in a store or snack purchase from a vending machine (e.g., Papies & Hamstra, 2010). The two studies investigating training interventions and physical activity were restricted to short bouts of exercise as the dependent variables (i.e., two minutes on a bicycle ergometer and five minutes on a behavioural task; Antoniewicz & Brand, 2016; Cheval et al., 2016). Conversely, the dependent variables used in this study were more ecological and representative of daily physical activity behaviour, but ultimately more difficult to impact during an intervention. It is possible that cueing interventions have an impact on more spontaneous behaviours such as taking the stairs instead of the elevators (Houten, Nau, & Merrigan, 1981) or non-exercise activity thermogenesis (Cheval, Sarrazin, & Pelletier, 2014). Further, it would be interesting to reproduce this study with sedentary behaviour (i.e., time spent sitting) as the main dependent variable, estimated for example with inclinometers.

The second argument that could be advanced to explain the lack of effect of the intervention on behaviour concerns the environment in which this study was performed. During a rehabilitation program, participants are strongly prompted to be active, and exposed to physical activity primes all day through exercise educators and exercise materials in the clinic. Thus, it is possible that the cues used in this study were not sufficiently strong for an additional impact beyond other interventions (and this argument is also valid for the ineffectiveness of the intervention on implicit attitudes). Accordingly, the present study should be replicated in a more neutral environment.

Study strengths, limits and perspectives

This study is the first to experimentally target both implicit processes and physical activity in an ecological context using a cueing intervention. Strengths include a strong rationale for the study of implicit attitudes change during rehabilitation (Chevance et al.,

2017a), and the use of recent frameworks specifically developed to promote research on implicit processes (Hollands et al., 2016; Papies, 2016). Moreover, despite a limited sample size, the statistical analyses performed confirmed the null findings of the present research, and thus results are not inconclusive. The main limitation however concerns the lack of empirical evidence for the impact of image delivered through posters on (i) implicit processes change and (ii) physical activity behaviour.

In the present study ancillary analyses confirmed that implicit attitudes are a consistent behavioural determinant of physical activity across context (Rebar et al., 2016). Other experimental studies, investigating the role of such cueing interventions on implicit processes and behaviours are needed to determine if this kind intervention can be effective in both laboratory and ecological contexts and under which conditions. In addition to more traditional behavioural change techniques targeting explicit motivational processes (Rodgers et al., 2013), interventions specific to implicit processes hold the promise to enhance physical activity promotion programs in a more efficient and less selective manner (i.e., because they do not require complex information processing, Hall & Marteau, 2014).

To conclude, the study does not support the role of exposure to posters on implicit attitudes and physical activity among patients in an in-patient pulmonary rehabilitation program; other studies are thus needed to develop effective interventions.

References

- Antoniewicz, F., & Brand, R. (2016). Learning to like exercising: evaluative conditioning changes automatic evaluations of exercising and influences subsequent exercising behavior. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 38(2), 138-148.
- Bargh, J. A. (1994). The four horsemen of automaticity: Awareness, intention, efficiency, and control in social cognition. In R. S. Wyer & T. K. Srull (Eds.), *Handbook of social cognition* (pp. 1-40). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Berry, T. R., Elfeddali, I., & Vries, H. D. (2014). Changing fit and fat bias using an implicit retraining task. *Psychology & Health*, 29(7), 796-812.
- Berry, T. R. (2016). Changes in implicit and explicit exercise-related attitudes after reading targeted exercise-related information. *Psychology of Sport and Exercise*, 22, 273-278.
- Bluemke, M., Brand, R., Schweizer, G., & Kahlert, D. (2010). Exercise might be good for me, but I don't feel good about it: do automatic associations predict exercise behavior? *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 32(2), 137-153.
- Calitri, R., Lowe, R., Eves, F. F., & Bennett, P. (2009). Associations between visual attention, implicit and explicit attitude and behaviour for physical activity. *Psychology & Health*, 24(9), 1105-1123.
- Carrillo, E., Fiszman, S., Lähteenmäki, L., & Varela, P. (2014). Consumers' perception of symbols and health claims as health-related label messages. A cross-cultural study. *Food Research International*, 62, 653-661.
- Chen, M., & Bargh, J. A. (1999). Consequences of Automatic Evaluation: Immediate Behavioral Predispositions to Approach or Avoid the Stimulus. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 25(2), 215-224.
- Cheval, B., Sarrazin, P., & Pelletier, L. (2014). Impulsive approach tendencies towards physical activity and sedentary behaviors, but not reflective intentions, prospectively predict non-exercise activity thermogenesis. *Plos One*, 9(12). doi:10.1371/journal.pone.0115238
- Cheval, B., Sarrazin, P., Pelletier, L., & Friese, M. (2016). Effect of retraining approach-avoidance tendencies on an exercise task: a randomized controlled trial. *Journal of Physical Activity and Health*, 13(12), 1396-1403.
- Chevance, G., Caudroit, J., Romain, A. J., & Boiché, J. (2016). The adoption of physical activity and eating behaviors among persons with obesity and in the general population: the role of implicit attitudes within the Theory of Planned Behavior. *Psychology, Health & Medicine*, 22(3), 319-324.

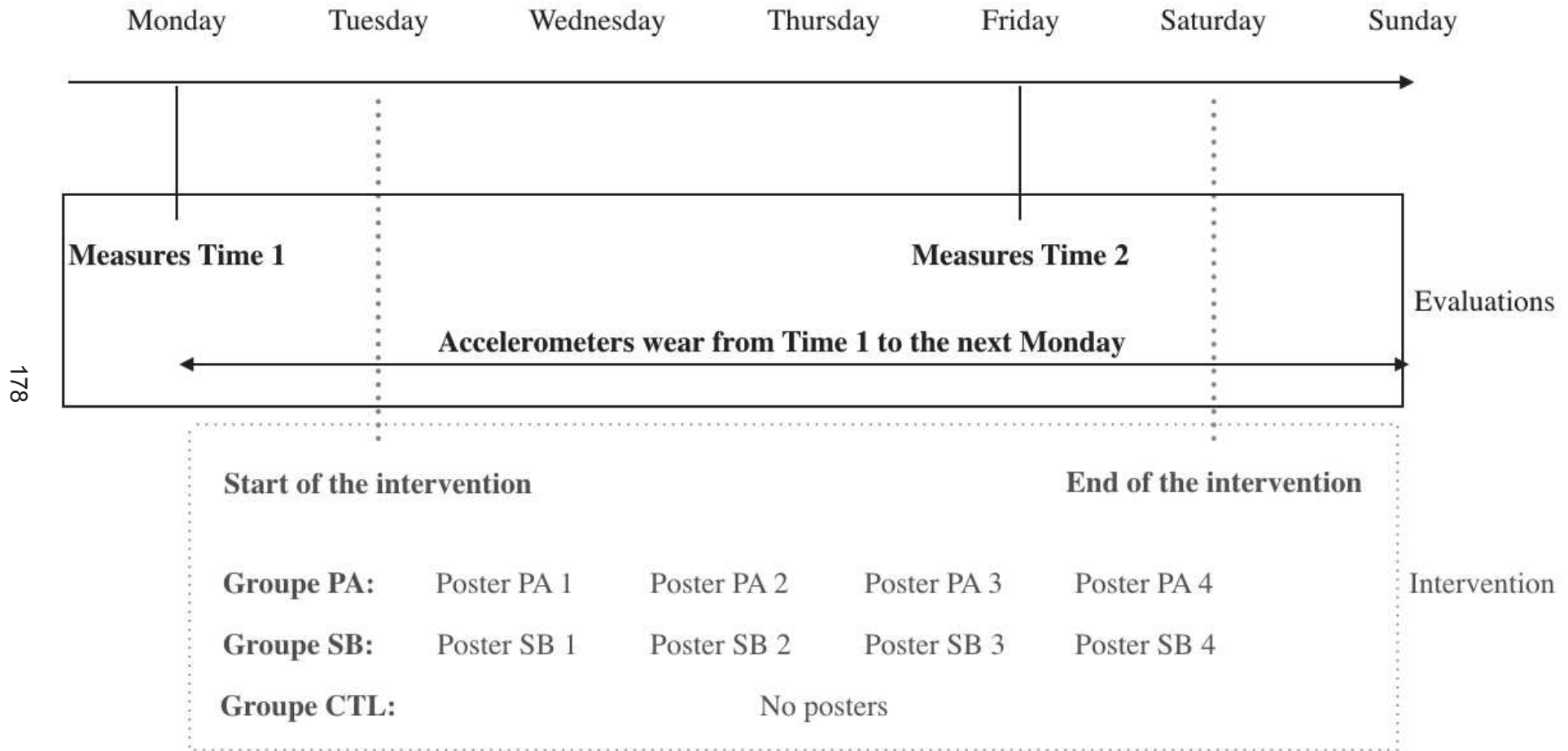
- Chevance, G., Héraud, N., Varray, A., & Boiché, J. (2017a). Change in explicit and implicit motivation toward physical activity and sedentary behavior in pulmonary rehabilitation and associations with postrehabilitation behaviors. *Rehabilitation Psychology*, 62(2), 119-129.
- Chevance, G., Héraud, N., Guerrieri, A., Rebar, A., & Boiché, J. (2017b). Measuring implicit attitudes toward physical activity and sedentary behaviors: test-retest reliability of three scoring algorithms of the Implicit Association Test and Single Category-Implicit Association Test. *Psychology of Sport and Exercise*, 31, 70-78.
- Conroy, D. E., Hyde, A. L., Doerksen, S. E., & Ribeiro, N. F. (2010). Implicit attitudes and explicit motivation prospectively predict physical activity. *Annals of Behavioral Medicine*, 39(2), 112-118.
- De Houwer, J. D., & Moors, A. (2012). How to Define and Examine Implicit Processes? In R. Proctor & J. Capaldi (Eds.), *Implicit and explicit processes in the psychology of science* (pp. 183-198). New York: Oxford University Press.
- Ellis, K., Kerr, J., Godbole, S., Staudenmayer, J., & Lanckriet, G. (2016). Hip and wrist accelerometer algorithms for free-living behavior classification. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 48(5), 933-940.
- Esteban, C., Arostegui, I., Aburto, M., Moraza, J., Quintana, J. M., Aizpiri, S., . . . Capelastegui, A. (2014). Influence of changes in physical activity on frequency of hospitalization in chronic obstructive pulmonary disease. *Respirology*, 19(3), 330-338.
- Eves, F. F., Scott, E. J., Hoppé, R., & French, D. P. (2007). Using the affective priming paradigm to explore the attitudes underlying walking behaviour. *British Journal of Health Psychology*, 12(4), 571-585.
- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A.-G., & Buchner, A. (2007). G Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, 39, 175–191.
- Gawronski, B., & Lebel, E. P. (2008). Understanding patterns of attitude change: When implicit measures show change, but explicit measures do not. *Journal of Experimental Social Psychology*, 44(5), 1355-1361.
- Godin, G., & Shephard, R. (1997). Godin leisure-time exercise questionnaire. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 29, 36-38.
- Greenwald, A. G., McGhee, D. E., & Schwartz, J. L. (1998). Measuring individual differences in implicit cognition: The implicit association test. *Journal of Personality and Social Psychology*, 74, 1464–1480.
- Greenwald, A. G., & Banaji, M. R. (1995). Implicit social cognition: Attitudes, self-esteem, and stereotypes. *Psychological Review*, 102(1), 4-27.

- Hall, P. A., & Marteau, T. M. (2014). Executive function in the context of chronic disease prevention: theory, research and practice. *Preventive Medicine*, 68, 44-50.
- Hees, V. T., Fang, Z., Langford, J., Assah, F., Mohammad, A., Silva, I. C., . . . Brage, S. (2014). Autocalibration of accelerometer data for free-living physical activity assessment using local gravity and temperature: an evaluation on four continents. *Journal of Applied Physiology*, 117(7), 738-744.
- Hildebrand, M., Hansen, B. H., Hees, V. T., & Ekelund, U. (2016). Evaluation of raw acceleration sedentary thresholds in children and adults. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, in press
- Hollands, G. J., Marteau, T. M., & Fletcher, P. C. (2016). Non-conscious processes in changing health-related behaviour: a conceptual analysis and framework. *Health Psychology Review*, 10(4), 381-394.
- Houten, R. V., Nau, P. A., & Merrigan, M. (1981). Reducing elevator energy use: A comparison of posted feedback and reduced elevator convenience. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 14(4), 377-387.
- Hyde, A. L., Elavsky, S., Doerksen, S. E., & Conroy, D. E. (2012). The stability of automatic evaluations of physical activity and their relations with physical activity. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 34(6), 715-736.
- JASP Team. (2016). JASP (Version 0.8)[Computer software].
- Jeffreys, H. (1961). *Theory of probability* (3 ed.). Oxford, UK: Oxford University Press.
- Klepacz, N. A., Nash, R. A., Egan, B., Hodgkins, C. E., & Raats, M. M. (2016). When is an image a health claim? A false-recollection method to detect implicit inferences about products' health benefits. *Health Psychology*, 35, 898-907.
- Langer, D., & Demeyer, H. (2016). Interventions to modify physical activity in patients with COPD: where do we go from here? *European Respiratory Journal*, 48(1), 14-17.
- Latimer, A. E., Brawley, L. R., & Bassett, R. L. (2010). A systematic review of three approaches for constructing physical activity messages: What messages work and what improvements are needed? *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 7(1), 36.
- Mantoani, L. C., Rubio, N., Mckinstry, B., Macnee, W., & Rabinovich, R. A. (2016). Interventions to modify physical activity in patients with COPD: a systematic review. *European Respiratory Journal*, 48(1), 69-81.
- Markland, D., Hall, C. R., Duncan, L. R., & Simatovic, J. (2015). The effects of an imagery intervention on implicit and explicit exercise attitudes. *Psychology of Sport and Exercise*, 17, 24-31.

- Marteau, T. M., Hollands, G. J., & Fletcher, P. C. (2012). Changing human behavior to prevent disease: the importance of targeting automatic processes. *Science*, 337(6101), 1492-1495.
- Mattavelli, S., Avishai, A., Perugini, M., Richetin, J., & Sheeran, P. (2017). How can implicit and explicit attitudes both be changed? Testing two interventions to promote consumption of green vegetables. *Annals of Behavioral Medicine*. *in press*
- Papies, E. K. (2016). Health goal priming as a situated intervention tool: how to benefit from nonconscious motivational routes to health behaviour. *Health Psychology Review*, 10(4), 408-424.
- Papies, E. K., & Aarts, H. (2016). Automatic self-regulation: From habit to goal pursuit. In *Handbook of self regulation: Research, theory, and applications* (3rd ed.). New York, NY: Guilford Press.
- Papies, E. K., Potjes, I., Keesman, M., Schwinghammer, S., & Koningsbruggen, G. M. (2013). Using health primes to reduce unhealthy snack purchases among overweight consumers in a grocery store. *International Journal of Obesity*, 38(4), 597-602.
- Papies, E. K., & Hamstra, P. (2010). Goal priming and eating behavior: enhancing self-regulation by environmental cues. *Health Psychology*, 29(4), 384-388.
- Pitta, F., Troosters, T., Spruit, M. A., Probst, V. S., Decramer, M., & Gosselink, R. (2005). Characteristics of physical activities in daily life in chronic obstructive pulmonary disease. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 171(9), 972-977.
- Rebar, A. L., Ram, N., & Conroy, D. E. (2015). Using the EZ-diffusion model to score a Single-Category Implicit Association Test of physical activity. *Psychology of Sport and Exercise*, 16, 96-105.
- Rebar, A. L., Dimmock, J. A., Jackson, B., Rhodes, R. E., Kates, A., Starling, J., & Vandelanotte, C. (2016). A systematic review of the effects of non-conscious regulatory processes in physical activity. *Health Psychology Review*, 10(4), 395-407.
- Richetin, J., Costantini, G., Perugini, M., & Schönbrodt, F. (2015). Should we stop looking for a better scoring algorithm for handling Implicit Association Test data? Test of the role of errors, extreme latencies treatment, scoring formula, and practice trials on reliability and validity. *Plos One*, 10(6). doi:10.1371/journal.pone.0129601
- Rodgers, W. M., Selzler, A., Haennel, R. G., Holm, S., Wong, E. Y., & Stickland, M. K. (2013). An experimental assessment of the influence of exercise versus social implementation intentions on physical activity during and following pulmonary rehabilitation. *Journal of Behavioral Medicine*, 37(3), 480-490.

- Sheeran, P., Bosch, J. A., Crombez, G., Hall, P. A., Harris, J. L., Papies, E. K., & Wiers, R. W. (2016). Implicit processes in health psychology: Diversity and promise. *Health Psychology, 35*(8), 761-766.
- Singh, S. J., Morgan, M. D., Scott, S., Walters, D., & Hardman, A. E. (1992). Development of a shuttle walking test of disability in patients with chronic airways obstruction. *Thorax, 47*(12), 1019-1024.
- Stöckli, S., Stämpfli, A. E., Messner, C., & Brunner, T. A. (2016). An (un)healthy poster: When environmental cues affect consumers' food choices at vending machines. *Appetite, 96*, 368-374.
- Troosters, T., Gosselink, R., & Decramer, M. (1999). Six minute walking distance in healthy elderly subjects. *European Respiratory Journal, 14*(2), 270-274.

Figure 1. Study design



Note. PA = physical activity; SB = sedentary behaviour; CTL = control.

Figure 2. Study flow-chart

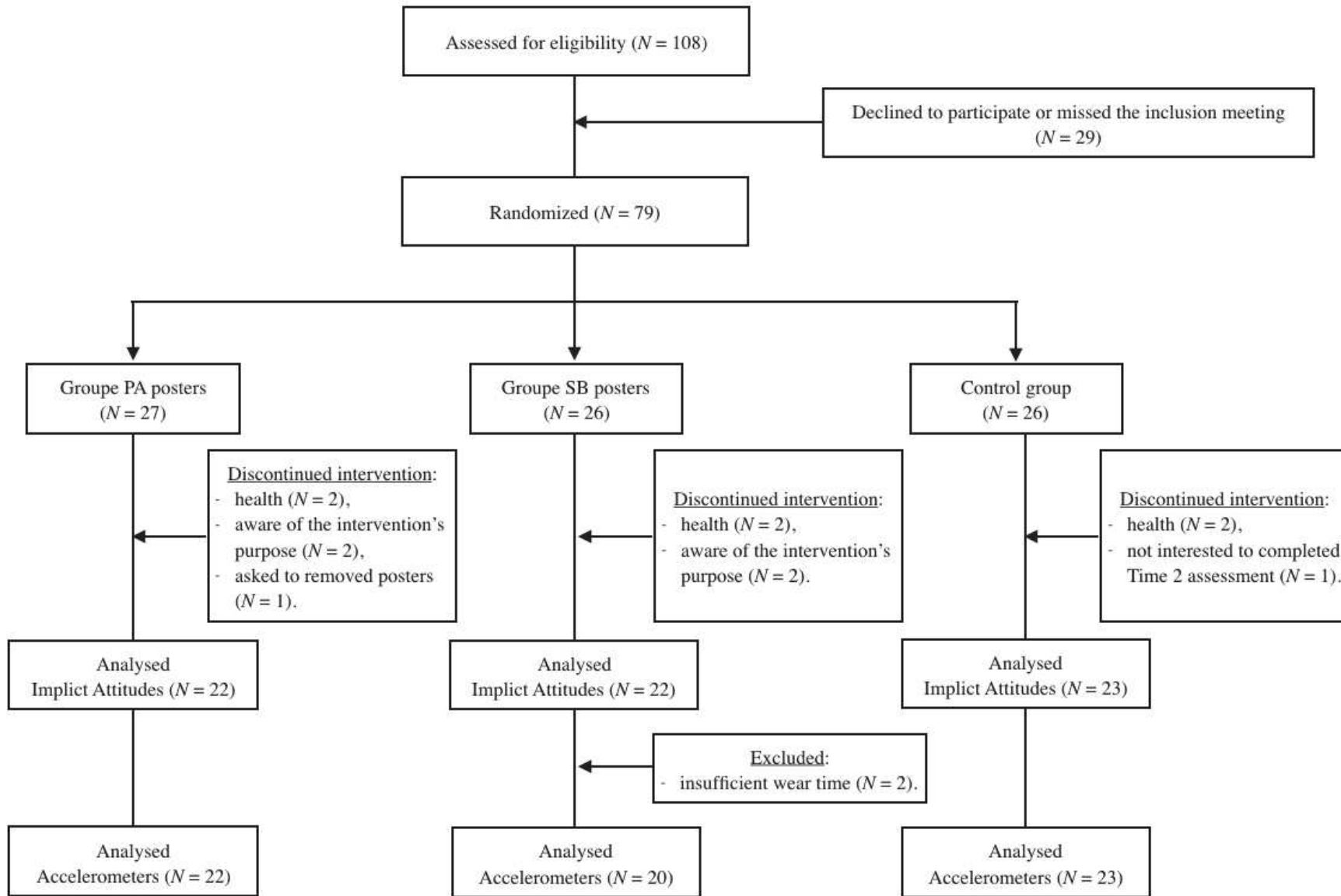


Table 1. Descriptive data

Characteristic	Total M(SD)	PA Group M(SD)	SB Group M(SD)	Control Group M(SD)	F or X ²	p
<i>Demographic</i>						
Age	61.84 (6.23)	63.37 (5.86)	61.81 (6.28)	60.27 (6.43)	F = 1.67	.20
BMI	31.09 (6.52)	32.17 (6.55)	30.39 (6.08)	30.66 (7.00)	F = .57	.57
% Female	46.8	51.9	46.2	42.3	X ² = .49	.78
% Employed	33.5	31.3	37.5	31.3	X ² = 4.6	.59
% Common law	42.1	40.6	12.5	46.9	X ² = 13.29	.01
% >2 300 € income	25	22.2	28	25	X ² = .23	.89
% University degree	29.5	29.6	24	34.6	X ² = .69	.71
<i>Pathology of admission</i>						
% COPD	35.4	18.5	53.8	34.6	X ² = 10.26	.11
% Sleep apnea	32.9	40.7	23.1	34.6		
% Asthma	11.4	7.4	11.5	15.4		
% Other	20.3	33.3	11.5	15.4		
<i>Clinical</i>						
Previous stay	1,90 (2.20)	2.85 (2.60)	1.24 (1.62)	1.42 (1.92)	F = 4.67	.01
Exercise capacity	89.16 (15.75)	91.73 (13.73)	85.54 (17.83)	89.92 (15.60)	F = 1.01	.37
<i>Self-reported behaviour</i>						
GLTQ	10.58 (10.78)	8.7 (10.26)	10.8 (10.5)	12 (11.6)	F = .77	.47

Note. M = mean ; SD = standard deviation ; PA = physical activity; SB = sedentary behaviour;

GLTQ = Godin leisure time questionnaire.

Table 2. Means and standard deviations for the implicit and explicit attitudes

		Total <i>M(SD)</i>	PA Group <i>M(SD)</i>	SB Group <i>M(SD)</i>	Control Group <i>M(SD)</i>
Implicit Attitudes	Pre	.63 (.20)	.63 (.24)	.62 (.17)	.65 (.18)
	Post	.64 (.18)	.63 (.20)	.65 (.19)	.65 (.16)
Explicit Attitudes	Pre	.47 (1.64)	.14 (1.42)	.21 (1.56)	1.09 (1.81)
	Post	.53 (1.27)	.60 (1.16)	.52 (1.09)	.48 (1.55)

Note. PA = physical activity; SB = sedentary behaviour.

Supplemental materials: Changing implicit attitudes toward physical activity *versus* sedentary behaviour through environmental cues:

An experimental study conducted in pulmonary rehabilitation

1. Physical activity posters







2. Sedentary behaviour posters



Résultats de l'étude 4

Les résultats de cette étude ne mettent pas en évidence d'effets significatifs de l'intervention (i.e., exposition à des posters) sur les attitudes implicites, et les comportements des participants. Une analyse ancillaire souligne une relation significative entre les attitudes implicites en début d'intervention et l'activité physique mesurée avec les accéléromètres le weekend suivant.

Synthèse des résultats

Les tableaux ci-dessous proposent une synthèse des principaux résultats significatifs obtenus dans le cadre de ce travail de thèse. Le tableau 2 est spécifique à l'axe 1 (i.e., associations motivation-comportement) et le tableau 3 à l'axe 2 (i.e., modification de processus motivationnels).

Tableau 2. Associations significatives observées entre les paramètres motivationnels et le comportement d'activité physique (Axe 1).

Manuscrit	Design	Mesure variables indépendantes	Mesure de l'AP	Résultats
Manuscrit 2 <i>N</i> = 54	Prospectif : L a p s d e temps = 6 mois	IAT Activité physique <i>versus</i> Sédentarité	Auto-apportée (score = fréquence + durée ; Gill et al., 2008).	B = .29 ; <i>p</i> = .020 Variable contribuant significativement au modèle : Tolérance à l'effort : B = .43 ; <i>p</i> < .001
Manuscrit 3.1 <i>N</i> = 76	Prospectif : L a p s d e temps = 4 mois	SC-IAT Activité physique	Activité physique mesurée avec un a c c é l é r o m è t r e (GT3x) et estimée sur une semaine.	B = .21 ; <i>p</i> = .043 Variable contribuant significativement au modèle : Age : B = -.45 ; <i>p</i> < .001 IMC : B = -.33 ; <i>p</i> = .001 Activité physique passée : B = .25 ; <i>p</i> = .011
Manuscrit 3.2 <i>N</i> = 76	Prospectif : L a p s d e temps = 4 mois	SC-IAT Sédentarité + Wisconsin Card Sorting Task	Activité physique mesurée avec un a c c é l é r o m è t r e (GT3x) et estimée sur une semaine.	Interaction : B = .31 ; <i>p</i> = .009 Variable contribuant significativement au modèle : AI SED : B = -.26 ; <i>p</i> = .026 FE : B = .26 ; <i>p</i> = .018
Manuscrit 4 (analyse ancillaire) <i>N</i> = 59	Prospectif : L a p s d e temps = 1 semaine	IAT Activité physique <i>versus</i> Sédentarité	Activité physique mesurée avec un a c c é l é r o m è t r e (GT3x) et estimée sur deux jours de weekend.	B = .35 ; <i>p</i> = .048 Variable contribuant significativement au modèle : Tolérance à l'effort : B = .35 ; <i>p</i> < .005

Note. AI = Attitudes Implicites ; SED = sédentarité ; FE = Fonctions Exécutives ; B = bêta standardisé.

**Tableau 3. Principaux résultats en lien avec
la modification des processus motivationnels explicites et implicites (Axe 2).**

Manuscrit	Objectif	Design	Variables dépendantes	Résultats
Manuscrit 1 <i>N</i> = 54	Examen de la fiabilité test-retest d'outils de mesure implicites.	2 passations des tests à une heure d'intervalle.	IAT Activité physique <i>versus</i> Sédentarité / Score = « DW-Score » (Richetin et al., 2015).	Fiabilité test-retest relative acceptable (i.e., ICC > .75) pour l'IAT avec le score « DW-Score » : ICC_{2.1} = .78 ; <i>p</i> < .001
Manuscrit 2 <i>N</i> = 119	Modification des variables motivationnelles à l'issu d'un programme de réhabilitation.	2 passations réalisées au début et à la fin d'un programme de 5 semaines. Groupe unique.	- IAT Activité physique <i>versus</i> Sédentarité - Variables de la TCP envers l'activité physique. - Variables de la TCP envers la limitation de la sédentarité.	Modification significative des variables suivantes : Attitudes implicites : <i>d</i> = .22 ; <i>p</i> = .010 Intentions AP : <i>d</i> = .17 ; <i>p</i> = .035 CCP AP : <i>d</i> = .22 ; <i>p</i> = .012 NS SED : <i>d</i> = .17 ; <i>p</i> = .035 CCP SED : <i>d</i> = .19 ; <i>p</i> = .026
Manuscrit 4 <i>N</i> = 67	Manipulation expérimentale des attitudes implicites, via une modification de l'environnement.	2 passations réalisées à 5 jours d'intervalles. 2 groupes expérimentaux et 1 contrôle.	IAT Activité physique <i>versus</i> Sédentarité	Absence d'interaction temps x groupe : <i>Eta</i>² = .014 ; <i>p</i> = .632

Note. TCP = Théorie du Comportement Planifié ; AP = Activité Physique ; SED = sédentarité ;

CCP = Contrôle Comportemental Perçu ; NS = Normes Sociales.

**Partie 4 : Discussion générale, perspectives
et conclusion**

Le premier objectif de cette thèse était d'examiner les associations entre des variables motivationnelles, de nature explicite et implicite, et les comportements d'activité physique et de sédentarité de personnes malades chroniques admises pour des programmes de réhabilitation. Un second objectif était d'examiner la malléabilité de ces différentes variables motivationnelles, selon une perspective méthodologique, écologique, et expérimentale. Deux axes de recherche ont été formulés en accord avec ces objectifs, un premier traitant des associations motivation-comportement, et un second traitant de la modification de ces variables motivationnelles.

1. Discussion des résultats relatifs à l'Axe 1

1. a. Prédiction de l'activité physique et de la sédentarité post-réhabilitation

Pattern global de résultat. Dans l'ensemble ce travail met en évidence une relation significative entre les attitudes implicites et l'activité physique des patients inclus en réhabilitation, et une absence d'association entre les processus motivationnels explicites et ce comportement. En effet, dans trois échantillons différents nous avons observé des relations significatives entre une mesure des attitudes implicites et une mesure de l'activité physique. Ces études semblent donc confirmer que les attitudes implicites sont des déterminants de l'activité physique en contexte de réhabilitation et post-réhabilitation (voir Tableau 2). A l'inverse, les résultats obtenus dans les différentes études de la thèse semblent indiquer que les intentions, en matière d'activité physique et de sédentarité, ne sont pas associées de façon significative avec l'activité physique et la sédentarité mesurées par questionnaire, et l'activité physique mesurée par accéléromètres.

L'une des pistes qui pourrait être avancée pour discuter ce pattern global de résultats concerne la *désirabilité sociale* (i.e., tendance à se présenter selon les attentes perçues des interlocuteurs). En effet, selon Greenwald et al. (2009), la contribution des processus explicites dans la prédiction des comportements serait d'autant plus faible que le comportement observé est sujet à ce phénomène, et inversement pour les processus implicites. Dans le domaine de l'activité physique, on peut penser que cette caractéristique va considérablement varier en fonction des participants et du contexte d'étude (Adams et al., 2005).

Ainsi, si l'activité physique peut être perçue comme un objet anodin par des étudiants en bonne santé, la désirabilité sociale associée à la question de l'adoption de ce comportement est susceptible d'être plus importante pour des personnes atteintes d'une maladie chronique et bénéficiant d'une prescription d'activité physique dans le cadre d'un programme de réhabilitation. Dans nos études, il est possible que la mesure auto-rapportée des variables motivationnelles explicites ait été influencée par ce phénomène de désirabilité sociale, les participants rapportant en moyenne des niveaux importants de motivation dès l'entrée dans les programmes (voir par exemple Manuscrit 2, Tableau 2). Ce manque de sensibilité dans la mesure des construits explicites pourrait expliquer, en partie, l'absence d'association entre ces variables et les comportements.

Le pattern de résultats observé dans ce travail de thèse pourrait donc être spécifique au contexte de la réhabilitation. Les associations mises en lumière pourraient s'avérer différentes auprès de la même population dans des contextes de soin courant, ou si les variables motivationnelles étaient mesurées au domicile des participants et non lors de l'inclusion en clinique. Il est important de noter que ces études sont les premières dans la littérature à observer une association significative entre des processus implicites et l'activité physique à plusieurs mois. Ces résultats diffèrent de ceux de Endrighi et al., (2016) qui n'observaient pas de relations significatives entre plusieurs processus implicites et l'activité physique de femmes en rémission d'un cancer à 3 et 6 mois. Dans cette dernière étude, les résultats étaient ajustés sur des variables explicites comme l'auto-efficacité qui, elle, contribuait significativement à expliquer le niveau d'activité physique prospectif (Endrighi et al., 2016). Les résultats significatifs que nous avons observés ne doivent donc pas être sur-interprétés, et il apparaît nécessaire de les répliquer dans d'autres contextes de prévention secondaire et tertiaire et échantillons de population vivant avec une maladie chronique.

Relations intentions-activité physique. Concernant les intentions, aucune relation significative n'a été observée entre ce construit, exprimé envers l'activité physique ou la limitation de la sédentarité, et les comportements d'activité physique (i.e., auto-rapportée et mesurée avec des accéléromètres). Ces résultats ne répliquent donc pas les associations précédemment observées dans la littérature (Blanchard et al., 2002, 2003 ; Rodgers et al., 2013). Au-delà des problématiques de désirabilité sociale, les associations entre la motivation et l'activité physique dans les études de Blanchard et al. (2002, 2003) et Rodgers et al. (2003), n'étaient pas ajustées sur des covariants de ce comportement (i.e., âge, condition physique).

Le rôle des variables motivationnelles explicites dans l'activité physique des personnes malades chroniques était donc peut-être surestimé dans ces précédentes études (Altenburg et al. 2013 ; Hagger et al., 2002). Méthologiquement, il est aussi possible qu'une mesure plus dynamique des intentions, capturant la stabilité/instabilité de ce construit, aurait été plus prédictive du niveau d'activité physique en post-réhabilitation (Conroy, Elavsky, Hyde, & Doerksen, 2011).

Prédiction des comportements sédentaires. Concernant l'absence de relations entre les paramètres motivationnels (i.e., intentions relatives à la sédentarité et attitudes implicites envers l'activité physique par rapport à la sédentarité) et les comportements sédentaires observés dans le manuscrit 2, une limite méthodologique peut être formulée. Ce résultat pourrait en effet être lié à un manque de correspondance entre les mesures des paramètres motivationnels, qui n'étaient pas spécifiques à un type de comportement sédentaire en particulier, et la mesure de la sédentarité qui elle était centrée sur les activités de type « écran » (voir Rhodes, Mark, & Temmel, 2012). A l'avenir, il serait intéressant de réexaminer les relations entre les processus motivationnels spécifiques à un type de sédentarité et des comportements sédentaires eux aussi spécifiques (i.e., temps écran, transport...). L'utilisation d'inclinomètres pour mesurer les comportements sédentaires pourrait aussi s'avérer judicieuse (Maher & Conroy, 2016). A notre connaissance, hormis notre étude, le rôle des processus implicites dans la régulation des comportements sédentaires n'a à ce jour jamais été étudié, cette piste de recherche reste donc à explorer.

Interactions entre les processus explicites et implicites. Si Cheval et al., (2015) ont mis en évidence des interactions entre les processus explicites et implicites dans la prédiction de l'activité physique, les différentes études de la thèse n'ont pas permis de répliquer ces résultats (voir par exemple la partie « données supplémentaires » de la troisième étude de thèse; manuscrit 3.1). Ceci pourrait s'expliquer par l'absence de relation directe entre les intentions et les comportements observée tout au long de cette thèse. A ce propos, il est important de noter que les construits motivationnels issus des modèles socio-cognitifs étudiés dans ce travail de thèse ne sont pas entièrement représentatifs de la diversité des variables décrites dans la littérature (Rhodes, 2017). Dès lors, d'autres associations (i.e., directes et indirectes) pourraient être envisagées si les études de cette thèse avaient intégré la mesure d'autres paramètres motivationnels explicites (voir discussion du manuscrit 3.2 ; et Blanton Burrow, & Jaccard, 2016).

1. b. Motivation envers la sédentarité et activité physique

Dans la troisième étude de cette thèse (manuscrit 3.1), nous nous sommes spécifiquement intéressés au rôle de la motivation envers la sédentarité dans la régulation de l'activité physique (Rhodes & Blanchard, 2008 ; Cheval et al., 2015). Nos résultats n'ont toutefois pas confirmé cette relation, puisque dans notre étude (i) les intentions envers la limitation des comportements sédentaires, ainsi que (ii) les attitudes implicites envers la sédentarité ne contribuaient pas significativement au niveau d'activité physique des patients en post-réhabilitation, quand les effets de l'âge, de l'IMC, de l'activité physique passée, et des attitudes implicites pour l'activité physique étaient pris en compte.

Néanmoins, cette troisième étude de thèse était réalisée sur un échantillon de participants obèses, alors que Rhodes et Blanchard (2008), ainsi que Cheval et al. (2015), ont conduit leurs études sur des échantillons d'étudiants, ou des adultes sains issus de la population générale. Dans notre échantillon, l'âge et l'IMC des participants avaient un poids explicatif très important, et quand ces deux facteurs n'étaient pas contrôlés statistiquement les intentions et les attitudes implicites pour la sédentarité étaient significativement associées à l'activité physique indépendamment des motivations envers l'activité physique (voir manuscrit 3.2).

Au regard des spécificités de l'étude, et des résultats de la littérature, nous pouvons donc penser que la motivation envers la sédentarité a potentiellement un rôle à jouer dans la régulation de l'activité physique. Sur le plan théorique, d'autres recherches doivent être conduites pour mieux comprendre comment la motivation envers un comportement peut en influencer un autre (Namadian, Presseau, Watson, Bond, & Sniehotta, 2016 ; Sniehotta, Presseau, Allan, & Araújo-Soares, 2016). Sur le plan clinique, il semble important que les professionnels de santé et de l'activité physique se saisissent des distinctions entre l'activité physique et la sédentarité pour améliorer leurs pratiques professionnelles (i.e., conseiller un patient sur ses habitudes en matière de sédentarité et d'activité physique indépendamment ; Chevance, Foucaut, & Bernard, 2016).

1. c. Rôle des dispositions individuelles dans les relations motivation-activité physique

Dans une quatrième étude (manuscrit 3.2), nous avons réexaminé les associations motivations-comportement, mais cette fois-ci en prenant en compte des modérateurs potentiels de ces relations.

Le rationnel de cette étude était construit autour d'hypothèses spécifiques du RIM indiquant que l'auto-régulation (i.e., capacité à contrôler ses pensées, actions et comportements; Baumeister, Heatherton, & Tice, 1994), est susceptible de modérer les associations entre les processus explicites et implicites, d'une part, et un comportement d'autre part. Dans cette étude, les attitudes implicites envers la sédentarité étaient négativement associées à l'activité physique des participants mais uniquement pour ceux présentant des fonctions exécutives basses ou moyennes. En revanche, les autres variables (intentions envers l'activité physique et impulsivité) ainsi que leurs termes d'interactions n'étaient pas significativement associées à l'activité physique en post-réhabilitation.

Interaction fonctions exécutives-attitudes implicites. L'interaction observée entre les fonctions exécutives et les attitudes implicites confirme les hypothèses de plusieurs modèles en psychologie de la santé, indiquant que les fonctions exécutives peuvent avoir un effet indirect sur les comportements via des processus motivationnels (RIM, Hofmann et al., 2008 ; Temporal Self-Regulation Theory, Hall & Fong, 2007). D'un point de vue neuro-biologique, les fonctions exécutives sont liées au centre de gestion des récompenses (i.e., le striatum, Tekin & Cummings, 2002). Il est donc tout fait cohérent d'observer que de « bonnes » fonctions exécutives permettent de limiter l'effet négatif d'une pulsion non désirable sur les comportements des individus (Hall & Marteau, 2014). A l'avenir il serait intéressant de répliquer ce résultat en étudiant d'autres types de fonctions exécutives. En effet, nous avons fait le choix dans cette étude de considérer une mesure globale de ce construit (Miyake et al., 2000) ; néanmoins d'autres facettes des fonctions exécutives, et particulièrement l'inhibition, pourraient interagir avec les attitudes implicites envers la sédentarité dans la prédiction de l'activité physique (Hofmann, Schmeichel, & Baddeley, 2012).

Absence d'interaction impulsivité-attitudes implicites. L'absence d'association directe entre impulsivité et activité physique a sûrement impacté la probabilité d'observer une interaction entre ce modérateur et les attitudes implicites. Dans la littérature, des études ont mis en évidence que les facteurs cognitifs de l'auto-régulation (e.g., fonctions exécutives) étaient plus fortement associés à l'activité physique que des facteurs liés à la personnalité des individus¹¹ (Hall & Fong, 2013). D'autres études sont nécessaires pour comprendre le rôle des différentes facettes de l'impulsivité dans les comportements de santé et particulièrement l'activité physique.

¹¹ Le terme personnalité est employé ici car les différentes facettes de l'impulsivité sont conceptuellement proche de la personnalité, et particulièrement des facettes liées à l'extraversion, au caractère consciencieux et à l'instabilité émotionnelle (Sharma et al., 2014).

Absence d'interaction avec les intentions. Selon un argument similaire, l'absence d'interaction entre les intentions et les deux modérateurs peut s'expliquer par l'absence de relations directes entre les intentions et l'activité physique. En effet, s'il n'est pas nécessaire qu'une variable soit directement associée à une variable dépendante pour que son terme d'interaction avec une autre variable soit significatif (Hayes, 2013), le poids des intentions dans notre échantillon était particulièrement faible.

Autre modérateur potentiel. Dans la littérature, plusieurs études ont mis en évidence des relations significatives entre certains marqueurs de l'inflammation chronique (e.g., interleukine 6 et 10, protéine c-réactive) et des construits psychologiques en lien avec le concept d'impulsivité (e.g., Bromander et al., 2013 ; Sutin et al., 2010), ainsi que les fonctions cognitives (e.g., Miller & Spencer, 2014). Plus précisément, dans ces articles un niveau élevé d'inflammation était associé à un niveau élevé d'impulsivité et des fonctions cognitives plus faibles. A l'avenir, il serait donc intéressant de tester la contribution de l'inflammation dans les relations motivation-comportement. Ce type d'étude pourrait enrichir notre compréhension des interactions entre les paramètres motivationnels et des facteurs biologiques.

2. Discussion des résultats relatifs à l'Axe 2

L'axe 2 de la thèse portait sur les modifications des processus motivationnels explicites et implicites, sous un angle méthodologique, écologique et expérimental. Globalement, les études menées mettent en évidence (i) des différences importantes de fiabilité test-retest pour les différents outils de mesure implicites et algorithmes de calcul des scores étudiés ; (ii) une sensibilité de certains processus implicites et explicites à la réhabilitation ; et (iii) une absence de changement des attitudes implicites à l'issue d'une intervention délivrée via l'environnement en contexte de réhabilitation.

2. a. Fiabilité test-retest des outils de mesures implicites

La première étude conduite dans le cadre de cette thèse met en évidence des différences importantes de fiabilité test-retest en fonction des outils de mesures implicites et algorithmes de calcul des scores utilisés (manuscrit 1). Sur la plan de la fiabilité relative (i.e., consistance de la position d'un individu par rapport aux autres dans un groupe), seul l'IAT avec une méthode de calcul des scores dite « winsorisée » (i.e., *DW-Score*) présentait une fiabilité test-retest acceptable (i.e., ICC > .75).

Ce test ainsi que cet algorithme semblent donc à privilégier pour estimer un changement des processus implicites au niveau inter-individuel. En revanche concernant la fiabilité absolue (i.e., consistance du score de chaque individu), les résultats indiquaient une variabilité trop importante des scores entre les deux passations, quels que soient les tests et algorithmes utilisés. Ces résultats interrogent quant à l'utilité de l'IAT pour décrire des changements au niveau intra-individuel. Pour les mêmes raisons, il est aussi déconseillé de dichotomiser les scores IAT pour créer des groupes d'individus « s'améliorant » ou se « détériorant » sur ces processus implicites. Une utilisation des scores IAT en valeur continue est donc à privilégier.

Concernant la fiabilité relative, le pattern de résultat observé semble en accord avec les études antérieures rapportant en moyenne une corrélation plus importante entre deux IATs qu'entre deux SC-IATs (Hyde et al., 2012; Gawronski et al., 2016; Stieger, Göritz, & Burger, 2010). Concernant la fiabilité absolue, notre étude semble être l'une des premières à étudier ce genre d'indicateur. Les résultats font toutefois écho à des hypothèses développées dans la littérature sur la capacité des outils de mesure implicites à capturer des changements au niveau intra-individuel (Cheval, 2014; Wiers et al., 2011).

Par exemple, Cheval (2014) dans une étude expérimentale, a mis en évidence qu'une procédure de réentraînement des tendances d'approche et d'évitement envers l'activité physique et la sédentarité pouvait impacter significativement à la fois les processus implicites et le comportement des individus. Cependant, et contrairement à leurs hypothèses, les auteurs n'observaient pas d'effet médiateur des processus implicites sur les comportements. Ces derniers indiquaient que l'absence de médiation pouvait être la cause des outils de mesure implicite utilisés (i.e., manikin task), capables selon les auteurs de « *discriminer des groupes d'individus* », mais « *peut-être pas optimaux pour détecter les changements au sein d'un même individu* ». Nos résultats tendent à confirmer cette hypothèse.

Au-delà des différences entre les outils de mesure implicite, aucune étude ne s'était intéressée à la fiabilité test-retest des algorithmes de calcul des scores proposés par Richetin et al. (2015) et Rebar et al. (2015). Cette étude amène donc des éléments factuels supplémentaires pour choisir parmi une multitude de méthode d'évaluation et de traitement des données récoltées avec des outils de mesure implicites. Par ailleurs, d'autres algorithmes ont été proposés dans la littérature pour transformer les données issues de l'IAT en scores interprétables et pourraient présenter un intérêt complémentaire (e.g., Calanchini, Sherman, Klauer, & Lai, 2014).

En guise de perspectives méthodologiques, certaines bonnes pratiques issues de la neuro-psychologie pourraient s'appliquer à l'étude des changements de processus implicites. En effet, les tests utilisés pour évaluer les fonctions exécutives ressemblent fortement aux tests d'associations implicites, utilisant tous deux des temps de réaction comme données brutes (Miyake et al., 2000). Dans l'étude des fonctions exécutives, et pour pallier aux problèmes de fiabilité test-retest, plusieurs chercheurs ont recommandé de mesurer un même processus (e.g., la fonction d'inhibition) avec plusieurs outils, et ensuite de créer et analyser des scores complexes intégrant les différentes mesures (e.g., Albinet et al., 2012). Cette procédure permettrait selon ces auteurs de gommer les faiblesses psychométriques associées à un seul test (Albinet et al., 2012). Sur la base de ces recommandations, il serait intéressant de créer un score complexe d'attitudes implicites issu de plusieurs tests, et ensuite d'observer les propriétés psychométriques de ce score.

Sur le plan théorique, il serait pertinent de prendre en compte la fiabilité test-retest des outils de mesure implicite dans l'étude de la malléabilité et stabilité des construits mesurés. En effet, aujourd'hui, la question de la malléabilité *versus* stabilité des processus implicites fait débat. Récemment, Gawronski, Morrison, Phillips, et Galdi (2017) ont mis en évidence une stabilité temporelle (i.e., sur des périodes d'un et deux mois) plus faible pour l'estime de soi, les attitudes raciales et politiques, au niveau implicite par rapport au niveau explicite. Ces résultats allaient à l'inverse de leurs hypothèses, et l'idée traditionnellement admise que les processus implicites sont plus stables que le processus explicites (Greenwald & Banaji, 1995). A l'inverse, Lai et al. (2016) ont testé l'effet de 9 interventions différentes sur les préférences raciales implicites de plus de 6000 participants. Dans cette étude, toutes les procédures testées avaient un effet favorable sur les préférences raciales implicites. Toutefois, ces effets ne perduraient pas après un délai allant de quelques heures à quelques jours, et les auteurs concluaient à une stabilité importante des processus implicites. Dans ces deux études (Gawronski et al., 2017; Lai et al., 2016), aucune mention n'était faite à la fiabilité test-retest des outils de mesure utilisés (i.e., IAT et l'*Affective Misattribution Procedure*). A l'avenir il serait donc judicieux d'étudier comment les propriétés psychométriques des tests peuvent impacter les conclusions théoriques liées aux changements de processus implicites (Hyde et al., 2012).

Enfin, les conclusions de ce premier manuscrit soulève un problème non adressé dans l'article : l'étude de la modification des attitudes implicites spécifique à un comportement.

En effet, la conclusion de l'article invite à privilégier l'IAT au SC-IAT pour étudier un changement des attitudes implicites. Néanmoins, ces deux outils ne fournissent pas exactement les mêmes informations, l'IAT mesurant des attitudes implicites relatives (i.e., un objet par rapport à un autre), contrairement au SC-IAT qui lui fournit une mesure absolue des attitudes implicites (i.e., un seul objet avec une valence plutôt positive ou plutôt négative). Une perspective intéressante pourrait être d'étendre les résultats du manuscrit 1 à un IAT où la catégorie « activité physique » (ou sédentarité) serait opposée à une catégorie plus neutre, par exemple des formes géométriques (e.g., Sherman et al., 2009). Ainsi nous conserverions la structure de l'IAT, qui semble plus robuste que le SC-IAT concernant la fiabilité test-retest, tout en étudiant une préférence relative entre un comportement et un objet neutre.

2. b. Modification des variables motivationnelles en contexte de réhabilitation

Sur la base de cette première étude méthodologique, nous avons souhaité examiner la modification de plusieurs processus motivationnels à l'issue d'un programme de réhabilitation de 5 semaines (manuscrit 2). L'objectif était (i) d'examiner la sensibilité des processus implicites en cours de réhabilitation, jusqu'alors jamais étudiée ; (ii) d'examiner si des variables explicites (i.e., variables de la Théorie du Comportement Planifié) reflétant la motivation envers l'activité physique, d'une part, et la motivation envers la sédentarité d'autre part, pouvaient évoluer différemment au cours d'un programme de réhabilitation.

Les résultats ont mis en évidence un changement significatif des attitudes implicites à l'issue du programme avec des scores moyens plus en faveur de l'activité physique par rapport à la sédentarité. Les intentions pour l'activité physique augmentaient significativement au cours du programme (i.e., indiquant des intentions plus fortes de pratiquer une activité physique après le programme), ainsi que les normes sociales envers la sédentarité (i.e., indiquant une perception de son environnement social comme plus favorable à la limitation des comportements sédentaires après le programme). Enfin, les participants se sentaient significativement plus en confiance pour (i) pratiquer une activité physique régulière et (ii) limiter leurs comportements sédentaires après le programme. Tous ces changements étaient caractérisés par des effets statistiquement faibles (voir le Tableau 3 du manuscrit de thèse pour une synthèse).

Concernant les attitudes implicites, cette étude confirme les résultats obtenus par Hyde et al. (2012) et Berry et al. (2016) indiquant que ce construit peut changer en quelques semaines. Statistiquement, la taille d'effet observée dans cette deuxième étude de thèse était comparable à celle rapportée dans une étude observationnelle conduite par Hyde et al. (2012; i.e., $d = .20$), mais largement inférieure à celle observée dans une étude quasi-expérimentale conduite par Berry (2016 ; i.e., $d = .70$). Au-delà de la différence de design entre ces deux études, les outils de mesure des processus implicites utilisés étaient différents (i.e., SC-IAT *versus* go/no go task; Nosek & Banaji, 2001). Il est possible que le choix de ces outils ait influencé les effets statistiques observés.

Concernant les variables explicites, les résultats de cette deuxième étude de thèse semblent, en partie, en accord avec la littérature. En effet, que ce soit pour l'activité physique ou la sédentarité, le contrôle comportemental perçu était significativement augmenté à l'issue du programme. Ce résultat confirme l'effet de la réhabilitation sur cette catégorie de variable reflétant les croyances de l'individu sur ses capacités à effectuer le comportement (Blanchard et al., 2015 ; Peddle-McIntyre et al., 2013 ; Rodgers et al., 2013 ; Selzler et al., 2016). A l'inverse, l'effet d'un programme sur les intentions envers l'activité physique et les normes sociales pour la sédentarité n'avait pas été observé précédemment (Peddle-McIntyre et al., 2013). Ce résultat est intéressant car il indique que des variables motivationnelles pour l'activité physique et la sédentarité sont susceptibles d'évoluer différemment au cours d'une intervention (Biddle et al., 2015).

Si l'objectif de l'étude était simplement d'examiner la malléabilité des processus motivationnels au cours d'un programme de réhabilitation, l'absence de design expérimental dans cette deuxième étude de thèse constitue tout de même une limite. En effet, la réhabilitation étant multidisciplinaire et composée de multiples interventions il est difficile d'identifier les contenus, à l'intérieur du programme, ayant un effet sur les variables motivationnelles. A l'avenir il pourrait être intéressant de reproduire cette étude en manipulant quelques composantes du programme (i.e., séances d'activité physique et/ou d'éducation thérapeutique). A cette fin, l'utilisation de techniques de changement comportement spécifiques aux processus explicites (Michie et al., 2016 ; Kok et al., 2015) et implicites (Hollands et al., 2016 ; Papies et al., 2016) pourrait s'avérer judicieux.

Enfin, il semblerait crucial d'examiner le maintien de ces modifications motivationnelles après la réhabilitation (Lai et al., 2016). A l'instar des résultats obtenus par Lai et al. (2016), il est possible que les changements favorables d'attitudes implicites observés à la fin d'un programme (manuscrit 2) ne perdurent pas lors du retour à domicile.

Ces différentes évolutions motivationnelles à la suite d'un programme pourraient peut-être permettre de différencier les profils de patients maintenant, ou non, une activité physique en post-réhabilitation (Saunders et al., 2012).

2. c. Effet d'une intervention délivrée pendant la réhabilitation sur les attitudes implicites et l'activité physique

Sur la base des premiers résultats de la thèse, indiquant des relations entre les attitudes implicites et l'activité physique en post-réhabilitation (manuscrits 2 et 3.1), nous avons choisi de développer une dernière étude expérimentale ciblant spécifiquement ces processus (manuscrit 4). Les résultats n'ont pas mis en évidence d'effets significatifs de l'intervention (i.e., exposition à des posters) sur les attitudes implicites ou les comportements des participants. Une analyse ancillaire a toutefois souligné une relation significative entre les attitudes implicites en début d'intervention et l'activité physique mesurée avec les accéléromètres le weekend suivant.

Plusieurs arguments sont discutés dans le manuscrit 4 pour expliquer ces résultats ; néanmoins deux pistes principales peuvent être avancées concernant l'absence d'effet de l'intervention sur les attitudes implicites et les comportements.

Concernant les attitudes implicites, nous avons postulé qu'une exposition répétée à des stimuli en lien avec l'activité physique et la sédentarité aurait un impact sur les structures cognitives liées à ces comportements (Papies, 2016 ; Papies & Aarts, 2016). Néanmoins cette hypothèse n'a jamais été vérifiée dans la littérature, et les conditions (e.g., temps d'exposition, fréquence d'exposition) permettant d'impacter significativement un construit comme les attitudes implicites via des images sont inconnues. Cette procédure ressemble d'une certaine manière à une forme de conditionnement évaluatif (Antoniewicz & Brand, 2016 ; Hofmann et al., 2010) ; toutefois dans notre étude les participants étaient exposés passivement aux stimuli (contrairement au conditionnement évaluatif où les participants doivent activement classer des stimuli), et il est possible qu'un laps de temps plus long soit nécessaire pour observer un effet sur les attitudes implicites.

Concernant les comportements, il est important de noter que ce type d'intervention (i.e., exposition discrète à des stimuli) s'est montrée efficace dans le domaine de l'alimentation, pour induire des choix alimentaires ou certains achats (Papies & Hamstra, 2010 ; Papies et al., 2013 ; Stöckli et al., 2016). Cependant, il existe des différences importantes entre un comportement comme l'activité physique, tel que nous l'avons mesuré dans l'étude 4, et un choix alimentaire spontané (Rhodes & Nigg, 2011).

Par exemple, il est possible que ce type d'intervention ait un impact sur des comportements actifs plus spontanés comme les activités de type « NEAT » présentées dans l'introduction de la thèse (voir Cheval et al., 2014).

Dans cette étude, nous avons privilégié une modification de l'environnement à des entraînements tels que le conditionnement évaluatif pour différentes raisons : (i) l'intervention ne demandait pas d'entrevue individuelle avec chaque participant, elle était donc simple à mettre en oeuvre dans un contexte de réhabilitation où les patients sont déjà très sollicités (Wilson et al., 2015) ; (ii) il nous semblait inapproprié de faire passer un temps supplémentaire aux patients assis devant un ordinateur, à compléter des sessions de conditionnement évaluatif, alors que le comportement étudié était l'activité physique ; et (iii) nous souhaitions contribuer à la littérature émergente sur les interventions utilisant l'environnement pour influencer les comportements de santé et processus sous-jacents (voir Araùjo-Soares & Sniehotta, 2017 ; Hollands et al., 2017).

A l'avenir, les interventions utilisant l'environnement pour activer certaines motivations et susciter des comportements chez les individus pourraient s'avérer particulièrement efficaces, elles sont peu coûteuses et relativement faciles à mettre en oeuvre (Papies, 2016). Néanmoins, d'autres études sont nécessaires pour comprendre comment l'environnement, via des images, ou des messages placés à des endroits stratégiques, peuvent influencer à la fois les processus motivationnels et l'activité physique des individus (Holland et al., 2013, 2016, 2017).

Selon nous, deux types d'intervention, spécifiques aux processus implicites, pourraient présenter un intérêt particulier en contexte de réhabilitation. Le premier concerne les feedbacks qui pourraient être faits aux individus sur leurs propres processus implicites. Par exemple, s'intéressant aux stéréotypes implicites envers les personnes ayant un handicap mental, Pennington et al. (2016), ont mis en évidence que le fait d'informer, et de faire réfléchir, une personne sur ses propres attitudes ou stéréotypes implicites permettait de modifier favorablement ces derniers. En contexte de réhabilitation, on pourrait imaginer que la mesure de paramètres motivationnels implicites fasse l'objet d'évaluations de routine. Un enseignant en APA pourrait alors utiliser l'IAT avec un patient pour le renseigner sur ses attitudes implicites en matière d'activité physique, et engager une réflexion sur les associations mises en lumière si celles-ci étaient défavorables à l'activité physique. Dans cette même étude (Pennington et al., 2016), les chercheurs testaient aussi une condition expérimentale où, en plus des feedbacks individuels sur les processus implicites, ils invitaient les participants à s'imaginer des contacts sociaux chaleureux avec des personnes en situation de handicap.

La condition expérimentale la plus efficace pour modifier les attitudes implicites des participants était celle combinant l'imagerie mentale et les feedbacks (Pennington et al., 2016). L'imagerie mentale (i.e., s'imaginer une expérience) a d'ores et déjà montré son intérêt dans la littérature concernant la modification des attitudes implicites envers l'activité physique (Markland et al., 2015). En contexte de réhabilitation, des contenus comme la relaxation pourraient être utilisés pour implémenter ce genre de stratégies (i.e., amener les gens à s'imaginer des expériences d'activité physique agréables).

Étant donné le rôle potentiel des processus implicites à l'égard de l'activité physique mis en évidence dans cette thèse, il apparaît crucial de poursuivre les recherches expérimentales ciblant spécifiquement ces variables en contexte de réhabilitation.

3. Perspectives complémentaires

Au-delà des perspectives envisagées dans les articles ou dans la discussion générale de cette thèse, plusieurs pistes de recherche, fondamentales et appliquées, mériteraient d'être explorées.

3. a. Perspectives théoriques

Dans le domaine de l'activité physique, aucune étude n'a encore exploré les relations réciproques (i.e., bi-directionnelles) entre les processus implicites et ce comportement. En effet, les études corrélationnelles conduites jusqu'à présent se sont plutôt intéressées à la prédiction du comportement par les processus implicites (Hyde et al., 2012 ; Rebar et al., 2016). Sur le plan expérimental, les travaux publiés dans la littérature considèrent généralement les processus implicites comme un levier à activer afin d'influencer les comportements (Cheval et al., 2016b ; Sheeran et al., 2017). À l'inverse, il serait intéressant d'examiner comment l'activité physique, tant dans sa pratique « aiguë » (i.e., réalisation d'un test d'effort), que « chronique » (e.g., mise en place d'une activité régulière et pérenne), pourrait influencer les processus implicites. Sur le plan expérimental, la question posée serait alors « Comment des séances d'activité physique peuvent-elles être optimisées pour impacter les processus implicites ? », au lieu de « Comment les processus implicites peuvent-ils être optimisés pour influencer l'activité physique ? » (voir Ekkekakis, Parfitt, & Petruzzello, 2011 ; Rhodes & Kates, 2015 ; van Bree et al., 2016).

Plus globalement, les relations réciproques soulève la question des sources d'influence des processus implicites. Outre l'aspect développemental (Dunham, Baron, & Banaji, 2015), ou les problématiques de transmissions intergénérationnelles (Sherman et al., 2009), qui mériteraient par ailleurs d'être étudiées en contexte de prévention primaire, il serait intéressant de comprendre comment les processus implicites relatifs à l'activité physique sont influencés chez les personnes atteintes de maladies chroniques. Sur le plan théorique, il pourrait être intéressant de développer un modèle explicatif « bio-psycho-social » des processus implicites. En effet, plusieurs variables d'ordre comportemental (e.g., activité physique réalisée tout au long de la vie), clinique (e.g., degré de sévérité de la maladie), ou social (e.g., comportements et motivation des proches) seraient susceptibles d'influencer ces processus, et l'activité physique des individus. Outre les aspects fondamentaux associés à la compréhension de ces déterminants, ce type de modèle pourrait aider au développement de stratégies de modification des variables implicites (Conroy & Berry, 2017).

Enfin, dans les sciences du comportement, et particulièrement en ce qui concerne l'activité physique, certains auteurs rejettent plus ou moins l'idée selon laquelle nos comportements seraient influencés par des déterminants intra et inter-individuels (comme les processus motivationnels) et préfèrent se concentrer sur des facteurs sociologiques et culturels, environnementaux (i.e., cadre-bâti), et politiques (Ferdinand, Sen, Rahukar, Engler, & Menachemi, 2012; Harris, Lecy, Hipp, Brownson, & Parra, 2013; Sallis et al., 2016). Plutôt qu'opposer ces différentes approches, il serait intéressant d'examiner les interactions entre ces facteurs culturels et environnementaux et les processus motivationnels. Peu d'études, à notre connaissance, ont à ce jour croisé l'étude de ces catégories de variables dans le domaine de l'activité physique (voir Hall, Zehr, Ng, & Zanna, 2012, pour une interaction intentions x fonctions exécutives x conditions climatiques dans la prédiction de l'activité physique).

A terme, les interventions motivationnelles pourraient faire l'objet d'adaptions en fonction, par exemple, du statut socio-économique des individus, ou encore de leur cadre de vie (Bauman et al., 2012 ; Sallis et al., 2016).

3. b. Perspectives appliquées

Si théoriquement la réhabilitation a pour objectifs simultanés d'améliorer l'état de santé mentale et physique des patients, et de favoriser l'adoption et le maintien à long terme des comportements de santé (Spruit et al., 2013, 2015), les moyens alloués à la poursuite de ces deux objectifs sont en pratique considérablement différents (McCarthy et al., 2015). Comme nous l'avons mentionné dans l'introduction générale de la thèse, le domaine de la réhabilitation s'est essentiellement développé sur la base d'études conduites en physiologie de l'exercice, en médecine, et en psychologie clinique (e.g., Préfaut & Ninot, 2009). Logiquement, l'ensemble des déterminants évalués en contexte de réhabilitation (i.e., pour individualiser les programmes aux besoins des patients comme pour définir son efficacité) sont de nature clinique (Spruit et al., 2015b). A l'inverse, les aspects comportementaux liés à l'activité physique restent le plus souvent non évalués en routine, et donc peu pris en compte pour individualiser les programmes.

Au même titre que des facteurs cliniques, comme la tolérance à l'effort, l'évaluation du niveau habituel d'activité physique et de certains déterminants modifiables de ce comportement doit devenir une préoccupation majeure en contexte de réhabilitation. Une telle initiative permettrait (i) d'évaluer systématiquement l'efficacité de la réhabilitation sur des indicateurs comportementaux, et (ii) d'individualiser davantage les programmes dans un objectif de changement de comportement, pour *in fine* favoriser le maintien des bénéfices de la réhabilitation à long terme.

Ces dernières années, plusieurs auteurs ont travaillé à la création de listes, aussi appelées « taxonomies », répertoriant l'ensemble des techniques de changement de comportement (Michie et al., 2016 ; Kok et al., 2015). Dans la littérature, plusieurs revues et méta-analyses ont mis en évidence que le fait (i) de se baser sur une théorie pour développer une intervention de promotion de l'activité physique et (ii) d'utiliser certaines techniques de changement de comportement était associé à l'efficacité des interventions (Gourlan et al., 2016 ; Rhodes et al., 2017). Ces théories, et techniques, devraient donc faire parti de la « boîte à outil » des professionnels de santé et de l'activité physique en contexte de réhabilitation.

Sur le pan pratique, la mise en œuvre de cet objectif soulève néanmoins une problématique pédagogique. Dans le domaine de l'activité physique par exemple, les enseignants en Activité Physique Adaptée ne sont pas ou peu formés aux théories de la motivation et aux techniques de changement de comportement.

Il semble donc nécessaire de rendre accessible ses savoirs, par le développement de programmes de recherches appliquées ayant pour objectif principal l'évolution des pratiques professionnelles (voir Dalum, Schaalma, & Kok, 2012), par l'écriture d'articles pédagogiques (voir Kok, 2014 ; Peters, 2014), ou encore par le développement de programme de formation continue spécifique à ces thématiques (voir Avery et al., 2016).

L'utilisation de ces outils en contexte de réhabilitation semble inévitable à l'avenir pour (i) améliorer le contenu des séances de promotion des comportements de santé, et (ii) développer des interventions comportementales standardisées, répliquables, et objectivables (voir les annexes 4 et 5, Chevance, Romain, & Bernard, 2017 ; Bernard, Chevance, & Romain, 2017).

Enfin, une dernière perspective propre à l'organisation de la réhabilitation peut être mentionnée. Dans cette thèse, le modèle de réhabilitation dans lequel les études ont été conduites impliquait une hospitalisation complète des patients pendant 5 semaines¹². Cette modalité de prise en charge, qui peut être caractérisée comme « intensive », en comparaison à des interventions plus étalées dans le temps, semble efficace concernant l'amélioration de la tolérance à l'effort (Vallet et al., 1997) ou de la santé mentale (Ninot, Moullec, Desplan, Prefaut, Varray, 2007). Néanmoins, cette prise en charge n'est peut-être pas optimale au regard du changement de comportement. En effet, dans la littérature, plusieurs revues et méta-analyses indiquent que (i) plus les interventions sont étalées dans le temps, (ii) plus les participants ont des contacts fréquents avec les professionnels, et (iii) plus ils sont supervisés au cours de l'intervention, plus les effets de l'intervention sur les niveaux d'activité physique sont importants (Mantoani et al., 2016 ; Rhodes et al., 2017).

Selon ces études, et si l'objectif du programme est la modification durable du niveau d'activité physique, le modèle traditionnel de réhabilitation en hospitalisation complète pendant 5 semaines ne semble pas le plus approprié. Au-delà des solutions de post-réhabilitation, comme les réseaux de patients (Moullec et al., 2008) ou le développement de l'activité libérale des enseignants en Activité Physique Adaptée (Barbin et al., 2016), nous pourrions imaginer que la mise en oeuvre des programmes en France évoluent vers une prise en charge, soit en ambulatoire, soit sur des périodes d'hospitalisation plus courtes mais réparties différemment dans le temps (i.e., 5 fois une semaine).

¹² A l'exception des études conduites dans les manuscrits 3.1 et 3.2 où une modalité différente de prise en charge était explorée.

Les périodes « d'entre programme » pourraient ainsi faire l'objet d'un suivi planifié et standardisé, et seraient par exemple propices au développement de solution de « télé-réhabilitation » (Demeyer et al., 2017). L'hospitalisation complète pendant 5 semaines serait à maintenir pour les patients les plus sévères, dont l'objectif prioritaire reste de restaurer leur état de santé (Langer & Demeyer, 2016).

4. Conclusion

Les études conduites dans cette thèse permettent d'appréhender le rôle de certains processus motivationnels dans l'adoption d'une activité physique, auprès de personnes atteintes de maladies chroniques, et incluses pour des programmes de réhabilitation. Au regard des résultats obtenus dans notre programme de recherche, les processus implicites, et notamment les attitudes implicites, semblent être des variables à considérer en contexte de réhabilitation pour mieux comprendre l'activité physique des personnes. Sur le plan théorique, ces travaux contribuent à renforcer la littérature émergente sur cette catégorie spécifique de variables dans le domaine de l'activité physique. Sur le plan expérimental, cette thèse introduit des pistes de recherche qui pourront mener au développement d'interventions spécifiques aux processus motivationnels en contexte de prévention secondaire et tertiaire. Ces dernières devraient contribuer, à terme, à aider les personnes atteintes de maladies chroniques à adopter et maintenir des comportements favorables à la santé en contexte de réhabilitation et post-réhabilitation.

Références

- Adams, S.A., Matthews, C.E., Ebbeling, C.B., Moore, C.G., Cunningham, J.E., Fulton, J. ... (2005). The effect of social desirability and social approval on self-reports of physical activity. *American Journal of Epidemiology*, 161(4), 389–98.
- Albinet, C. T., Boucard, G., Bouquet, C. A., & Audiffren, M. (2012). Processing speed and executive functions in cognitive aging: How to disentangle their mutual relationship? *Brain and Cognition*, 79(1), 1-11. doi:10.1016/j.bandc.2012.02.001
- Altenburg, W. A., Bossenbroek, L., Greef, M. H., Kerstjens, H. A., Hacken, N. H., & Wempe, J. B. (2013). Functional and psychological variables both affect daily physical activity in COPD: A structural equations model. *Respiratory Medicine*, 107(11), 1740-1747. doi:10.1016/j.rmed.2013.06.002
- Antoniewicz, F. & Brand, R. (2016). Learning to like exercising: Evaluative conditioning changes automatic evaluations of exercising and influences subsequent exercising behavior. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 38(2), 138-148.
- Araújo-Soares, V., & Sniehotta, F. F. (2017). Health psychology: Healthy choice architecture. *Nature Human Behaviour*, 1(8), 0155. doi:10.1038/s41562-017-0155
- Avery, L., Mostafaei, B., Charman, S.J., Taylor, R., Sniehotta, F.F., & Trenell, M.I. (2016). Can a behavioural intervention targeting physical activity behaviour of adults with type 2 diabetes be delivered faithfully by healthcare professionals during routine primary care? *Diabetes UK Annual Professional Conference*, Glasgow, United-Kingdom.
- Barbin, J.M., Camy, J., Communal, D., Fodimbi, M., Perrin, C., Vergnault, M. (2016). *Référentiel d'activité et de compétences de l'Enseignant en Activité Physique Adaptée*. Société Française des Professionnels en Activité Physique Adaptée. Paris.
- Bauman, A. E., Reis, R. S., Sallis, J. F., Wells, J. C., Loos, R. J., & Martin, B. W. (2012). Correlates of physical activity: Why are some people physically active and others not? *The Lancet*, 380(9838), 258-271. doi:10.1016/s0140-6736(12)60735-1
- Baumeister, R. F., Heatherton, T. F., & Tice, D. M. (1994). *Losing control: How and why people fail at self-regulation*. San Diego: Academic Press.
- Bernard, P., Chevance, G., & Romain, A.J. (2017). Pour des interventions de changement de comportement factuelles. *Santé Publique*, acceptée pour publication.
- Biddle, S. J. H., Mutrie, N., & Gorely, T. (2015). Psychology of sitting: New kid on the block. In S.J.H., Biddle, N., Mutrie, & T., Gorely, *Psychology of physical Activity: Determinants, well-being and interventions* (3rd ed.). Routledge.

- Blanchard, C. M., Courneya, K. S., Rodgers, W. M., Daub, B., & Knapik, G. (2002). Determinants of exercise intention and behavior during and after phase 2 cardiac rehabilitation: An application of the theory of planned behavior. *Rehabilitation Psychology, 47*(3), 308-323. doi: 10.1037/0090-5550.47.3.308
- Blanchard, C. M., Courneya, K. S., Rodgers, W. M., Fraser, S. N., Murray, T. C., Daub, B., & Black, B. (2003). Is the Theory of Planned Behavior a useful framework for understanding exercise adherence during phase II cardiac rehabilitation? *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation, 23*(1), 29-39. doi:10.1097/00008483-200301000-00007
- Blanchard, C., Arthur, H. M., & Gunn, E. (2015). Self-efficacy and outcome expectations in cardiac rehabilitation: Associations with women's physical activity. *Rehabilitation Psychology, 60*(1), 59-66. doi:10.1037/rep0000024
- Blanton, H., Burrows, C. N., & Jaccard, J. (2016). To accurately estimate implicit influences on health behavior, accurately estimate explicit influences. *Health Psychology, 35*, 856–860. <http://dx.doi.org/10.1037/hea0000348>
- Bree, R. J., Bolman, C., Mudde, A. N., Stralen, M. M., Peels, D. A., Vries, H. D., & Lechner, L. (2017). Modeling longitudinal relationships between habit and physical activity: two cross-lagged panel design studies in older adults. *Journal of Aging and Physical Activity, 25*(3), 464-473. doi:10.1123/japa.2016-0212
- Bromander, S., Wass, C., Anckarsater, R., Zetterberg, H., Blennow, K., Anckarsater, H., . . . Kristiansson, M. (2013). Aggressive and impulsive personality traits and inflammatory markers in cerebrospinal fluid and serum: Are they interconnected? *Brain, Behavior, and Immunity, 32*, 19-20. doi:10.1016/j.bbi.2013.07.079
- Calanchini, J., Sherman, J. W., Klauer, K. C., & Lai, C. K. (2014). Attitudinal and non-attitudinal components of IAT performance. *Personality and Social Psychology Bulletin, 40*(10), 1285-1296. doi:10.1177/0146167214540723
- Cavalheri, V., Straker, L., Gucciardi, D.F., Gardiner, P.A., & Hill, K. (2016). Changing physical activity and sedentary behaviour in people with COPD. *Respirology, 21*(3), 419-26. doi: 10.1111/resp.12680.
- Cheval, B. (2014). *Déterminants réfléchis et impulsifs des comportements d'activité physique : l'apport des modèles duaux*. (Thèse de doctorat non publiée). Université de Grenoble Alpes, Grenoble, France.
- Cheval, B., Sarrazin, P., & Pelletier, L. (2014). Impulsive approach tendencies towards physical activity and sedentary behaviors, but not reflective intentions, prospectively predict non-exercise activity thermogenesis. *Plos One, 9*(12). doi: 10.1371/Journal.Pone.0115238

- Cheval, B., Sarrazin, P., Isoard-Gautheur, S., Radel, R., & Friese, M. (2016a). How impulsivity shapes the interplay of impulsive and reflective processes involved in objective physical activity. *Personality and Individual Differences*, *96*, 132-137.
- Cheval, B., Sarrazin, P., Isoard-Gautheur, S., Radel, R., & Friese, M. (2015). Reflective and impulsive processes explain (in)effectiveness of messages promoting physical activity: A randomized controlled trial. *Health Psychology*, *34*, 10-19. doi: 10.1037/hea0000102
- Cheval, B., Sarrazin, P., Pelletier, L., & Friese, M. (2016b). Effect of retraining approach-avoidance tendencies on an exercise task: A randomized controlled trial. *Journal of Physical Activity and Health*, *13*(12), 1396-1403. doi:10.1123/jpah.2015-0597
- Chevance, G., Foucaut, A. M., & Bernard, P. (2016). État des connaissances sur les comportements sédentaires. *La Presse Médicale*, *45*(3), 313-318. doi:10.1016/j.lpm.2016.01.004
- Chevance, G., Romain, A. J., & Bernard, P. (2017). La promotion de l'activité physique passe nécessairement par une prise en compte de la motivation. *Psycho-Oncologie*, *11*(1), 56-57. doi:10.1007/s11839-017-0615-5
- Conroy, D. E., & Berry, T. R. (2017). Automatic affective evaluations of physical activity. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, inpress, doi:10.1249/jes.0000000000000120
- Conroy, D. E., Elavsky, S., Hyde, A. L., & Doerksen, S. E. (2011). The dynamic nature of physical activity intentions: a within-person perspective on intention-behavior coupling. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, *33*(6), 807-827. doi:10.1123/jsep.33.6.807
- Dalum, P., Schaalma, H., & Kok, G. (2011). The development of an adolescent smoking cessation intervention: an Intervention Mapping approach to planning. *Health Education Research*, *27*(1), 172-181. doi:10.1093/her/cyr044
- Demeyer, H., Louvaris, Z., Frei, A., Rabinovich, R. A., Jong, C. D., Gimeno-Santos, E., . . . Troosters, T. (2017). Physical activity is increased by a 12-week semiautomated telecoaching programme in patients with COPD: a multicentre randomised controlled trial. *Thorax*, *72*(5), 415-423. doi:10.1136/thoraxjnl-2016-209026
- Dunham, Y., Baron, A. S., & Banaji, M. R. (2015). The development of implicit gender attitudes. *Developmental Science*, *19*(5), 781-789. doi:10.1111/desc.12321
- Ekkekakis, P., & Zenko, Z. (2016). Escape from cognitivism: Exercise as hedonic experience. In M. Raab, P. Wylleman, R. Seiler, A. M. Elbe, & A. Hatzigeorgiadis (Eds.), *Sport and exercise psychology research from theory to practice* (pp. 389-414). London: Academic.
- Ekkekakis, P., Parfitt, G., & Petruzzello, S. J. (2011). The pleasure and displeasure people feel when they exercise at different intensities. *Sports Medicine*, *41*(8), 641-671. doi: 10.2165/11590680-000000000-00000

- Endrighi, R., Basen-Engquist, K., Szeto, E., Perkins, H., Baum, G., & Cox-Martin, M. et al. (2016). Self-reported and automatic cognitions are associated with exercise behavior in cancer survivors. *Health Psychology, 35*(8), 824-828.
- Ferdinand, A. O., Sen, B., Rahukar, S., Engler, S., & Menachemi, N. (2012). The relationship between built environments and physical activity: A systematic review. *American Journal of Public Health, 102*, 7-13.
- Gawronski, B., Morrison, M., Phillips, C. E., & Galdi, S. (2017). Temporal stability of implicit and explicit measures: A longitudinal analysis. *Personality and Social Psychology Bulletin, 43*, 300-312.
- Gimeno-Santos, E., Frei, A., Steurer-Stey, C., Battle, J. D., Rabinovich, R. A., Raste, Y., . . . Consortium, O. B. (2014). Determinants and outcomes of physical activity in patients with COPD: a systematic review. *Thorax, 69*, 731–739
- Gourlan, M., Bernard, P., Bortolon, C., Romain, A. J., Lareyre, O., Carayol, M., . . . Boiché, J. (2016). Efficacy of theory-based interventions to promote physical activity. A meta-analysis of randomised controlled trials. *Health Psychology Review, 10*(1), 50-66. doi: 10.1080/17437199.2014.981777
- Greenwald, A. G., & Banaji, M. R. (1995). Implicit social cognition: Attitudes, self-esteem, and stereotypes. *Psychological Review, 102*(1), 4-27. doi:10.1037//0033-295x.102.1.4
- Greenwald, A. G., Nosek, B. A., & Banaji, M. R. (2003). Understanding and using the implicit association test: I. An improved scoring algorithm. *Journal of Personality and Social Psychology, 85*(2), 197-216.
- Greenwald, A. G., Poehlman, T. A., Uhlmann, E., & Banaji, M. R. (2009). Understanding and using the Implicit Association Test: III. Meta-analysis of predictive validity. *Journal of Personality and Social Psychology, 97*, 17–41.
- Hall, P. A., & Fong, G. T. (2007). Temporal self-regulation theory: A model for individual health behavior. *Health Psychology Review, 1*(1), 6-52. doi:10.1080/17437190701492437
- Hall, P. A., & Fong, G. T. (2013). Conscientiousness versus executive function as predictors of health behaviors and health trajectories. *Annals of Behavioral Medicine, 45*(3), 398-399. doi: 10.1007/s12160-012-9466-2
- Hall, P. A., & Marteau, T. M. (2014). Executive function in the context of chronic disease prevention: Theory, research and practice. *Preventive Medicine, 68*, 44-50. doi:10.1016/j.ypmed.2014.07.008
- Hall, P. A., Fong, G. T., Epp, L. J., & Elias, L. J. (2008). Executive function moderates the intention-behavior link for physical activity and dietary behavior. *Psychology & Health, 23*(3), 309-326.

- Hall, P. A., Zehr, C. E., Ng, M., & Zanna, M. P. (2012). Implementation intentions for physical activity in supportive and unsupportive environmental conditions: An experimental examination of intention–behavior consistency. *Journal of Experimental Social Psychology, 48*(1), 432-436. doi:10.1016/j.jesp.2011.09.004
- Harris, J. K., Leco, J., Hipp, J. A., Brownson, R. C., & Parra, D. C. (2013). Mapping the development of research on physical activity and the built environment. *Preventive Medicine, 57*, 533-540.
- Hartman, J. E., Boezen, H. M., Greef, M. H., & Hacken, N. H. (2013). Physical and psychosocial factors associated with physical activity in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 94*(12). doi:10.1016/j.apmr.2013.06.029
- Hayes, A.F. (2013). *Introduction to mediation, moderation, and conditional process analysis. A regression-based approach*. New York: Guilford Press.
- Hofmann, W., De Houwer, J., Perugini, M., Baeyens, F., & Crombez, G. (2010). Evaluative conditioning in humans: A meta-analysis. *Psychological Bulletin, 136*, 390–421. doi:10.1037/a0018916
- Hofmann, W., Friese, M., & Wiers, R. W. (2008). Impulsive versus reflective influences on health behavior: a theoretical framework and empirical review. *Health Psychology Review, 2*(2), 111-137. doi:10.1080/17437190802617668
- Hofmann, W., Schmeichel, B. J., & Baddeley, A. D. (2012). Executive functions and self-regulation. *Trends in Cognitive Sciences, 16*(3), 174-180. doi:10.1016/j.tics.2012.01.006
- Hollands, G. J., Bignardi, G., Johnston, M., Kelly, M. P., Ogilvie, D., Petticrew, M., . . . Marteau, T. M. (2017). The TIPPE intervention typology for changing environments to change behaviour. *Nature Human Behaviour, 1*(8), 0140. doi:10.1038/s41562-017-0140
- Hollands, G. J., Marteau, T. M., & Fletcher, P. C. (2016). Non-conscious processes in changing health-related behaviour: A conceptual analysis and framework. *Health Psychology Review, 10*(4), 1–28.
- Kok, G. (2014). A practical guide to effective behavior change: How to apply theory and evidence-based behavior change methods in an intervention. *The European Health Psychologist, 16*(5), 156-70.
- Kok, G., Gottlieb, N. H., Peters, G. Y., Mullen, P. D., Parcel, G. S., Ruiter, R. A., . . . Bartholomew, L. K. (2015). A taxonomy of behaviour change methods: an Intervention Mapping approach. *Health Psychology Review, 10*(3), 297-312. doi:10.1080/17437199.2015.1077155
- Lai, C. K., Skinner, A. L., Cooley, E., Murrar, S., Brauer, M., Devos, T., Calanchini, J., Xiao, Y. J., Pedram, C., Marshburn, C. K., Simon, S., Blanchard, J. C., Joy-Gaba, J. A., Conway, J.,

- Redford, L., Klein, R. A., Roussos, G., Schellhaas, F. M. H., Burns, M., Hu, X., McLean, M. C., Axt, J. R., Asgari, S., Schmidt, K., Rubinstein, R., Marini, M., Rubichi, S., Shin, J. L., & Nosek, B. A. (2016). Reducing implicit racial preferences: II. Intervention effectiveness across time. *Journal of Experimental Psychology: General*, *145*, 1001-1016.
- Lane, K. A., Banaji, M. R., Nosek, B. A., & Greenwald, A. G. (2007). Understanding and using the implicit association test: IV. What we know (so far). In B. Wittenbrink, & N. S. Schwarz (Eds.), *Implicit measures of attitudes: Procedures and controversies* (pp. 59-102). New York: Guilford Press.
- Langer, D., & Demeyer, H. (2016). Interventions to modify physical activity in patients with COPD: where do we go from here? *European Respiratory Journal*, *48*(1), 14-17. doi: 10.1183/13993003.00762-2016
- Lebel, E. P., & Paunonen, S. V. (2011). Sexy but often unreliable: the impact of unreliability on the replicability of experimental findings with implicit measures. *Personality and Social Psychology Bulletin*, *37*(4), 570-583. doi:10.1177/0146167211400619
- Maher, J. P., & Conroy, D. E. (2016). A dual-process model of older adults' sedentary behavior. *Health Psychology*, *35*, 262–272. <http://dx.doi.org/10.1037/hea0000300>
- Mantoani, L. C., Rubio, N., Mckinstry, B., Macnee, W., & Rabinovich, R. A. (2016). Interventions to modify physical activity in patients with COPD: A systematic review. *European Respiratory Journal*, *48*(1), 69-81. doi:10.1183/13993003.01744-2015
- Markland, D., Hall, C. R., Duncan, L. R., & Simatovic, J. (2015). The effects of an imagery intervention on implicit and explicit exercise attitudes. *Psychology of Sport and Exercise*, *17*, 24–31.
- Mccarthy, B., Casey, D., Devane, D., Murphy, K., Murphy, E., & Lacasse, Y. (2015). Pulmonary rehabilitation for chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. doi:10.1002/14651858.cd003793.pub3
- Michie, S., Carey, R. N., Johnston, M., Rothman, A. J., Bruin, M. D., Kelly, M. P., & Connell, L. E. (2016). From theory-inspired to theory-based interventions: A protocol for developing and testing a methodology for linking behaviour change techniques to theoretical mechanisms of action. *Annals of Behavioral Medicine*, *in press*. doi:10.1007/s12160-016-9816-6
- Miller, A.A., & Spencer, S.J. (2014). Obesity and neuroinflammation: A pathway to cognitive impairment. *Brain, Behavior, and Immunity*, *42*, 10-21.
- Miyake, A., Friedman, N.P., Emerson, M.J., Witzki, A.H., Howerter, A., Wager, T.D., 2000. The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: a latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, *41*(1), 49–100. <http://dx.doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>.

- Moullec, G., Ninot, G., Varray, A., Desplan, J., Hayot, M., & Prefaut, C. (2008). An innovative maintenance follow-up program after a first inpatient pulmonary rehabilitation. *Respiratory Medicine*, *102*(4), 556-566. doi:10.1016/j.rmed.2007.11.012
- Namadian, M., Presseau, J., Watson, M. C., Bond, C. M., & Sniehotta, F. F. (2016). Motivational, volitional and multiple goal predictors of walking in people with type 2 diabetes. *Psychology of Sport and Exercise*, *26*, 83-93. doi:10.1016/j.psychsport.2016.06.006
- Ninot, G., Moullec, G., Desplan, J., Prefaut, C., Varray, A. (2007). Daily functioning of dyspnea, self-esteem and physical self in patients with moderate COPD before, during and after a first inpatient rehabilitation program. *Disability & Rehabilitation*, *29* (22), 1671-8.
- Nosek, B. A., Greenwald, A. G., & Banaji, M. R. (2007). The Implicit Association Test at age 7: A methodological and conceptual review. In J. A. Bargh (Ed.), *Automatic Processes in Social Thinking and Behavior* (pp. 265-292). Psychology Press.
- Nosek, B.A., & Banaji M.R. (2001). The Go/No-Go Association Task. *Social Cognition*, *19*(6), 625-666.
- Papies, E. K., & Aarts, H. (2016). Automatic self-regulation: From habit to goal pursuit. In *Handbook of self regulation: Research, theory, and applications* (3rd ed.). New York, NY: Guilford Press.
- Papies, E. K., & Hamstra, P. (2010). Goal priming and eating behavior: Enhancing self-regulation by environmental cues. *Health Psychology*, *29*(4), 384-388.
- Papies, E. K., Potjes, I., Keesman, M., Schwinghammer, S., & Koningsbruggen, G. M. (2013). Using health primes to reduce unhealthy snack purchases among overweight consumers in a grocery store. *International Journal of Obesity*, *38*(4), 597-602.
- Peddle-McIntyre, C. J., Bell, G., Fenton, D., McCargar, L., & Courneya, K. S. (2013). Changes in motivational outcomes after a supervised resistance exercise training intervention in lung cancer survivors. *Cancer Nursing*, *36*, 27–35. <http://dx.doi.org/10.1097/NCC.0b013e31824a78e4>
- Pennington, C. R., Campbell, C., Monk, R. L., & Heim, D. (2016). The malleability of stigmatizing attitudes: Combining imagined social contact with implicit attitude feedback. *American Journal of Psychiatric Rehabilitation*, *19*(3), 175-195. doi:10.1080/15487768.2016.1171175
- Peter, G-J.Y. (2014). A practical guide to effective behavior change: How to identify what to change in the first place. *The European Health Psychologist*, *16*(5), 142-55.
- Préfaut, C., & Ninot, G. (2009). *La réhabilitation du malade respiratoire chronique*. Retrieved from <https://www.elsevier-masson.fr/la-rehabilitation-du-malade-respiratoire-chronique-9782294048074.html>

- Rebar, A. L., Dimmock, J. A., Jackson, B., Rhodes, R. E., Kates, A., Starling, J., & Vandelanotte, C. (2016). A systematic review of the effects of non-conscious regulatory processes in physical activity. *Health Psychology Review, 10*(4), 395-407. doi:10.1080/17437199.2016.1183505
- Rebar, A. L., Ram, N., & Conroy, D. E. (2015). Using the EZ-diffusion model to score a single-category implicit association test of physical activity. *Psychology of Sport and Exercise, 16*, 96-105. doi: 10.1016/j.psychsport.2014.09.008
- Rhodes, R.E., Janssen, I., Bredin, S.S.D., Warburton, D.E.R., & Bauman, A. (2017). Physical activity: Health impact, prevalence, correlates and interventions. *Psychology & Health. in press*. <http://dx.doi.org/10.1080/08870446.2017.1325486>.
- Rhodes, R. E. (2017). The evolving understanding of physical activity behavior: A multi-process action control approach. *Advances in Motivation Science, 4*, 171-205. doi:10.1016/bs.adms.2016.11.001
- Rhodes, R. E., & Rebar, A. (2017). Conceptualizing and defining the intention construct for future physical activity research. *Exercise and Sport Sciences Reviews, in press*. doi:10.1249/jes.000000000000127
- Rhodes, R. E., & Kates, A. (2015). Can the Affective Response to Exercise Predict Future Motives and Physical Activity Behavior? A Systematic Review of Published Evidence. *Annals of Behavioral Medicine, 49*(5), 715-731. doi:10.1007/s12160-015-9704-5
- Rhodes, R.E., Mark, R., & Temmel, C. (2012). Adult sedentary behaviour: A systematic review. *American Journal of Preventive Medicine, 42*(3), 3-28. PMID 22341176
- Rhodes, R.E., & Nigg, C.R. (2011). Advancing physical activity theory: A review and future directions. *Exercise and Sport Sciences Reviews, 39*(3), 113-119. PMID 21705861
- Rhodes, R. E., Fiala, B., & Conner, M. (2009). A Review and Meta-Analysis of Affective Judgments and Physical Activity in Adult Populations. *Annals of Behavioral Medicine, 38*(3), 180-204. doi:10.1007/s12160-009-9147-y
- Rhodes, R. E., & Blanchard, C. M. (2008). Do sedentary motives adversely affect physical activity? Adding cross-behavioural cognitions to the theory of planned behaviour. *Psychology & Health, 23*(7), 789-805.
- Richetin, J., Costantini, G., Perugini, M., & Schönbrodt, F. (2015). Should we stop looking for a better scoring algorithm for handling Implicit Association Test data? Test of the role of errors, extreme latencies treatment, scoring formula, and practice trials on reliability and validity. *Plos One, 10*(6), e0129601.
- Richetin, J., Conner, M., & Perugini, M. (2011). Not doing is not the opposite of doing: Implications for attitudinal models of behavioral prediction. *Personality and Social Psychology Bulletin, 37*(1), 40-54. doi:10.1037/e527772014-348

- Richetin, J., Perugini, M., Prestwich, A., & O'gorman, R. (2007). The IAT as a predictor of food choice: The case of fruits versus snacks. *International Journal of Psychology, 42*(3), 166-173. doi:10.1080/00207590601067078
- Rodgers, W. M., Murray, T. C., Selzler, A., & Norman, P. (2013). Development and impact of exercise self-efficacy types during and after cardiac rehabilitation. *Rehabilitation Psychology, 58*(2), 178-184. doi:10.1037/a0032018
- Sallis, J. F., Bull, F., Guthold, R., Heath, G. W., Inoue, S., Kelly, P.,...Hallal, P. C. (2016). Progress in physical activity over the Olympic quadrennium. *The Lancet, 388*, 1325e1336.
- Saunders, T. J., Dechman, G., Hernandez, P., Spence, J. C., Rhodes, R. E., Mcgannon, K., . . . Blanchard, C. (2015). Distinct trajectories of physical activity among patients with COPD during and after pulmonary rehabilitation. *COPD: Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease, 12*(5), 539-545. doi:10.3109/15412555.2014.995286
- Selzler, A., Rodgers, W. M., Berry, T. R., & Stickland, M. K. (2016). The importance of exercise self-efficacy for clinical outcomes in pulmonary rehabilitation. *Rehabilitation Psychology, 61*(4), 380-388. doi:10.1037/rep0000106
- Sharma, L., Markon, K. E., & Clark, L. A. (2014). Toward a theory of distinct types of "impulsive" behaviors: A meta-analysis of self-report and behavioral measures. *Psychological Bulletin, 140*(2), 374-408. doi:10.1037/a0034418
- Sheeran, P., Bosch, J. A., Crombez, G., Hall, P. A., Harris, J. L., Papies, E. K., & Wiers, R. W. (2016). Implicit processes in health psychology: Diversity and promise. *Health Psychology, 35*(8), 761-766. doi:10.1037/hea0000409
- Sheeran, P., Klein, W. M., & Rothman, A. J. (2017). Health Behavior Change: Moving from Observation to Intervention. *Annual Review of Psychology, 68*(1), 573-600. doi:10.1146/annurev-psych-010416-044007
- Sherman, S. J., Chassin, L., Presson, C., Seo, D., & Macy, J. T. (2009). The intergenerational transmission of implicit and explicit attitudes toward smoking: Predicting adolescent smoking initiation. *Journal of Experimental Social Psychology, 45*(2), 313-319. doi:10.1016/j.jesp.2008.09.012
- Shrout, P. E., & Fleiss, J. L. (1979). Intraclass correlations: Uses in assessing rater reliability. *Psychological Bulletin, 86*(2), 420-428. <http://dx.doi.org/10.1037/0033-2909.86.2.420>.
- Sniehotta, F. F., Pesseau, J., Allan, J., & Araújo-Soares, V. (2016). "You Cant Always Get What You Want": a novel research paradigm to explore the relationship between multiple intentions and behaviours. *Applied Psychology: Health and Well-Being, 8*(2), 258-275. doi:10.1111/aphw.12071

- Soicher, J. E., Mayo, N. E., Gauvin, L., Hanley, J. A., Bernard, S., Maltais, F., & Bourbeau, J. (2012). Trajectories of endurance activity following pulmonary rehabilitation in COPD patients. *European Respiratory Journal*, *39*(2), 272-278. doi:10.1183/09031936.00026011
- Spruit, M. A., Augustin, I. M., Vanfleteren, L. E., Janssen, D. J., Gaffron, S., Pennings, H., . . . Franssen, F. M. (2015). Differential response to pulmonary rehabilitation in COPD: multidimensional profiling. *European Respiratory Journal*, *46*(6), 1625-1635. doi: 10.1183/13993003.00350-2015
- Spruit, M. A., Pitta, F., Mcauley, E., Zuwallack, R. L., & Nici, L. (2015). Pulmonary rehabilitation and physical activity in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, *192*(8), 924-933. doi:10.1164/rccm.201505-0929ci
- Spruit, M. A., Singh, S. J., Garvey, C., Zuwallack, R., Nici, L., Rochester, C., . . . Wouters, E. F. (2013). An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: Key concepts and advances in pulmonary rehabilitation. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, *188*(8). doi:10.1164/rccm.201309-1634st
- Stieger, S., Göritz, A. S., & Burger, C. (2010). Personalizing the IAT and the SC-IAT: Impact of idiographic stimulus selection in the measurement of implicit anxiety. *Personality and Individual Differences*, *48*(8), 940-944. <http://doi.org/10.1016/j.paid.2010.02.027>.
- Stöckli, S., Stämpfli, A. E., Messner, C., & Brunner, T. A. (2016). An (un)healthy poster: When environmental cues affect consumers' food choices at vending machines. *Appetite*, *96*, 368-374.
- Sutin, A. R., Terracciano, A., Deiana, B., Naitza, S., Ferrucci, L., Uda, M., . . . Costa, P. T. (2009). High neuroticism and low conscientiousness are associated with interleukin-6. *Psychological Medicine*, *40*(09), 1485-1493. doi:10.1017/s0033291709992029
- Tekin, S., Cummings, J.L., 2002. Frontal–subcortical neuronal circuits and clinical neuropsychiatry: an update. *Journal of Psychosomatic Research*. *53*(2), 647–654.
- Vallet, G., Ahmaïdi, S., Serres I., Fabre, C., Bourgoïn, D., Desplan, J., Varray, A., Préfaut, C. (1997). Comparison of two training programmes in chronic airway limitation patients: standardized versus individualized protocols. *European Respiratory Journal*, *10*(1), 114-22.
- Weir, J. P. (2005). Quantifying test-retest reliability using the intraclass correlation coefficient and the SEM. *Journal of Strength and Conditioning Research/National Strength & Conditioning Association*, *19*(1), 231-240. <http://doi.org/10.1519/15184.1>.
- Wiers, R. W., Eberl, C., Rinck, M., Becker, E., & Lindenmeyer, J. (2011). Retraining automatic action tendencies changes alcoholic patients' approach bias for alcohol and improves treatment outcome. *Psychological Science*, *22*, 490-497 .doi:10.1177/0956797611400615

Wilson, K., Senay, I., Durantini, M., Sánchez, F., Hennessy, M., Spring, B., & Albarracín, D. (2015). When it comes to lifestyle recommendations, more is sometimes less: A meta-analysis of theoretical assumptions underlying the effectiveness of interventions promoting multiple behavior domain change. *Psychological Bulletin*, *141*(2), 474-509. doi:10.1037/a0038295

Listes des annexes

Annexe 1 : Revue de littérature narrative sur les comportements sédentaires.

Annexe 2 : Commentaire publié dans la revue *Thorax*.

Annexe 3 : Figure 7. Cette figure propose une classification des variables mentionnées dans la revue de littérature de cette thèse.

Annexe 4 : Commentaire publié dans la revue *Psycho-Oncology*.

Annexe 5 : Commentaire accepté dans la revue *Santé Publique*.

Annexe 1 : Chevance, G., Foucaut, A. M., & Bernard, P. (2016). État des connaissances sur les comportements sédentaires. *La Presse Médicale*, 45(3), 313-318. doi:10.1016/j.lpm.2016.01.004



État des connaissances sur les comportements sédentaires

Guillaume Chevance^{1,2}, Aude Marie Foucaut³, Paquito Bernard^{4,5,6}

Disponible sur internet le :
5 février 2016

1. Université de Montpellier, laboratoire Epsilon, EA 4556, dynamique des capacités humaines et des conduites de santé, 34000 Montpellier, France
2. Les Cliniques du Souffle, Groupe 5-Santé, 34700 Lodève, France
3. Sorbonne Paris Cité, université Paris 13, laboratoire éducation et pratiques de santé, EA 3412, 75013 Paris, France
4. Université Laval, École de psychologie, Québec, Canada
5. CHU de Québec, université Laval, centre de recherche, Québec, Canada
6. Université Laval, centre de recherche sur le cancer, Québec, Canada

Correspondance :

Guillaume Chevance, UFR STAPS de Montpellier, 700, avenue du Pic-Saint-Loup, 34090 Montpellier, France.
guillaumechevance@hotmail.fr

■ Points essentiels

Un comportement sédentaire est défini formellement comme une situation d'éveil caractérisée par une dépense énergétique $\leq 1,5$ équivalents métaboliques en position assise ou allongée. Les dernières données épidémiologiques rapportent qu'en Amérique du Nord et en Europe, les citoyens passent entre 8 et 11 heures assis par jour.

Les comportements sédentaires et d'activité physique peuvent coexister chez un même individu. Il est en effet possible de passer beaucoup de temps assis chaque jour tout en respectant les recommandations en matière d'activité physique régulière.

Les effets néfastes des comportements sédentaires sur différents indicateurs de santé s'exercent même lorsque les individus sont actifs physiquement.

Les altérations physiologiques liées aux comportements sédentaires seraient principalement d'ordre métabolique.

Interrompre régulièrement ses comportements sédentaires a des effets favorables sur la santé, indépendamment du temps total passé assis.

De nombreuses perspectives d'interventions pour réduire la sédentarité des Français sont à imaginer. Certains pays ont déjà lancé des programmes de prévention à grande échelle sur des publics cibles.

■ Key points

State of knowledge on sedentary behaviors

Sedentary behaviors refer to any waking activity characterized by an energy expenditure ≤ 1.5 metabolic equivalent and a sitting or lying posture.

Recent epidemiological data reported that in North America and Europe, citizens spend between 8 and 11 hours sitting per day. Sedentary behaviors and physical activity can coexist in the same person. It is possible to spend a lot of time sitting each day while completing recommendations for regular physical activity. Adverse health effects of sedentary behaviors are in part independent of the physical activity level. The physiological implications associated with sedentary behaviors are mainly metabolic. Regularly interrupting the sedentary behavior has favorable effects on health, regardless the total time spent sitting. Many interventional perspectives for reducing sedentary behaviors in France can be envisaged. Some countries have already launched interesting large-scale prevention programs.

Avant-propos

Lorsque l'on procède à une rapide recherche du terme « sedentary [title] » dans la base de recherche PubMed, on remarque qu'en 2014 plus de 400 articles contenant ce mot clé dans le titre ont été publiés, soit environ deux fois plus qu'en 2012, et l'année 2015 devrait suivre ces tendances à la hausse. Souvent employé à mauvais escient dans la littérature scientifique et le langage courant, le concept de sédentarité suscite de plus en plus l'intérêt des chercheurs que ce soit en physiologie, en psychologie ou encore en épidémiologie. Bien que souvent confondu avec l'inactivité physique, de récentes études examinant les liens entre ces concepts ont contribué à faire de la sédentarité une thématique de recherche à part entière et en pleine expansion. Par conséquent, l'objectif de cet article est de fournir une vision holistique et actualisée du concept de sédentarité. Précisément, sur la base d'une revue de littérature narrative, cet article vise à démontrer que la sédentarité est un concept bien distinct de l'inactivité physique tant sur le plan comportemental que concernant ses effets observés sur la santé. En conclusion, nous ferons état des perspectives scientifiques et appliquées attachées à ce champ d'étude.

Définition des concepts

Si l'activité physique (AP) est définie comme « l'ensemble des mouvements corporels produits par la mise en action des muscles squelettiques, entraînant une dépense d'énergie au-delà de la dépense de repos dont l'intensité varie de faible à élevée » [1], l'inactivité physique et la sédentarité ont fait l'objet de confusions dans la littérature scientifique et le langage courant [2]. Pour pallier cette inconsistance, un réseau international de recherche sur les comportements sédentaires a récemment recommandé de définir de façon formelle :

- la sédentarité comme « une situation d'éveil caractérisée par une dépense énergétique $\leq 1,5$ équivalents métaboliques (METs) en position assise ou allongée » ;
- l'inactivité physique comme « un niveau insuffisant d'AP, c'est-à-dire n'atteignant pas le seuil d'AP recommandé par les

sociétés savantes » (soit en moyenne 150 minutes d'activité physique de type aérobie à une intensité modérée, ou 75 minutes à intensité vigoureuse, associées à deux séances de renforcement musculaires par semaine) [3].

Ainsi, sur un continuum illustrant la dépense énergétique d'un individu d'âge et de corpulence moyenne, une dépense de 1 MET correspond à une position de repos, soit une consommation moyenne de 3,5 mL O_2 /min/kg [4] ; une dépense énergétique inférieure à 1,5 METs correspond à une position assise ; une dépense énergétique entre 1,5 à 3 METs correspond à une AP dite de faible intensité comme une marche lente, ou déambulation, inférieure à 1 km/h environ ; au-dessus de 3 METs, pour un adulte sain de corpulence moyenne, la dépense énergétique correspond à une AP dite « modérée », comme une marche rapide entre 2 et 5 km/h ou encore certaines tâches domestiques ; enfin, une dépense énergétique supérieure à 6 MET correspond à une AP vigoureuse, caractérisée par exemple par une marche à plus de 6,5 km/h. Précisément, la valeur du MET est fonction de la condition physique, de l'âge, du sexe, et de la charge pondérale des sujets [5]. Ainsi, les vitesses et types d'activité proposées en exemple indiquent une correspondance pour un sujet adulte, masculin, normo-pondéré, et de condition physique moyenne. Par ailleurs, des facteurs de corrections de l'intensité en MET ont été proposés pour une estimation précise de l'intensité d'activité physique modérée et vigoureuse ainsi que les activités de faibles intensités et les comportements sédentaires, en fonction des différentes caractéristiques des individus [5,6]¹.

¹ En pratique, la mesure la plus fiable des différents comportements sédentaires fait appel à des outils de mesure objectifs, tels que les accéléromètres ou inclinomètres [7]. Cependant, en fonction des moyens à disposition, des chercheurs et des objectifs de l'étude, des questionnaires spécifiques aux comportements sédentaires ont été récemment développés [8]. Ces derniers peuvent venir compléter des mesures auto-rapportées de l'AP qui souvent n'incluent qu'un ou deux items sur les comportements sédentaires. Sur ce sujet, voir le numéro spécial d'août 2015 «Don't Just Sit There – Do Something!» de la revue *Measurement in Physical Education and Exercise Science* portant spécifiquement sur la mesure de la sédentarité. . .

Données épidémiologiques actuelles sur la sédentarité

Sur la base d'une définition commune de la sédentarité [3], des études européennes et nord-américaines ont révélé qu'en moyenne les deux tiers de notre temps d'éveil seraient consacrés à des comportements sédentaires, soit pour un adulte moyen entre 8 heures et 11 heures quotidiennement [9,10]. En France, une récente étude transversale, réalisée sur une cohorte de plus de 30 000 adultes âgés en moyenne de 45 ans et ayant une activité professionnelle, estimait (par mesure auto-rapportée) à environ 12 heures le temps moyen passé en position assise lors d'une journée de travail, et 9 heures lors d'une journée de congé [11]. Ainsi, en fonction de nos activités professionnelles ou de loisirs, la sédentarité se répartit dans de nombreux moments de la vie quotidienne incluant les transports passifs, le travail ou encore les moments de détente [12]. Cependant, l'ensemble de ces temps quotidiens sont à distinguer de la pratique d'AP accumulée par une personne.

Sédentarité et activité physique : des comportements qui peuvent coexister

Récemment, une revue de littérature a examiné les relations existantes entre la pratique d'AP et les comportements sédentaires d'adultes âgés de 18 à 60 ans [13]. Ce travail rapportait les résultats de 20 études transversales et 6 prospectives comportant une mesure objective ou auto-rapportée de l'AP et des comportements sédentaires. Trois d'entre elles concernaient des personnes ayant une maladie chronique. La majorité des études mesuraient la sédentarité à travers différents indicateurs : temps passé devant la télévision, temps assis, temps « écran », et temps total accumulé de comportements sédentaires. Les résultats indiquaient majoritairement que les comportements sédentaires et l'AP étaient, de façon significative, inversement associés. Toutefois, les coefficients de corrélation rapportés étaient faibles à modérés ($-0,03 < r < -0,66$).

Si ces résultats ne nous permettent pas d'inférences causales, ils étayaient l'hypothèse selon laquelle il est possible chez un même individu de retrouver différents « patterns comportementaux » en matière d'AP et de sédentarité. Ainsi, potentiellement une personne peut être considérée comme :

- active et non sédentaire, comme par exemple un enseignant en activité physique adaptée (APA), toute la journée actif à conduire des séances d'APA auprès de patients et n'accumulant pas de temps sédentaires hors de son travail ;
- active et sédentaire, par exemple un chercheur en sciences de l'exercice, assis une grande partie de sa journée devant son ordinateur à rédiger des articles mais soucieux, de suivre les recommandations en matière d'AP [14] ;
- non active et non sédentaire, comme le cas d'une infirmière, debout au chevet des patients l'ensemble de sa journée mais

ne pratiquant pas d'AP modérée à vigoureuse lors de ses loisirs ;

- enfin non active et sédentaire, telle qu'une personne ayant un activité professionnelle de bureau et n'atteignant pas le seuil d'AP recommandé.

Récemment, une étude réalisée auprès d'adultes français âgés en moyenne de 44 ans a confirmé en partie ces hypothèses [15]. Dans ce travail, les auteurs mettaient en évidence cinq profils de groupe différents : un premier 41 % de l'échantillon total se caractérisait par un niveau faible d'AP totale et un niveau faible de sédentarité ; un second (22 %), par un niveau faible d'AP, associé à un niveau de sédentarité moyen ; un troisième (15 %), par un niveau faible d'AP totale et un niveau important de sédentarité ; un quatrième (17 %), par un niveau important d'AP totale, et un niveau moyen de sédentarité ; enfin, un cinquième profil (5 %) était caractérisé par un niveau élevé d'AP totale associé à un niveau faible de sédentarité. [15].

Sur la base de ces études, la sédentarité et l'AP apparaissent comme des comportements bien distincts pouvant être observés simultanément chez un même individu. Par conséquent, d'autres études ont été réalisées afin de caractériser leurs effets respectifs et indépendants sur la santé.

Sédentarité et activité physique : des effets en partie indépendants sur la santé

Récemment, Biswas et al. [16] ont effectué une revue systématique de la littérature dans le but d'examiner les effets de la sédentarité sur la santé en contrôlant le niveau de pratique d'AP des individus. Quarante-sept études, majoritairement prospectives, ont été incluses dans ce travail. Les résultats des méta-analyses révélaient qu'en contrôlant la pratique d'AP modérée à vigoureuse, l'âge, le sexe, le statut socio-économique et matrimonial et le type de « complémentaire de santé » des individus : les comportements sédentaires étaient significativement associés à différents marqueurs de santé. Ainsi, une sédentarité importante est associée à un risque accru de développement de pathologies cardiovasculaires (RR, 1,14 [IC, 1,00–1,30]), de cancer (RR, 1,13 [IC, 1,05–1,21]), de diabète de type 2 (RR, 1,91 [IC, 1,64–2,22]) et à une augmentation du nombre d'hospitalisations (RR, 0,86 [IC, 0,83–0,89]). Des résultats semblables ont été retrouvés pour la mortalité toutes causes confondues (RR, 1,24 [IC, 1,09–1,41]), et la mortalité due à une maladie cardio-vasculaire (RR, 1,18 [IC, 1,11–1,24]) ou un cancer (RR, 1,16 [IC, 1,10–1,22]). Les auteurs concluaient alors à des relations indépendantes entre AP, sédentarité et santé. Cependant, les relations entre ces comportements et les différents indicateurs de santé n'étaient pas strictement indépendantes dans toutes les études. En effet, 10 études rapportaient que pour les personnes caractérisées par un niveau élevé d'AP, les risques relatifs entre les comportements sédentaires et la mortalité toute cause confondue étaient 30 % moindre (RR, 1,16 [IC, 0,84–1,59]) que pour les personnes caractérisées par un faible

niveau d'AP (RR, 1,46 [1,22-1,75]). Ainsi, ces études soulignent que l'AP modère les effets délétères de la sédentarité sur la santé mais ne les compensent pas. Enfin, notons que les relations indépendantes entre sédentarité, AP et santé ont été confirmées dans des travaux visant des personnes touchées par un diabète de type 2 [17], un syndrome métabolique et obèses [18,19], un cancer [20], et un niveau de stress élevé [21].

Les implications physiologiques spécifiques aux comportements sédentaires

Les comportements sédentaires étant associés à des effets délétères sur la santé, plusieurs études ont été menées pour caractériser le type d'effets spécifiques que ces comportements pouvaient entraîner. Dans l'ensemble, les travaux actuels mettent en évidence des altérations d'ordre métabolique [22]. Par exemple, Hamburg et al. ont examiné l'effet de 5 jours complets (23,5 heures par jour) en position assise ou allongée chez des adultes volontaires [23]. À l'issue de l'étude, les sujets rapportaient une augmentation significative du cholestérol total, des triglycérides sanguins et de la résistance à l'insuline. Le métabolisme des glucoses était particulièrement affecté puisque les participants connaissaient en moyenne une augmentation de 67 % de la réponse à l'insuline après une prise de glucose délivrée 5 jours après la fin de l'intervention [23]. Sur le plan des mécanismes, cette relation entre sédentarité et dysfonctions métaboliques est parfois expliquée par une diminution de l'activité de la lipoprotéine lipase [22]. En effet, cette lipoprotéine est connue pour faciliter l'assimilation des acides gras libres dans le muscle et le tissu adipeux [24]. Un niveau faible de lipoprotéine lipase est associé à une augmentation du niveau de triglycéride, une diminution du cholestérol HDL et une augmentation des risques cardiovasculaires [24]. De plus, il a été montré chez le rat que les relations entre la lipoprotéine lipase et la sédentarité (non utilisation des membres inférieurs) se distinguaient des relations entre la lipoprotéine lipase et l'AP [24]. En effet, l'inactivité physiologique du muscle – amenant une réduction de l'activité de la lipoprotéine lipase – aurait un effet néfaste principalement sur les fibres musculaires de métabolisme oxydatif. À l'inverse, la pratique d'une AP – induisant une augmentation de l'activité de la lipoprotéine lipase – aurait un effet favorable sur les fibres musculaire de métabolisme glycolytique [24]. Ainsi, ces aspects physiologiques et métaboliques participent à démontrer l'indépendance des effets de l'AP et de la sédentarité sur la santé.

L'accumulation des comportements sédentaires au cours de la journée

D'un point de vue plus qualitatif, plusieurs travaux ont mis en évidence qu'au-delà du temps total de comportement sédentaire, la manière dont il est accumulé à des répercussions spécifiques sur la santé. En effet, deux études transversales ont mis en évidence que des interruptions fréquentes de la

position assise étaient inversement associées au tour de taille, à l'indice de masse corporelle, au taux de triglycéride et de protéine C-réactive, indépendamment du temps total accumulé de comportements sédentaires et de l'AP de l'individu (mesurée objectivement pendant une semaine) [25,26]. De plus, sur le plan expérimental une étude a comparé les effets aigus de « pauses actives » à des intensités faibles (< 3 METs) et modérées (> 3 METs), par rapport à un temps sédentaire non interrompu, sur le glucose postprandial et la réponse à l'insuline d'adultes obèses [27]. Les participants réalisaient les trois conditions expérimentales de 5 heures de façon aléatoire : rester assis durant toute l'expérience (condition expérimentale 1), réaliser 2 minutes de marche lente (3,2 km/h dans cette étude) sur tapis toutes les 20 minutes (condition 2), et réaliser 2 minutes de marche rapide (entre 5,8 et 6,4 km/h) sur tapis toutes les 20 minutes (condition 3). Les résultats mettaient en évidence une amélioration significative des paramètres métaboliques sus-mentionnés pour les deux types de pauses actives par rapport à la condition 1. D'autres études expérimentales ont confirmé l'effet favorable de ces pauses actives concernant d'autres marqueurs, tels que la dépense calorique [28] et l'expression de gènes impliqués dans les fonctions musculaires [29].

Ainsi, ces travaux offrent une piste pratique d'intervention en fractionnant des comportements sédentaires prolongés. À ce jour, certaines initiatives ont été envisagées en réponse à la problématique de la sédentarité.

Exemples d'interventions visant la réduction des comportements sédentaires

Dans le domaine de la santé publique, des chercheurs Australiens ont récemment publié les grandes lignes d'un programme nommé « Stand Up Australia » visant à réduire la sédentarité des employés de bureau [30]. Ce programme intègre des stratégies organisationnelles (sessions d'information sur les effets de la sédentarité, formation et responsabilisation des managers, mise en place de défis ludiques) ; environnementales (initiatives ergonomiques, mise en place de bureau debout) ; et individuelles (interventions motivationnelles spécifiques à la sédentarité).

Concernant des initiatives à une échelle individuelle, une récente méta-analyse [31] a mis en évidence des effets significatifs modestes d'interventions sur la réduction des comportements sédentaires. Précisément, cette méta-analyse incluait des essais randomisés contrôlés ($n = 36$), réalisées auprès de populations adultes, où les comportements étaient mesurés objectivement et par questionnaire. Les résultats indiquaient une réduction moyenne des comportements sédentaires de 22 minutes par jour post-intervention. Les études ciblant spécifiquement une augmentation de l'AP ne semblaient pas avoir d'effet sur les comportements sédentaires. Ces résultats sont modestes et à relativiser puisque parmi ces 36 études, seules

4 identifiaient la réduction de la sédentarité comme un objectif prioritaire. Néanmoins, considérant les limites de cette méta-analyse, ces résultats préliminaires peuvent nous conforter dans la nécessité de développer des interventions spécifiques aux comportements sédentaires dans l'objectif de les réduire.

Perspectives scientifiques et appliquées

En perspective, l'ensemble de ces résultats préliminaires ouvrent des pistes de recherches interdisciplinaires importantes. Premièrement, d'autres études épidémiologiques sont nécessaires pour développer, au même titre que l'AP, des recommandations précises en matière de réduction de la sédentarité, par exemple en travaillant à l'identification d'un seuil critique quotidien à ne pas dépasser. À ce sujet, le Royaume-Uni vient d'établir des recommandations à destination des travailleurs assis, indiquant par exemple la nécessité d'accumuler entre 2 et 4 heures d'AP de faible intensité par jour de travail [32]. Ces recommandations restent néanmoins à affiner sur la base d'études empiriques et à spécifier en fonction de populations cibles (c'est-à-dire en fonction de l'âge, du sexe, de l'état de santé). Deuxièmement, au niveau collectif, des actions de santé publique à l'image du programme « Stand Up Australia » sont à envisager. Particulièrement en France, si la dernière version du PNNS (2009–2015) décrit bien la sédentarité comme un comportement distinct de l'AP, ce plan reste évasif sur les stratégies ou actions à mener pour réduire ces comportements (dans le domaine de l'ergonomie ou encore l'éducation à la santé spécifique aux comportements sédentaires). Troisièmement, au niveau individuel, des recherches en psychologie de la santé, science de l'éducation ou encore en santé publique sont nécessaires pour comprendre quels sont les déterminants spécifiquement associés à la diminution des comportements sédentaires (outre ceux déjà étudiés dans le cadre de la promotion de l'AP). Enfin, sur le plan de la formation initiale et continue des professionnels médicaux (médecins, infirmiers et pharmaciens), paramédicaux (masseurs-kinésithérapeutes, psychomotriciens, ergothérapeutes), ou de l'activité physique (enseignants en APA) il semble important de communiquer sur ces distinctions pour que, à terme, des conseils pertinents soient promulgués en

population générale et auprès des personnes à besoins spécifiques.

Conclusion – synthèse de la mise au point

L'objectif de cet article était de fournir une vision holistique du concept de sédentarité en décryptant une littérature actuelle en pleine expansion que ce soit en sciences de la vie ou en sciences humaines. Au travers de cette mise au point, nous avons vu qu'il existait des définitions formelles, encore trop peu utilisées, de la sédentarité et de l'inactivité physique. Par ailleurs, les études présentées ont mis en évidence que les comportements sédentaires constituaient une part importante de notre quotidien, indépendamment de notre pratique d'AP. Par ailleurs, des chercheurs ont identifié des effets indépendants sur la santé de ces deux comportements. Concrètement, il a été démontré que la sédentarité était associée à des effets délétères sur la santé même lorsqu'on contrôlait le niveau de pratique d'AP des individus. Sur la base de ces résultats, des interventions ayant pour objectif spécifique de réduire les comportements sédentaires ont vu le jour. Néanmoins, de nombreux travaux restent à mener pour établir des recommandations de santé publique précises et envisager la diffusion de ces notions en population générale et auprès des personnes à besoins spécifiques. De façon indéniable, une diffusion efficace de ces messages spécifiques de santé devra s'envisager par une formation actualisée des professionnels de santé et de l'activité physique concernant les particularités de l'AP, de l'inactivité physique et des comportements sédentaires.

Remerciements : le premier auteur remercie chaleureusement les membres du conseil de recherche des Cliniques du Souffle pour leurs remarques pertinentes lors de la naissance de ces réflexions, ainsi que Aude Lesaichere pour sa relecture attentive du manuscrit.

Source de financements : P. Bernard est soutenu par une bourse postdoctorale des Fonds de recherche santé au Québec et du Psychological Oncology Research Training.

Déclaration de liens d'intérêts : les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts.

Références

- [1] Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep* 1985;100 (2):126–31.
- [2] Hamilton MT, Healy GN, Dunstan DW, Zderic TW, Owen N. Too little exercise and too much sitting: inactivity physiology and the need for new recommendations on sedentary behavior. *Curr Cardiovasc Risk Rep* 2008;2 (4):292–8.
- [3] Sedentary Behaviour Research Network. Letter to the editor: standardized use of the terms "sedentary" and "sedentary behaviours". *Appl Physiol Nutr Metab* 2012;37:543–5.
- [4] Ainsworth BE, Haskell WL, Herrmann SD, Meckes N, Bassett Jr DR, Tudor-Locke C, et al. 2011 Compendium of physical activities: a second update of codes and MET values. *Med Sci Sports Exerc* 2011;43:1575–81.
- [5] Wilms B, Ernst B, Thurnheer M, Weisser B, Schultes B. Correction factors for the calculation of metabolic equivalents (MET) in overweight to extremely obese subjects. *Int J Obes* 2014;38(11):1383–7. <http://dx.doi.org/10.1038/ijo.2014.22>.

- [6] Mansoubi M, Pearson N, Clemes SA, Biddle SJH, Boddicoat DH, Tolfrey K, et al. Energy expenditure during common sitting and standing tasks: examining the 1.5 MET definition of sedentary behaviour. *BMC Public Health* 2015;15:516.
- [7] Carr LJ, Mahar MT. Accuracy of intensity and inclinometer output of three activity monitors for identification of sedentary behavior and light-intensity activity. *J Obes* 2012;460271. <http://dx.doi.org/10.1155/2012/460271>.
- [8] Rosenberg DE, Norman GJ, Wagner N, Patrick K, Calfas KJ, Sallis JF. Reliability and Validity of the Sedentary Behavior Questionnaire (SBQ) for Adults. *J Phys Act Health* 2010;7:697-705.
- [9] Aresu M, Bécares L, Brage S, Chaudhury M, Doyle-Francis M, Esliger D, et al. Health Survey for England 2008 Volume 1. Physical activity and fitness. UK: The NHS Information Centre for Health and Social Care; 2009.
- [10] Matthews CE, Chen KY, Freedson PS, Buchowski MS, Beech BM, Pate RR, et al. Amount of time spent in sedentary behaviors in the United States, 2003-2004. *Am J Epidemiol* 2008;167:875-81.
- [11] Saidj M, Menai M, Charreire H, Weber C, Enaux C, Aadahl M, et al. Descriptive study of sedentary behaviours in 35,444 French working adults: cross-sectional findings from the ACTI-Cités study. *BMC Public Health* 2015;15:379.
- [12] Rhodes RE, Mark RS, Temmel CP. Adult sedentary behavior: a systematic review. *Am J Prev Med* 2012;42(3):3-28.
- [13] Mansoubi M, Pearson N, Biddle SJ, Clemes S. The relationship between sedentary behaviour and physical activity in adults: a systematic review. *Prev Med* 2014;69:28-35.
- [14] Ashe MC. Physical activity and workplace sedentary behaviour. *Physiother Can* 2012;64(1):1-3.
- [15] Omorou AY, Coste J, Escalon H, Vuillemin A. Patterns of physical activity and sedentary behaviour in the general population in France: cluster analysis with personal and socioeconomic correlates. *J Public Health* 2015 [pii: fdv080. In press].
- [16] Biswas A, Oh PI, Faulkner GE, Bajaj RR, Silver MA, Mitchell MS, et al. Sedentary time and its association with risk for disease incidence, mortality, and hospitalization in adults: a systematic review and meta-analysis. *Ann Intern Med* 2015;162(2):123-32.
- [17] Wilmot EG, Edwardson CL, Achana FA, Davies MJ, Gorely T, Gray LJ, et al. Sedentary time in adults and the association with diabetes, cardiovascular disease and death: systematic review and meta-analysis. *Diabetologia* 2012;55:2895-905.
- [18] Edwardson CL, Gorely T, Davies MJ, Gray LJ, Khunti K, Wilmot EG, et al. Association of sedentary behaviour with metabolic syndrome: a meta-analysis. *PLoS One* 2012;7(4):e34916.
- [19] Chau JY, van der Ploeg HP, Merom D, Chey T, Bauman AE. Cross-sectional associations between occupational and leisure-time sitting, physical activity and obesity in working adults. *Prev Med* 2012;54(3-4):195-200.
- [20] Lynch BM. Sedentary behavior and cancer: a systematic review of the literature and proposed biological mechanisms. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2010;19(11):2691-709.
- [21] Endrighi R, Steptoe A, Hamer M. The effect of experimentally induced sedentariness on mood and psychobiological responses to mental stress. *Br J Psychiatry* 2015 [pii:bjp.bp.114.150755. In press].
- [22] Tremblay MS, Colley RC, Saunders TJ, Healy GN, Owen N. Physiological and health implications of a sedentary lifestyle. *Appl Physiol Nutr Metab* 2010;35(6):725-40.
- [23] Hamburg NM, McMackin CJ, Huang AL, Shenouda SM, Widlansky ME, Schulz E, et al. Physical inactivity rapidly induces insulin resistance and microvascular dysfunction in healthy volunteers. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2007;27(12):2650-6.
- [24] Hamilton MT, Hamilton DG, Zderic TW. Role of low energy expenditure and sitting in obesity, metabolic syndrome, type 2 diabetes, and cardiovascular disease. *Diabetes* 2007;56(11):2655-67.
- [25] Healy GN, Dunstan DW, Salmon J, Cerin E, Shaw JE, Zimmet PZ, et al. Breaks in sedentary time: beneficial associations with metabolic risk. *Diabetes Care* 2008;31(4):661-6.
- [26] Healy GN, Matthews CE, Dunstan DW, Winkler EA, Owen N. Sedentary time and cardio-metabolic biomarkers in US adults: NHANES 2003-06. *Eur Heart J* 2011;32(5):590-7.
- [27] Dunstan DW, Kingwell BA, Larsen R, Healy GN, Cerin E, Hamilton MT, et al. Breaking up prolonged sitting reduces postprandial glucose and insulin responses. *Diabetes Care* 2012;35(5):976-83.
- [28] Swartz AM, Squires L, Strath SJ. Energy expenditure of interruptions to sedentary behavior. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2011;8:69.
- [29] Latouche C, Jowett JB, Carey AL, Bertovic DA, Owen N, Dunstan DW, et al. Effects of breaking up prolonged sitting on skeletal muscle gene expression. *J Appl Physiol* 2013;114(4):453-60.
- [30] Neuhaus M, Healy GN, Fjeldsoe BS, Lawler S, Owen N, Dunstan DW, et al. Iterative development of Stand Up Australia: a multi-component intervention to reduce workplace sitting. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2014;11:21.
- [31] Martin A, Fitzsimons C, Jepson R, Saunders DH, van der Ploeg HP, Teixeira PJ, et al. Interventions with potential to reduce sedentary time in adults: systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med* 2015;49(16):1056-63. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2014-094524>.
- [32] Buckley JP, Hedge A, Yates T, Copeland RJ, Loosemore M, Hamer M, et al. The sedentary office: a growing case for change towards better health and productivity. Expert statement commissioned by Public Health England and the Active Working Community Interest Company. *Br J Sports Med* 2015;49(21):1357-62. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2015-094618>.

Annexe 2 : Chevance, G., (2017). Time to consider modifiable (especially motivational) determinants of physical activity among COPD patients? A commentary on Arbillaga-Etxarri et al. (2017). Thorax, <http://thorax.bmj.com/content/early/2017/03/01/thoraxjnl-2016-209209.responses#time-to-consider-modifiable-especially-motivational-determinants-of-physical-activity-among-copd-patients-a-commentary-on-arbillaga-etxarri-et-al-2017->

Published on: 2 May 2017

Time to consider modifiable (especially motivational) determinants of physical activity among COPD patients? A commentary on Arbillaga-Etxarri et al. (2017)

Guillaume Chevance, PhD student 1 Laboratory Espylon, Univ. Montpellier, Montpellier, France. 2 Les Cliniques du Souffle ®, Groupe 5 Santé, France

I read with interest the article published by Arbillaga-Etxarri et al.[1] titled "Socioenvironmental correlates of physical activity in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD)". In the introduction section, the authors stated that the current interventions (e.g., pharmacological treatment, rehabilitation, self-management) aiming to change physical activity behavior in COPD patients lack effectiveness, particularly in the long-term. The authors argue that this absence of effectiveness could be due to a lack of knowledge of physical activity determinants in this population. To address this issue, Arbillaga-Etxarri et al.[1] examined the socio-ecological determinants of active behaviours in 400 COPD patients and found that, after controlling potential confounders, having a dog and grandparenting were positively associated with physical activity; effects sizes were small, $\beta = .19$ and very small $\beta = .08$ for dog walking and grandparenting, respectively. The authors concluded that these two socio-environmental characteristics should be considered to promote physical activity both at the clinical level and in future research. This study is important because there is a lack of knowledge regarding the determinants of physical activity in this population.[2]

Nonetheless, there are some reservations regarding the clinical utility of physical activity socio-environmental correlates to design physical activity programs. Socioenvironmental correlates of physical activity are often largely beyond participants' control and thus non-modifiable during an intervention for a clinician, such as the 'walkability' of the environment. For example, in the current study, only 18 % of the sample had a dog and 12% of the participants reported walking it. The authors explained that patients could have concerns about dogs such as difficulties with controlling the animal, which could explain the lack of dog owners in the study. It could also be hypothesized that patients have a dog because they are already active and feel capable of owning a dog. Nevertheless, it could be difficult to use this leverage during a physical activity counseling intervention.

Physical activity is a complex behavior that may depend from many different factors, such as socio-environmental variables (e.g. age, family support), biological functions (e.g. functional capacity), or environmental factors (e.g. climatic conditions; 'walkability' of the environment). Among these potential predictors of physical activity there is an urgent need to identify factors that could be modifiable during an intervention. In this regard, the concept of motivation is an important target.

Motivation could be operationalized through different theoretical constructs, which have received different levels of empirical support regarding their associations with physical activity behaviour depending on the context [3]. These constructs could be clustered into (1) intentional processes (the development of objectives and intentions to be active), (2) affective judgments (feelings about physical activity) (3) self-perception of capability and opportunity (confidences in one's capacity to be active) (4) self-regulation processes (strategies used to maintain motivation and dealing with barriers) and (5) automatic or unconscious processes (physical activity habits driven by feelings about physical activity). Methodologically, these processes are often measured through either self-reported questionnaires [4] or computerized reaction-time tests.[5] To date, research dealing with motivational processes toward physical activity for patients with chronic respiratory disease are scarce. Selzler et al [6] found that stronger physical activity-specific self-efficacy was positively associated with exercise attendance, as well as 6-minute walk test improvement during pulmonary rehabilitation. Chevance et al [7] highlighted that unconscious feelings (measuring with computerized test) about physical activity prospectively predict self-reported physical activity at 6 months after pulmonary rehabilitation. These preliminary results are important because identifying modifiable determinants of physical activity could help (i) to motivate patient to integrate a program, or identify patient at risk to failing physical activity after an intervention and (ii) to design more effective evidence-based interventions regarding physical activity in COPD patients. In conclusion, future studies should consider the motivational determinants of physical activity as well as interventions to specifically enhance motivation.

Acknowledgments : I sincerely thank Anne-Marie Selzler for their comments

References

1. Arbillaga-Etxarri A, Gimeno-Santos E, Barberan-Garcia A, et al. Socio-environmental correlates of physical activity in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *Thorax*, forthcoming. doi: 10.1136/thoraxjnl-2016-209209.
2. Gimeno-Santos E, Frei A, Steurer-Stey C, et al. Determinants and outcomes of physical activity in patients with COPD: a systematic review. *Thorax*, 2014;69: 731-39. doi: 10.1136/thoraxjnl-2013-204763.
3. Rhodes R. The Evolving Understanding of Physical Activity Behavior: A Multiprocess Action Control Approach. *Advances in Motivation Science*, 2017;4:171-205. doi: 10.1016/bs.adms.2016.11.001.
4. Rodgers W, Wilson P, Hall C, et al. Evidence for a Multidimensional Self-Efficacy for Exercise Scale. *Res Q Exerc Sport*, 2008;79:222-34. doi:10.1080/02701367.2008.10599485.
5. Chevance G, Héraud N, Guerrieri A, et al. Measuring implicit attitudes toward physical activity and sedentary behavior: Test-retest reliability of three scoring algorithms of the Implicit Association Test and Single Category-Implicit Association Test. *Psychology of Sport and Exercise*, 2017;31:70-8. doi: 10.1016/j.psychsport.2017.04.007.
6. Selzler A, Rodgers W, Berry T, et al. The importance of exercise self-efficacy for clinical outcomes in pulmonary rehabilitation. *Rehabil Psychol*, 2016;61:380-8. doi: 10.1037/rep0000106
7. Chevance G, Héraud N, Varray A, et al. Change in Explicit and Implicit Motivation toward Physical Activity and Sedentary Behavior

Annexe 3 : Figure 7. Cette figure propose une classification des variables mentionnées dans la revue de littérature de cette thèse.



Annexe 4 : Chevance, G., Romain, A. J., & Bernard, P. (2017). La promotion de l'activité physique passe nécessairement par une prise en compte de la motivation. *Psycho-Oncologie*, 11(1), 56-57. doi:10.1007/s11839-017-0615-5

La promotion de l'activité physique passe nécessairement par une prise en compte de la motivation

Commentaire concernant les articles de Reynes et al. (2016) et de Berthouze et al. (2016)

Physical Activity Promotion Should always Consider Motivation

A Commentary on the articles of Reynes et al. (2016) and Berthouze et al. (2016)

G. Chevance · A.J. Romain · P. Bernard

Reçu le 24 décembre 2016 ; accepté le 10 janvier 2017
© Lavoisier SAS 2017

C'est avec intérêt que nous avons lu les deux articles publiés dans la revue *Psycho-Oncologie* sur la question de la non-adhésion à l'activité physique après un diagnostic de cancer (Reynes et al. ; Berthouze et al.) [1,2]. Ces travaux s'intéressent aux mécanismes qui favorisent un style de vie inactif chez les adultes traités pour un cancer et proposent des pistes de travail nécessaires à une prise en charge adaptée de ces patients. Dans le premier article (Reynes et al.), les auteurs présentent un ensemble de déterminants physiologiques et psychologiques décrits comme prédicteurs de la pratique d'activité physique. Dans le second (Berthouze et al.), ils proposent deux profils de patients, établissent leurs interrogations concernant l'activité physique et formulent des réponses précises à celles-ci. Si les objectifs poursuivis par ces articles sont cruciaux, ces derniers omettent d'aborder les apports de nombreuses études en psychologie de la santé concernant le rôle de la motivation. Nous souhaitons donc compléter les propos des auteurs en relayant brièvement les enjeux actuels en matière de changement de comportement de santé (Sheeran et al.) [3].

G. Chevance (✉)
Laboratoire Epsilon, 4, bd Henri IV,
F-34000 Montpellier, France
e-mail : guillaumechevance@hotmail.fr

Les Cliniques du Souffle®, groupe 5 Santé, France

A.J. Romain
Centre de Recherche du Centre Hospitalier
de l'Université de Montréal (CRCHUM),
900, rue Saint-Denis, H2X0A9, Montréal, Canada

P. Bernard
Faculté des sciences UQÀM, Complexe des Sciences,
pavillon des sciences biologiques (SB),
141, avenue du président Kennedy, H2X1Y4,
Montréal, Québec, Canada

Institut universitaire en santé mentale de Montréal, Canada

Étape 1 : identifier des déterminants modifiables des comportements de santé

Nos comportements de santé, comme la pratique d'une activité physique, peuvent être influencés par des facteurs démographiques, biologiques, politiques, inter- et intrapersonnels. Or, l'enjeu scientifique actuel réside dans l'identification de déterminants qui :

- expliquent une part importante des comportements visés ;
- sont modifiables, c'est-à-dire sur lesquels on peut agir.

Dans cet objectif, la grande majorité des modèles théoriques permettant de comprendre pourquoi des individus deviennent actifs physiquement se sont centrés sur l'étude des déterminants motivationnels (Gourlan et al.) [4]. Ces déterminants peuvent être décrits au travers d'une vingtaine de concepts clés (e.g., les intentions, les processus de changement, les normes sociales) s'opérationnalisant différemment en fonction des modèles théoriques. En s'appuyant rigoureusement sur ces modèles, le premier objectif de l'intervenant est alors d'identifier quels déterminants motivationnels cibler dans le cadre d'une future intervention (Peters [5] ; pour un exemple en oncologie, voir Bluethmann et al. [6]).

Étape 2 : agir efficacement sur ces déterminants

Lorsqu'un ou plusieurs déterminants motivationnels ont été identifiés comme prédicteurs du comportement (pour un exemple en oncologie, voir Stacey et al.) [7], l'enjeu consiste à mettre en place une intervention ciblant spécifiquement ces déterminants. Pour développer de telles interventions, plusieurs cadres d'analyses ont été proposés dans la littérature, le plus populaire étant la « taxonomie des techniques de changement de comportement » (Michie et al.) [8]. Le premier intérêt

de ce cadre d'analyse est de fournir des outils aux intervenants voulant mettre en place des interventions visant un changement d'un comportement de santé. Le second intérêt est de favoriser des pratiques professionnelles fondées sur les preuves. En rapportant rigoureusement quelles techniques ont été utilisées dans une intervention, et en évaluant son efficacité, les intervenants pourront accumuler des connaissances permettant d'affiner leurs pratiques professionnelles.

À ce jour, les théories et techniques de changement de comportement restent méconnues par les intervenants de terrain. Il apparaît pourtant essentiel d'intégrer leur enseignement dans les cursus universitaires (médecine, activité physique adaptée) pour, à terme, favoriser des pratiques professionnelles scientifiquement fondées en matière de promotion des comportements de santé.

Liens d'intérêts : les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts.

Références

1. Reynes E, Berthouze SE, Robert B, et al (2016) Comprendre la non-adhésion à l'activité physique après un diagnostic de cancer pour mieux accompagner les patients — Partie I : Comprendre la non-adhésion à une pratique régulière d'activité physique. *Psycho-Oncologie* 10:179
2. Berthouze S, Reynes E, Carretier J, et al (2016) Comprendre la non-adhésion à l'activité physique après un diagnostic de cancer pour mieux accompagner les patients — Partie II : Ajuster l'information et l'accompagnement. *Psycho-Oncologie* 10:186
3. Sheeran P, Klein WMP, Rothman AJ (2017) Health behavior change: moving from observation to intervention. *Annu Rev Psychol* 68:8.1–8.28
4. Gurlan M, Bernard P, Bortolon C, et al (2016) Efficacy of theory-based interventions to promote physical activity. A meta-analysis of randomised controlled trials. *Health Psychol Rev* 10:50–66
5. Peters GJY (2014) A practical guide to effective behavior change: how to identify what to change in the first place? *Eur Health Psychol* 16:142–5
6. Bluethmann SM, Bartholomew LK, Murphy CC, Vernon SW (2016) Use of theory in behavior change interventions: an analysis of programs to increase physical activity in posttreatment breast cancer survivors. *Health Educ Behav* (in press)
7. Stacey FG, James EL, Chapman K, Lubans DR (2016) Social cognitive theory mediators of physical activity in a lifestyle program for cancer survivors and caregivers: findings from the ENRICH randomized controlled trial. *Int J Behav Nutr Phys Act* 14:13–49
8. Michie S, Richardson M, Johnston M, et al (2013) The behavior change technique taxonomy (v1) of 93 hierarchically clustered techniques: building an international consensus for the reporting of behavior change interventions. *Ann Behav Med* 46:81–95

Annexe 5 : Bernard, P., Chevance, G., & Romain, A.J. (2017). Pour des interventions de changement de comportement factuelles. *Santé Publique*, acceptée pour publication.

Commentaire accepté pour publication dans la revue *Santé Publique*.

Pour des interventions de changement de comportement factuelles

For evidence-based health behavior change interventions

Bernard, P., Chevance, G., Romain, A.J.

Type de publication

Lettre à la rédaction

Nombre de signes

3532

Mots-clés

activité physique, motivation, promotion, médecine comportementale

Key words

physical activity, motivation, promotion, behavioral medicine

L'article présentant le programme *Bougeons notre santé* [1] pose question. L'objectif des auteurs était de rendre compte d'une intervention de promotion de l'activité physique (AP) chez des adultes ayant un facteur de risque cardio-vasculaire en quatre séances de conseils. Si nous partageons leurs préoccupations à propos des effets délétères d'une trop faible AP en population générale, nous souhaitons attirer l'attention des lecteurs sur la nécessité de développer des interventions scientifiquement fondées, répliquables et méthodologiquement rigoureuses avant d'envisager leur diffusion.

Dans la construction de l'intervention, les auteurs évoquent l'utilisation du modèle transthéorique mais ne mentionnent qu'une composante du modèle, les stades motivationnels. Précisément ce modèle décrit trois autres construits : la balance décisionnelle, le sentiment d'efficacité personnelle et les processus de changement. Leur utilisation conjointe dans une intervention de promotion de l'AP est gage d'une efficacité majorée par rapport à une intervention n'utilisant qu'une seule partie du modèle [2]. De plus, si les auteurs ont utilisé des techniques de changement de comportement reconnues comme la fixation d'objectifs, la description de l'intervention reste très partielle et donc ne permet pas une reproduction fidèle de l'intervention.

Dans le rationnel de l'étude, les auteurs soulignent que leur travail s'inscrit dans le champ de la médecine des comportements, aussi appelée médecine comportementale. Il apparaît essentiel de rappeler que cette 'discipline' se développe selon des standards méthodologiques de la médecine factuelle. Ainsi, le développement et la faisabilité d'interventions de changement de comportement devrait être réalisé en s'inspirant des lignes directrices internationales [3]. L'évaluation de leur efficacité devrait être réalisée sur la base d'essais cliniques avec répartition aléatoire des participants dans un groupe interventionnel ou contrôle [4].

Concernant l'évaluation du dispositif, une limite majeure de cette étude réside dans les outils de mesure utilisés à l'inclusion et dans l'évaluation des effets de l'intervention. Il est légitime de se demander sur quelle base claire un potentiel participant était considéré comme insuffisamment actif à l'inclusion. De plus, l'évaluation des potentiels effets psychologiques, sociaux et comportementaux de l'intervention reposent sur des items isolés à réponse binaire. Or ces variables sont évaluables avec des questionnaires validés en français, courts et peu chronophages .

Concernant la partie résultat, le report des analyses majoritairement en pourcentage limite la compréhension des effets réels et le taux de présence par séance ou le niveau d'éducation des participant(e)s ne

sont pas disponibles. De plus, l'emploi d'analyses statistiques exclusivement univariées exclut la prise en compte de facteurs confondants. Des résultats posent aussi question, comme un taux déclaré d'arrêt du tabac très élevé de 33 %.

En conclusion, affirmer que l'intervention « *est réalisable et efficace* » nous semble très prématuré. Nous soulignons à nouveau que la diffusion de programmes de changement de comportement n'ayant pas été rigoureusement évalués, pourrait avoir un effet limité sur la santé publique. Plus largement, nous soutenons que la promotion de l'AP et d'autres comportements de santé, devrait être réalisée par des équipes pluridisciplinaires prenant en compte les connaissances accumulées dans d'autres pays [5] et en France [6].

Références

1. Bouté C, Caillez E, D'Hour A, Goxe D, Gusto G, Copin N, et al. Bougeons notre santé ! L'expérience de 40 ateliers de motivation à l'activité physique. *Santé Publique*. 2016;28:451–60.
2. Romain AJ, Bortolon C, Gourlan M, Carayol M, Lareyre O, Ninot G, et al. Matched or non-matched interventions based on the transtheoretical model to promote physical activity. a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Sport Health Sci*. 2016
3. Craig P, Dieppe P, Macintyre S, Michie S, Nazareth I, Petticrew M. Developing and evaluating complex interventions: the new Medical Research Council guidance. *BMJ*. 2008 Sep 29;a1655.
4. Davidson KW, Goldstein M, Kaplan RM, Kaufmann PG, Knatterud GL, Orleans CT, et al. Evidence-based behavioral medicine: what is it and how do we achieve it? *Ann Behav Med Publ Soc Behav Med*. 2003 Dec;26(3):161–71.
5. Bernard P. Les systèmes d'orientation à l'activité physique au Royaume-Uni : efficacité et enseignements. *Santé Publique*. 2014;26(5):647–54.
6. Escalon H, Serry A, Nguyen-Thanh V, Vuillemin A, Oppert J, Sarrazin P, et al. Construction d'un dispositif de communication scientifiquement fondé visant à promouvoir la marche des femmes peu actives et l'activité physique des adultes. *Santé Publique*. 2016;S1:51–63.

Titre : Etude des facteurs motivationnels influençant l'activité physique et la sédentarité de personnes atteintes de maladies chroniques en contexte de réhabilitation et post-réhabilitation.

Résumé : Parmi les personnes atteintes de maladies chroniques qui participent à des programmes de réhabilitation, deux tiers ne modifient pas leurs comportements à l'issue des interventions. Dans le domaine de l'activité physique et de la sédentarité, identifier les facteurs impliqués dans la régulation de ces comportements est donc crucial. En psychologie de la santé, les modèles contemporains indiquent que nos comportements sont le fruit de processus motivationnels à la fois explicites et implicites. Les processus explicites sont définis comme conscients et intentionnels ; à l'inverse, les processus implicites sont caractérisés par leur non-intentionnalité et leur caractère plutôt inconscient. A mi-chemin entre les domaines de la réhabilitation et la psychologie de la santé, les objectifs de cette thèse étaient (i) d'examiner le rôle de processus explicites et implicites dans la prédiction de l'activité physique et de la sédentarité, et (ii) d'étudier la malléabilité de ces variables motivationnelles en contexte de réhabilitation. Les résultats indiquent que les attitudes implicites sont associées avec les niveaux d'activité physique des participants, pendant les programmes et en post-réhabilitation. Les processus explicites (e.g., intentions) étudiés dans cette thèse n'étaient eux pas associés aux comportements. Sur le plan de la malléabilité des processus motivationnels, nos résultats mettent en évidence une amélioration significative mais minime de certaines variables au cours d'un programme de réhabilitation. Ces processus se sont toutefois montrés insensibles à une manipulation expérimentale délivrée pendant un programme de réhabilitation.

Mots clés : attitudes implicites, intentions, modèles duaux, fonctions exécutives.

Title : Motivational factors involved in the regulation of physical activity and sedentary behaviors among people with chronic diseases in rehabilitation and postrehabilitation contexts.

Abstract : Only two thirds of people living with chronic diseases and admitted for rehabilitation programs are sufficiently active in postrehabilitation. In the physical activity and sedentary behavior context, identifying the determinants of these behaviors is thus crucial. In the health psychology field, contemporary models indicate that people's behaviors are regulated by two distinct motivational processes, defined as explicit and implicit. Explicit processes are intentional and conscious ; by contrast, implicit processes are defined as unintentional and less accessible to consciousness. The objectives of this thesis were (i) to examine the role of explicit and implicit processes in the prediction of physical activity and sedentary behaviors, and (ii) to study the malleability of these processes in rehabilitation context. Our results indicated that implicit attitudes, are significantly associated with participants' physical activity levels, during and after rehabilitation programs. On the contrary, the explicit processes studied in this thesis were not significantly associated with physical activity or sedentary behaviors. Concerning the malleability of these processes, results highlighted significant but small favorable change of certain motivational variables during rehabilitation. Nonetheless, these motivational processes were not modified by an experimental intervention conducted during a rehabilitation program.

Key words : implicit attitudes, intentions, dual-processes, executive functions.