

THÈSE  
Pour obtenir le grade de

**DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ GRENOBLE ALPES**

École doctorale : ISCE – Ingénierie pour la Santé la Cognition et l'Environnement  
Spécialité : MCA – Mouvement et Comportement pour la santé et l'Autonomie  
Unité de recherche : SENS – Sport et Environnement Social

**La loi du moindre effort : identifier et manipuler les processus automatiques de contrôle de soi dans le contexte de l'activité physique**

**The law of the least effort: identifying and manipulating automatic self-control processes in the context of physical activity**

Présentée par :

**Silvio MALTAGLIATI**

Direction de thèse :

**Philippe SARRAZIN**

Professeur des Universités – Université Grenoble Alpes

**Boris CHEVAL**

Chercheur Sénior – Université de Genève

Directeur de thèse

Co-encadrant de thèse

Rapporteurs :

**Vincent DRU**

Professeur des Universités – Université Paris Nanterre

**Marina MILYAVSKAYA**

Professeure Associée – Université de Carleton

Thèse soutenue publiquement le **13 Juillet 2023**, devant le jury composé de :

**Philippe SARRAZIN**

Professeur des Universités – Université Grenoble Alpes

**Vincent DRU**

Professeur des Universités – Université Paris Nanterre

**Marina MILYAVSKAYA**

Professeure Associée – Université de Carleton

**Dominique MULLER**

Professeur des Universités – Université Grenoble Alpes

**Luc PELLETIER**

Professeur Émérite – Université d'Ottawa

**Anne VUILLEMIN**

Professeure des Universités – Université Côte d'Azur

Directeur de thèse

Rapporteur

Rapporteuse

Examineur

Examineur

Examinatrice

Présidente du Jury

Invité :

**Boris CHEVAL**

Chercheur Sénior – Université de Genève

Co-encadrant de thèse





## Remerciements

À **Philippe**. Je décrivais, dans un rapport de stage en 2015, « *mes timides et premiers pas dans le domaine de la recherche scientifique* ». Tu as depuis accompagné chacun de ces pas – ta rigueur et ta confiance rendant ma démarche plus assurée. J’estime la chance que j’ai de pouvoir évoluer à tes côtés et je te remercie du soutien sans faille que tu m’as m’accordé, à chaque étape du parcours.

À **Boris**. Tu fais toi aussi partie des premiers instants de mon aventure scientifique. Et quelques dizaines d’heures de vocaux WhatsApp plus tard, voilà que vient le moment de te dire un immense merci. Merci pour la constance dans l’excellence de ton encadrement et pour l’enjouement dont tu fais inflexiblement preuve.

Merci à **vous deux**, pour le duo que vous composé. Quel privilège ce fut que de se passionner ensemble pour de farfelues métaphores ou de s’enflammer pour de tarabiscotées expériences ! Quel bonheur que d’apprendre avec vous.

Aux membres de ce jury de thèse. Je remercie **Vincent Dru** et **Marina Milyavskaya** d’avoir accepté d’être les rapporteurs de ce travail, ainsi que **Dominique Muller**, **Luc Pelletier** et **Anne Vuillemin** d’en être les examinateurs. Merci également à **Julie Boiché** d’avoir participé au suivi de cette thèse. Merci de vos regards et des discussions qui sauront en émerger.

À toute **l’équipe du laboratoire SENS**. J’ai une pensée particulière pour mes compagnons de thèse : **Alexandre, Claudia, Layan, Lisa, Laura, Margaux, Valentin, Solène**, et enfin, pour **Ilyes**, merci camarade. Des cookies aux râleries, de la place de la Comédie au lac d’Annecy : merci pour ces moments partagés ensemble. Merci aussi à **Aïna, Clément, Cyril, Damien, David et Sandrine** pour nos échanges, scientifiques et humains.

À **Luc, Meredith, Simon et Ariane** pour l’incroyable séjour passé à Ottawa. À **Matthieu**, pour l’exemple que tu représentes à mes yeux. À **Michelle** également. You all made the Canadian fall so sunny – Je me souviens !

To **Nikos Ntoumanis** – my Australian experience was a game changer. Thank you for welcoming me so warmly in Perth a few years ago now.

À mes **enseignants, ardéchois, drômois et bretons**. Merci notamment à **Nicolas Lacour, Jean-Pierre Léauté, Emmanuel Martrou, Jean-Nicolas Renaud, Alexis Le Faucheur et Olivier Kirzin**. Merci pour ce que vous m'avez chacun apporté, depuis le collège Bernard de Ventadour, en passant par le STAPS de Valence, puis le formidable département 2SEP de l'École normale supérieure de Rennes.

À **Clara, Corentin, Éléa et Salomé**, merci pour votre curiosité, vos sourires et votre aide dans la collecte des données de cette thèse.

À toute la **bande bretonne** que je porte si haut dans mon cœur. Que milles aventures continuent de nous lier !

Aux amitiés de toujours et à celles qui donnent l'impression d'avoir toujours été. Merci à vous, **Aymeric, Julien, Mathieu, Marvin, Noé, Pierrick**.

À **Romain**, ton enthousiasme débordant me rend si fier.

À **mes parents**. Il est tellement bon de vous savoir toujours à mes côtés, même quand les rêves que vous m'avez appris à poursuivre me tiennent un peu plus loin de vous.

Merci pour tout votre amour.

À tous ceux qui ont fait le chemin plus beau et à ceux qui voudront le partager.

## Table des matières

---

<b>Introduction .....</b>	<b>- 1 -</b>
<b>Chapitre 1 – Passer de l'intention à l'action, malgré les tentations .....</b>	<b>- 7 -</b>
<b>I) Les modèles sociocognitifs.....</b>	<b>- 7 -</b>
1) Fondements théoriques .....	- 7 -
2) Apports .....	- 8 -
3) Limites.....	- 9 -
<b>II) Les modèles hybrides .....</b>	<b>- 10 -</b>
1) Fondements théoriques .....	- 10 -
2) Effets de la planification de l'action et de l'implémentation de l'intention.....	- 12 -
3) Limites des modèles hybrides .....	- 13 -
<b>Résumé du Chapitre 1.....</b>	<b>- 16 -</b>
<b>Chapitre 2 – La résistance aux tentations .....</b>	<b>- 17 -</b>
<b>I) Éléments de définition.....</b>	<b>- 17 -</b>
<b>II) Pourquoi éprouve-t-on un conflit entre activité physique et sédentarité ?.....</b>	<b>- 19 -</b>
1) Contribution théorique n°1.....	- 20 -
<b>III) Le contrôle de soi : d'une conception dispositionnelle à une approche plus fonctionnelle.....</b>	<b>- 23 -</b>
1) Les modèles centrés sur l'inhibition coûteuse de la tentation.....	- 23 -
2) Les modèles du contrôle de soi centrés sur la notion d'états.....	- 23 -
3) Les modèles du contrôle de soi centrés sur les traits.....	- 25 -
4) Les modèles du contrôle de soi intégrant traits et états.....	- 26 -
5) Les limites des modèles du contrôle de soi centrés sur les états et les traits.....	- 27 -
<b>IV) Les modèles centrés sur les stratégies de contrôle de soi .....</b>	<b>- 29 -</b>
1) Fondements théoriques .....	- 29 -
2) Limites des modèles centrés les stratégies de contrôle de soi.....	- 32 -
<b>Résumé du Chapitre 2.....</b>	<b>- 33 -</b>
<b>Chapitre 3 – Vers une résistance plus automatique aux tentations .....</b>	<b>- 34 -</b>
<b>I) La théorie contre-active du contrôle de soi .....</b>	<b>- 36 -</b>
1) Les processus automatiques de contrôle de soi : quelques preuves empiriques.....	- 37 -
2) Les tendances automatiques d'approche-évitement : un marqueur privilégié du contrôle de soi ..	- 42 -
<b>Résumé du Chapitre 3.....</b>	<b>- 46 -</b>
<b>Chapitre 4 – Les raisons derrière la résistance aux tentations.....</b>	<b>- 47 -</b>
<b>I) La théorie de l'autodétermination.....</b>	<b>- 48 -</b>
1) Une approche « qualitative » de la motivation .....	- 48 -
2) Associations entre la qualité de la motivation et l'atteinte du but.....	- 50 -
3) Quels processus soutiennent le lien entre la motivation et les comportements ?.....	- 51 -
<b>Résumé du Chapitre 4.....</b>	<b>- 59 -</b>
<b>Chapitre 5 – Problématique générale et questions de recherche .....</b>	<b>- 60 -</b>
<b>Glossaire .....</b>	<b>- 65 -</b>
<b>Chapitre 6 – Identifier la direction des processus automatiques de contrôle de soi....</b>	<b>- 67 -</b>
<b>Contribution empirique n°1.....</b>	<b>- 67 -</b>
Résumé des résultats principaux de la Contribution empirique n°1.....	- 92 -

<b>Chapitre 7 – Manipuler les processus automatiques de contrôle de soi.....</b>	<b>- 93 -</b>
<b>Contribution empirique n°2.....</b>	<b>- 93 -</b>
Résumé des résultats principaux de la Contribution empirique n°2.....	- 116 -
<b>Chapitre 8 – Identifier le rôle de la qualité de la motivation dans les processus automatiques de contrôle de soi.....</b>	<b>- 117 -</b>
<b>Contribution empirique n°3.....</b>	<b>- 117 -</b>
Résumé des résultats principaux de la Contribution empirique n°3.....	- 138 -
<b>Contribution empirique n°4.....</b>	<b>- 139 -</b>
Résumé des résultats principaux de la Contribution empirique n°4.....	- 172 -
<b>Chapitre 9 – Discussion générale.....</b>	<b>- 173 -</b>
<b>La présence de tentations sédentaires facilite-t-elle l’approche automatique du but d’activité physique et/ou entrave-t-elle son évitement ? .....</b>	<b>- 173 -</b>
<b>Quelles sont les associations entre les processus automatiques de contrôle de soi et les comportements d’activité physique ?.....</b>	<b>- 174 -</b>
1) Le niveau d’activité physique est-il associé à l’activation des processus de contrôle de soi ? ....	- 175 -
2) Peut-on entraîner les mécanismes de contrôle de soi afin de renforcer le lien de causalité qui les relie aux comportements d’activité physique ? .....	- 175 -
<b>La motivation autonome envers l’activité physique facilite-t-elle l’activation des processus automatiques de contrôle de soi ? .....</b>	<b>- 177 -</b>
<b>Contributions théoriques .....</b>	<b>- 180 -</b>
1) De la nécessité d’envisager conjointement le but et les tentations.....	- 180 -
2) De l’intérêt d’examiner les processus (automatiques) de contrôle de soi.....	- 182 -
3) Vers une approche intégrative entre la poursuite des buts et les raisons qui les sous-tendent.....	- 183 -
<b>Perspectives appliquées.....</b>	<b>- 186 -</b>
<b>Limites, forces et perspectives du programme de recherche .....</b>	<b>- 188 -</b>
<b>Conclusion .....</b>	<b>- 191 -</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>- 192 -</b>
<b>Annexes .....</b>	<b>- 231 -</b>
<b>Résumé .....</b>	<b>- 272 -</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>- 273 -</b>

## Introduction

---

Arrêter de grignoter entre les repas, économiser de l'argent ou travailler à l'approche d'une échéance importante constituent autant de louables intentions qu'une personne peut déclarer. Sans doute, ces intentions servent la poursuite d'une vie future que l'on imagine heureuse et épanouie – l'être humain étant naturellement tourné vers la réalisation de soi et la recherche de cohérence (Rogers, 1964). Être actif physiquement constitue l'une de ces intentions : la plupart des personnes souhaitent aujourd'hui adopter un mode de vie actif [voir le glossaire pour une définition de l'activité physique ; [1](#)]. Une méta-analyse réalisée par Rhodes & Dickau (2013) met en évidence que 78% des 4000 participants inclus environ déclarent avoir l'intention d'être actif physiquement. Près de 90% des participants à une étude au Canada partagent aussi cette volonté (Canadian Fitness and Lifestyle Research Institute, 2018). En France, au moment de célébrer la nouvelle année 2023, « pratiquer davantage d'activité physique » constituait la bonne résolution de 32% des personnes interrogées (Baromètre Sport Santé, 2023).

Cette intention d'être plus actif physiquement s'explique en partie par la connaissance qu'ont les individus des nombreux bénéfices que procure ce comportement de santé (Warburton, 2006). Être actif physiquement réduit, par exemple, la mortalité prématurée toutes causes confondues de 30% (Ekelund et al., 2019), les risques de maladies cardiovasculaires de 30% (Ahmed et al., 2012), de cancers du sein et du colon de 24 et 25% (Lee, 2003), de diabète de type 2 de 25 à 35% (Hayes & Kriska, 2008) ou encore de dépression de 48% (Rebar et al., 2015). Des estimations récentes indiquent qu'une augmentation quotidienne de 10 minutes d'activité physique pourrait prévenir la mort d'environ 100 000 Américains chaque année (Saint-Maurice et al., 2022). Lors la pandémie de la covid-19, deux études que nous avons réalisées mettent aussi en évidence le rôle protecteur de l'activité physique contre les risques d'hospitalisation liés à cette maladie infectieuse (Cheval, Sieber, et al., 2021 ; Maltagliati et al., 2021) – un résultat confirmé par d'autres travaux (voir Chastin et al., 2021 pour une méta-analyse). L'activité physique est même parfois comparée à « un remède miracle » contre les maladies non transmissibles (Godlee, 2019).

Au regard de ces bénéfices avérés, un effort considérable est déployé par les politiques publiques pour lutter contre l'inactivité physique [\[2\]](#) (Thomas et al., 2018). Force est de constater que si cet effort de promotion a été efficace pour développer les connaissances des

personnes concernant les bénéfices de l'activité physique et leur l'intention, les niveaux d'activité physique sont loin de suivre la même trajectoire. Les taux d'inactivité physique ont augmenté au cours des 20 dernières années (Conger et al., 2022) et 30% des adultes sont considérés comme insuffisamment actifs à travers le monde (Guthold et al., 2018). Au niveau mondial, seuls 20% des adolescents atteignent les recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé en matière d'activité physique (Guthold et al., 2020). La France ne fait pas exception à la règle. On estime qu'à peine 5% de la population adulte atteint des niveaux d'activité physique suffisants pour bénéficier d'un effet protecteur sur la santé (Agence Nationale de sécurité sanitaire, de l'alimentation, de l'environnement et du travail, 2023). Une autre étude, menée auprès de la population adulte, indique que 59% des Français interrogés disent ne jamais ou rarement pratiquer de l'activité physique (Eurobaromètre, 2022). Lorsque l'activité physique est mesurée à l'aide d'accéléromètres plutôt que par questionnaires, ce constat s'avère plus alarmant encore : 95% des adultes aux États-Unis n'atteignent pas les recommandations en matière d'activité physique (Troiano et al., 2008).

Il semble ainsi évident que nombre d'individus ne parviennent pas à traduire leur intention en action. L'une des hypothèses principales pour comprendre l'écart entre l'intention et les comportements d'activité physique réside dans l'attraction vers les comportements sédentaires [3] (Cheval et al., 2017 ; Cheval & Boisgontier, 2021). Environ 80% du temps éveillé est consacré à des comportements sédentaires (Diaz et al., 2016), avec une augmentation de cette durée d'environ une heure par jour au cours des 15 dernières années (Yang et al., 2019). Souvent perçues comme particulièrement gratifiantes (Cheval, Radel, et al., 2018), les opportunités sédentaires sont omniprésentes dans notre environnement moderne (Levine, 2015). Quelques travaux suggèrent que l'attraction vers ces alternatives sédentaires pourrait empêcher la traduction de l'intention d'être actif physiquement en action (Cheval et al., 2015 ; Rhodes et al., 2008 ; Rhodes & Blanchard, 2008). Cependant, hormis ces quelques preuves, la plupart des études se sont focalisées sur les forces poussant à s'engager dans l'activité physique (e.g., l'intention), mais ont largement ignoré celles qui s'opposent à l'adoption de ces comportements actifs. Corollaire de cette observation, peu d'interventions visant à l'adoption de comportements d'activité physique ciblent conjointement les processus liés à l'activité physique et ceux liés aux comportements sédentaires. En ce sens, une meilleure compréhension des processus par lesquels les individus parviennent à mettre en place leurs comportements d'activité physique malgré la présence d'alternatives sédentaires s'avère cruciale.



En effet, bien qu'évoluant dans des environnements relativement similaires, certaines personnes sont plus en réussite que d'autres dans leur capacité à convertir leur intention en action. Pour expliquer ces différences dans l'atteinte de leur but, les modèles centrés sur l'autorégulation du comportement semblent particulièrement pertinents : ils envisagent, non seulement la manière dont les individus fixent leur(s) but(s), mais aussi les processus qui favorisent ensuite la poursuite de ce(s) but(s) (e.g., Carver & Scheier, 1982). Le contrôle de soi – mécanisme clé dans l'autorégulation et construit central de ce travail doctoral – permet d'envisager plus précisément encore les mécanismes par lequel les personnes résolvent un conflit entre deux buts antagonistes, souvent asymétriques par l'empan temporel auxquels ils renvoient (e.g., être actif physiquement pour sa santé versus vouloir se prélasser dans son canapé). Contrairement aux croyances les plus répandues concernant le contrôle de soi (Gennara et al., 2023), les travaux les plus récents soulignent à cet égard que, les personnes les plus en réussite dans l'atteinte de leur but sont loin de compter seulement sur la force de leur volonté pour lutter contre leur attraction vers les tentations environnantes. Atteindre un but à long terme reposerait en fait moins sur la faculté à résister aux désirs envers les tentations que sur la capacité à réduire l'occurrence même de ces désirs dits « problématiques » (Bernecker et al., 2018 ; Hofmann et al., 2012). En particulier, des mécanismes de contrôle de soi plus stratégiques, voire automatiques, pourraient permettre de faire face à ces situations conflictuelles entre buts et tentations (Fujita, 2011). De nombreuses questions restent cependant en suspens et constituent le cœur de ce travail doctoral. Comment accéder à ces mécanismes automatiques de contrôle de soi dans le domaine de l'activité physique et sous quelles formes s'expriment-ils ? Quelles sont les associations entre ces processus automatiques de contrôle de soi et les comportements d'activité physique ? Déployer ce mode de régulation automatique est-il toujours possible, quelle que soit la motivation envers l'activité physique ?

En effet, au-delà du succès dans la traduction dans leur intention en action, la « qualité de la motivation » envers le but à plus long terme pourrait jouer un rôle pivot dans les processus de contrôle de soi (Werner & Milyavskaya, 2018b). La théorie de l'autodétermination offre un cadre théorique pertinent pour envisager l'association entre la qualité de la motivation (i.e., motivation autonome versus contrôlée) et les processus de contrôle de soi. Car, plus largement, la motivation autonome pourrait être associée à la mise en place d'une régulation automatique du comportement, en dépit des perturbations du contexte dans lesquels les individus évoluent (e.g., le confinement lié à la pandémie de la covid-19). Développer un tel mode de régulation automatique pourrait justement permettre de réduire l'occurrence de désirs envers les tentations

environnantes et ainsi favoriser l'atteinte du but d'activité physique « sans effort ». Cependant, les preuves empiriques demeurent faibles et l'intégration de ces différents construits (i.e., qualité de la motivation, processus automatiques de contrôle de soi, désirs à l'égard des tentations) reste à bâtir.

Face à l'appréhension lacunaire du conflit entre activité physique et sédentarité, ce travail doctoral vise à une meilleure compréhension des processus soutenant la poursuite du but d'activité physique, malgré la présence d'alternatives sédentaires ([Figure 1](#)). Nous proposons, pour cela, d'aller plus loin dans l'identification des mécanismes automatiques de contrôle de soi, d'envisager leurs associations avec les comportements d'activité physique, notamment en les manipulant expérimentalement, et de mettre à jour les modulateurs de leur activation (i.e., qualité de la motivation).

Dans le Chapitre 1, nous présenterons brièvement les modèles sociocognitifs (e.g., Ajzen, 1991) et les modèles hybrides (e.g., Schwarzer & Luszczynska, 2008) et nous montrerons dans quelle mesure les stratégies d'autorégulation permettent d'expliquer l'engagement des individus dans des comportements de santé, comme l'activité physique. Nous soulignerons que ces modèles n'envisagent qu'indirectement les processus conflictuels entre l'activité physique et les alternatives sédentaires – un paramètre pourtant critique pour comprendre l'écart entre intention et action (Contribution théorique n°1).

Le Chapitre 2 se concentrera autour du contrôle de soi. Une rapide description des modèles nous permettra de faire émerger le glissement théorique opéré autour du construit qu'est le contrôle de soi. Initialement restreint aux processus liés à l'inhibition coûteuse et volontaire de l'attraction vers les tentations (e.g., Baumeister et al., 1998), le contrôle de soi englobe aujourd'hui des processus dirigés à la fois vers le but à long terme et vers les tentations, et revêt une dimension plus fonctionnelle, organisée autour des multiples stratégies qui peuvent être déployées pour soutenir la poursuite du but (e.g., Duckworth et al., 2016).

Dans le Chapitre 3, nous soulignerons le potentiel des processus automatiques de contrôle de soi pour mieux rendre compte du fait que, malgré l'omniprésence de tentations, certains individus pourraient non seulement être en réussite dans l'atteinte de leur but à long terme, mais aussi être capables d'automatiser la régulation de ces comportements (e.g., Fujita, 2011). Nous présenterons un tour d'horizon des quelques preuves empiriques concernant ces

mécanismes automatiques de contrôle de soi et ferons émerger les limites de la littérature existante, notamment au regard de l'opérationnalisation de ces mécanismes et du faible nombre d'études expérimentales visant à les manipuler.

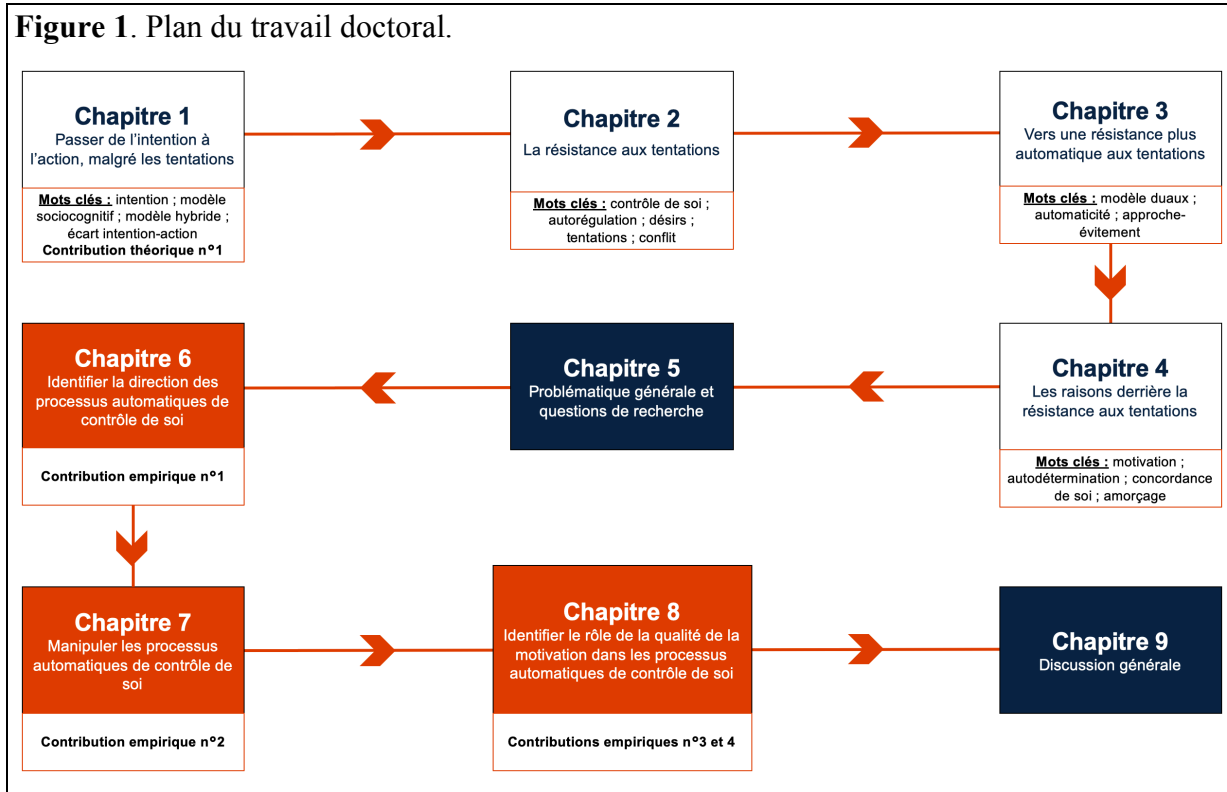
Dans le Chapitre 4, au-delà du succès des personnes dans l'atteinte de leur but à long terme, nous mettrons en évidence que la qualité de la motivation envers ce but (i.e., motivation autonome et contrôlée) pourrait expliquer l'activation des processus automatiques de contrôle de soi (Ryan & Deci, 2017). Plus largement, nous discuterons du rôle de la qualité de la motivation dans la mise en place d'une régulation comportementale automatique et dans la réduction de l'occurrence des désirs envers les tentations, en particulier dans le cadre d'un changement de contexte.

Après avoir développé la problématique générale de ce travail doctoral dans le Chapitre 5, quatre Contributions empiriques sont présentées dans les Chapitres 6, 7, et 8. Le Chapitre 6 consiste en une série de trois études visant à identifier la direction des processus automatiques de contrôle de soi et à tester leur association avec les niveaux d'activité physique (i.e., rôle modulateur du succès dans le but à long terme dans l'activation des patterns automatiques). Le Chapitre 7 correspond à une étude expérimentale dans laquelle les processus automatiques de contrôle de soi envers l'activité physique sont manipulés. Les effets de ces mécanismes sur les comportements d'activité physique et sur de potentiels médiateurs y sont examinés. Le Chapitre 8 se concentre sur les relations entre la qualité de la motivation et le contrôle de soi automatique. Ce Chapitre démarre par la présentation d'une première étude investiguant les liens entre la motivation autonome et la mise en place d'une régulation automatique du comportement d'activité physique à la suite d'un changement de contexte majeur : le confinement lié à pandémie de la covid-19. Dans un second manuscrit composé de cinq études, les associations longitudinales et transversales entre la qualité de la motivation, les désirs envers les alternatives sédentaires et l'automatisme sont d'abord explorées (Études 1 et 2). Nous proposons ensuite d'examiner si la qualité de la motivation envers le but à long terme influence l'activation des processus automatiques de contrôle de soi – lorsque la motivation est mesurée de manière transversale et lorsqu'elle est amorcée de manière supraliminale ou subliminale (Études 3, 4, 5).

Enfin, une synthèse des résultats sera proposée dans le Chapitre 9. Nous discuterons de la contribution des preuves empiriques aux modèles théoriques actuels et de leurs implications

pratiques. Cette partie sera l'occasion d'aborder les forces et les limites de ce travail doctoral et aura pour objectif de faire émerger des perspectives théoriques et appliquées pour les travaux futurs.

**Figure 1.** Plan du travail doctoral.



## Chapitre 1 – Passer de l'intention à l'action, malgré les tentations

---

L'identification des déterminants du comportement humain en général, de l'activité physique en particulier, constitue un enjeu central dans le champ de la psychologie. Au-delà de l'apport épistémique de ces travaux, la mise en évidence de ces déterminants est l'occasion d'identifier les variables à cibler de manière prioritaire pour les études interventionnelles (Sheeran et al., 2017). En psychologie de la santé, la plupart des modèles théoriques partagent un postulat commun : les comportements humains seraient gouvernés par des processus rationnels, fondés sur une balance entre coût et bénéfices, à partir desquels les individus agiraient de la manière qu'ils considèrent la meilleure pour eux (Brand & Cheval, 2019). S'il implique que l'on soit capable de reconnaître la valeur de nos propres actions et d'agir en connaissance de cause, ce point de départ a guidé le développement des modèles sociocognitifs – paradigme le plus courant dans le domaine de l'activité physique (Rhodes et al., 2019).

### I) Les modèles sociocognitifs

#### 1) Fondements théoriques

Parmi les modèles sociocognitifs, la théorie du comportement planifié (*theory of planned behavior* ; Ajzen, 1991), le modèle des croyances relatives à la santé (*health belief model* ; Rosenstock, 1974) ou encore la théorie sociale cognitive (*social cognitive theory* ; Bandura, 1986) font figures d'exemple. Ces modèles proposent que les individus forment des attentes (i.e., des projections cognitives) quant aux états finaux et aux conséquences associés à la réalisation de certains comportements. En retour, l'importance attribuée à ces états finaux ou à ces conséquences constitue la clé de voûte de la régulation comportementale : plus la valeur attribuée est élevée, plus le comportement est susceptible d'être effectué. Dans la suite de ce travail doctoral nous illustrons notamment nos propos concernant ces modèles sociocognitifs à partir de l'exemple de la théorie du comportement planifié (Ajzen, 1991).

Si la terminologie diffère entre les modèles théoriques, un fort recouvrement est observé entre les variables identifiées par ces derniers (Sheeran et al., 2017). Par exemple, selon la théorie du comportement planifié (Ajzen, 1991), les attitudes sont les croyances des individus quant aux conséquences instrumentales (e.g., « Être actif physiquement constitue quelque chose

d'utile à mes yeux ») et affectives (e.g., « Faire de l'activité physique est quelque chose de plaisant pour moi ») du comportement, tandis que le modèle des croyances relatives à la santé intègre les bénéfices attribués à l'adoption d'un certain comportement (Rosenstock, 1974). La capacité perçue à mettre en place le comportement ciblé est ensuite incluse dans la majorité de ces modèles, à travers le contrôle comportemental perçu dans la théorie du comportement planifié (e.g., « Pratiquer de l'activité est quelque chose que je peux contrôler » ; « Je me sens confiant dans ma capacité à pratiquer une activité physique régulière ») ou du sentiment d'efficacité personnelle dans la théorie sociale cognitive (e.g., « Je pense être capable de faire de l'activité physique trois fois par semaine, même si la météo est mauvaise » ; Bandura, 1986). Enfin, les influences perçues de l'entourage social comptent parmi les plus fréquemment modélisées. D'après la théorie du comportement planifié (Ajzen, 1991), les normes subjectives représentent la pression sociale perçue de s'engager ou non dans le comportement ciblé (e.g., « La plupart des personnes importantes pour moi pensent que je devrais pratiquer de l'activité physique »). En retour, cet ensemble d'attentes agit sur la mise en place du comportement soit directement (e.g., effet direct du contrôle comportemental perçu sur le comportement dans la théorie du comportement planifié), soit indirectement, à travers d'autres variables médiatrices. Parmi ces dernières, selon la théorie du comportement planifié (Ajzen, 1991), l'intention [4] renvoie à la variable la plus proximale du comportement et peut être définie comme le degré de volonté, d'effort ou de motivation que les personnes sont prêtes à consentir pour réaliser un comportement donné (Rhodes & Rebar, 2017).

## **2) Apports**

Ces modèles centrés sur les antécédents de l'intention et sur le lien intention-action ont été soutenus par de nombreuses preuves empiriques, notamment dans le domaine de la santé (Hagger et al., 2002 ; McEachan et al., 2016 ; McEachan et al., 2011). Pour l'activité physique, les relations positives des attitudes, du contrôle comportemental perçu et des normes subjectives avec l'intention d'être actif physiquement ont été solidement démontrées (Downs & Hausenblas, 2005). En retour, l'intention est reliée aux comportements de santé avec une association d'une magnitude faible à moyenne (e.g., McEachan et al., 2011). Prises ensemble, ces variables expliquent environ 24% de la variance dans les comportements d'activité physique – un pourcentage plus élevé lorsque le niveau d'activité physique est auto-rapporté

(e.g., par questionnaire) plutôt qu'estimé à l'aide d'accéléromètres ou de cardiofréquencemètres (McEachan et al., 2011).

Les études interventionnelles s'inscrivant dans ces approches sociocognitives visent ainsi à agir sur les différentes attentes pour changer les comportements des participants (Steinmetz et al., 2016). Des messages persuasifs ciblant les conséquences du comportement visé (e.g., mettre en avant les bénéfices de l'activité physique sur la santé), l'identification des obstacles à la mise en place du comportement, ou encore l'implication des autrui significatifs constituent autant de leviers pour agir, respectivement, sur les attitudes, le contrôle comportemental perçu et les normes sociales (e.g., Latimer et al., 2010).

### **3) Limites**

Force est de constater qu'une part non négligeable des comportements n'est pas expliquée par l'intention. Si une série d'arguments est proposée pour expliquer cette observation (Ajzen, 2015), la magnitude faible à moyenne du lien entre intention et comportement a été soulignée à de nombreuses reprises et dans de multiples domaines (Sheeran, 2002). Pour désigner cette traduction limitée de l'intention en action, le terme d'écart intention-comportement (*intention-behavior gap*) est utilisé [5]. Notamment, Rhodes et de Bruijn (2013) soulignent dans leur méta-analyse que 46% des personnes qui ont l'intention de pratiquer une activité physique ne traduisent pas cette intention en comportement. De manière analogue, Conner et al. (2022) révèlent qu'environ 54% des personnes interrogées (N = 909) ne parviennent pas à atteindre les recommandations d'activité physique au cours du mois venant de se dérouler, alors qu'elles rapportent l'intention d'être actives physiquement (analyse secondaire des données de Conner et al., 2021, présentée dans Conner et al., 2022).

La capacité limitée des modèles sociocognitifs à expliquer les comportements se prolonge lorsque l'on s'intéresse aux interventions basées sur ces approches. Notamment, pour un vaste ensemble de comportements, Webb & Sheeran (2006) montrent qu'un changement moyen à large dans les intentions ( $d = 0.66$ ) n'est associé qu'à un changement faible à moyen dans les comportements ( $d = 0.36$ ). Concernant l'activité physique, un changement dans l'intention d'être actif physiquement ( $d = 0.45$ ) ne s'accompagne que d'une faible altération du comportement ( $d = 0.15$ ; Rhodes & Dickau, 2012). Plus largement, au-delà du rôle de

l'intention, les travaux les plus récents font état d'une faible efficacité des interventions visant à l'adoption de comportements d'activité physique, quel que soit le modèle théorique mobilisé (Rhodes et al., 2021).

En somme, l'ensemble de ces travaux soulignent que les louables intentions que déclarent souvent les personnes peinent à se traduire en action. De plus, les interventions fondées sur les modèles sociocognitifs n'ont qu'une efficacité limitée lorsqu'il s'agit de modifier les comportements.

## II) Les modèles hybrides

### 1) Fondements théoriques

Pour compléter les modèles sociocognitifs, d'autres modèles théoriques intègrent de manière plus globale les processus d'autorégulation (*self-regulation*) [6]. Ce construit peut être défini comme l'ensemble des processus par lesquels les individus se fixent et poursuivent des buts puis régulent leurs actions pour atteindre ces buts, en guidant leur pensées, sentiments et comportements (Carver & Scheier, 1982). Parmi ces modèles théoriques, le modèle cybernétique (*cybernetic model*) de Carver et Scheier (1982) ou la théorie du contrôle de l'action (*action-control theory*) de Kuhl (1984) sont emblématiques. Notamment, l'approche cybernétique s'inspire directement de la manière dont les systèmes – vivants ou artificiels – s'organisent pour atteindre les standards fixés (Carver & Scheier, 1982). Plus précisément, le contrôle qu'exercent les systèmes sur leur fonctionnement reposerait sur quatre éléments inter-reliés: (1) un but, une intention ou un standard à atteindre ; (2) une information d'entrée sur l'état actuel du système ; (3) un système de contrôle qui permet de détecter l'écart entre l'état actuel du système et le but, l'intention ou le standard fixé et (4) un système d'action qui favorise la mise en place de comportements, d'idées ou de sentiments visant à la réduction du potentiel écart détecté par le système de contrôle. Dans le système « d'action » de l'autorégulation, les processus déployés visent ainsi à déplacer le soi d'un état actuel à un état désiré et renseignent de la manière dont les personnes cherchent à traduire leur intention en action.

Dans le sillon de l'autorégulation, des modèles hybrides (ou volitionnels), comme l'approche du processus d'action en santé (*Health Action Process Approach* ; HAPA ; Schwarzer & Luszczynska, 2008), le modèle Rubicon des phases de l'action (*Rubicon Model*



*of action phases* ; Heckhausen & Gollwitzer, 1987) ou encore le modèle MoVo (*MoVo process model* ; Fuchs et al., 2011) se sont développés. Si les distinctions entre ces modèles ne seront pas approfondies dans ce travail doctoral, soulignons plutôt ce qu'ils ont en commun. Ces modèles sont qualifiés d'hybrides car, à l'inverse de l'approche « linéaire » adoptée par des modèles comme la théorie du comportement planifié, ils proposent différentes étapes dans l'adoption d'un comportement, sollicitant des mécanismes distincts. Ils permettent notamment la distinction entre une phase pré-intentionnelle pendant laquelle l'intention d'adopter un certain comportement se développe, puis une phase post-intentionnelle (ou volitionnelle) pendant laquelle des stratégies d'autorégulation ayant pour fonction de favoriser la traduction de l'intention en action sont déployées.

Parmi ces stratégies, l'approche du processus d'action en santé et le modèle MoVo soulignent tous deux l'importance de la planification de l'action (*action planning*) [7]. Dans le modèle Rubicon, le terme « d'implémentation de l'intention » (*implementation intention*) [8] est utilisé. Bien que les deux termes aient parfois été utilisés de manière interchangeable et que les deux construits partagent une base commune (Hagger & Luszczynska, 2014), la planification de l'action et l'implémentation de l'intention sont distincts. La planification de l'action désigne une stratégie proactive au travers de laquelle les individus anticipent où, quand, comment et avec qui réaliser le comportement souhaité (e.g., « Ce lundi, à 18 heures après le travail, j'irai courir sur les bords de la rivière avec ma collègue de travail »). L'implémentation de l'intention renvoie aussi à une stratégie proactive, mais vise à associer, sous la forme d'un algorithme décisionnel « si-alors », des signaux environnementaux plus ciblés, moins complexes, avec la mise en place du comportement désiré (e.g., « Lorsque j'entendrai l'horloge de mon bureau sonner 18 heures, alors je mettrai mes baskets pour aller courir »). À noter qu'en plus de ces variables liées aux plans d'action communes aux trois modèles, d'autres mécanismes motivationnels sont intégrés : la planification du coping pour l'approche du processus d'action en santé (i.e., formulation de plans visant à surmonter les obstacles attendus susceptibles de remettre en question l'initiation et/ou le maintien de l'action, e.g., « Si la météo est mauvaise demain, alors j'irai nager plutôt qu'aller courir ») ou encore la protection volitionnelle de l'intention pour le modèle MoVo (i.e., stratégies permettant de faire face aux barrières rencontrées, comme la restructuration cognitive).

## **2) Effets de la planification de l'action et de l'implémentation de l'intention**

Comme nous l'avons montré auprès d'une population d'adolescents européens (Maltagliati et al., 2023), planifier l'action peut être coûteux du point des ressources de l'individu (Sjåstad & Baumeister, 2018). Mais une fois développées, la planification de l'action et l'implémentation de l'action facilitent la mise en place du comportement visé. Cette proposition a été confirmée par les méta-analyses conduites sur les comportements de santé, dont l'activité physique (Bélangier-Gravel et al., 2013 ; Carraro & Gaudreau, 2013 ; Silva et al., 2018).

Parmi les mécanismes sous-jacents à leurs effets (e.g., identification des moments les plus opportuns à l'action), les plans d'actions permettent une régulation comportementale automatique, en suscitant le développement d'associations entre des signaux environnementaux (e.g., « à 18 heures », « sur les bords de la rivière ») et l'action à mettre en place (e.g., « aller courir »). La notion d'automaticité faisant l'objet d'une attention particulière dans la suite du travail doctoral, elle n'est pas davantage développée dans cette section. Les études précédentes ont en effet révélé, en situation de laboratoire, que l'implémentation d'intentions augmentait l'accessibilité cognitive des signaux environnementaux (Webb & Sheeran, 2007) ou favorisait une poursuite automatique du but dans des situations de choix (Bayer et al., 2009 ; Parks-Stamm et al., 2007). Une étude que nous avons réalisée a permis d'étendre ces résultats en contexte écologique dans le domaine de l'activité physique (Maltagliati et al., 2023). Plus précisément, nous avons montré, auprès d'une population de 124 adultes, que la planification de l'action était positivement associée au niveau d'activité physique mesuré par accéléromètre pendant sept jours. Les analyses réalisées à partir d'une modélisation par équations structurelles supportaient l'effet médiateur de l'automaticité dans l'association entre planification de l'action et niveau d'activité physique : la planification de l'action augmentait le niveau d'automaticité de la régulation comportementale qui, en retour, favorisait l'engagement dans l'activité physique.

L'accumulation de preuves empiriques soutenant les hypothèses théoriques de ces modèles hybrides ont suscité de nombreuses études interventionnelles (voir Silva et al., 2018 pour une méta-analyse). Dans ces dernières, après avoir développé leur intention d'adopter le comportement visé (e.g., être actif physiquement), les participants bénéficient généralement de programmes les invitant à planifier leur activité physique (e.g., anticiper où, quand, comment,

avec qui pratiquer de l'activité physique) ou à associer des signaux environnementaux plus précis avec la mise en place du comportement (i.e., implémentation de l'intention). Selon l'approche théorique adoptée, les participants peuvent aussi être invités à planifier leur adaptation aux barrières rencontrées (i.e., planification du coping dans l'approche du processus d'action en santé) ou à développer des stratégies permettant de faire face à ces barrières (i.e., protection volitionnelle de l'intention dans le modèle MoVo).

### **3) Limites des modèles hybrides**

Parallèlement au développement de ces modèles hybrides, une part substantielle des travaux scientifiques s'est attachée à l'identification des variables modulatrices de l'écart intention-action : à quelles conditions l'intention d'activité physique est-elle davantage susceptible de se convertir en action (Rhodes et al., 2022 ; Rhodes & Dickau, 2013) ? Or, force est de constater que les modulateurs identifiés par ces travaux sont relativement disjoints des mécanismes motivationnels ciblés par les modèles hybrides. Ces modulateurs peuvent être classés en six catégories : (1) les dimensions liées à la poursuite du but, (2) les bases de l'intention, (3) la stabilité de l'intention, (4) les comportements passés et les habitudes, (5) les traits de personnalité et (6) les facteurs sociodémographiques (Conner & Norman, 2022). Parmi ces variables modulatrices, certaines se sont avérées particulièrement prometteuses pour expliquer l'écart intention-action dans le domaine de l'activité physique (Rhodes et al., 2022). Par exemple, lorsque les individus présentent des regrets anticipés élevés ou des attitudes affective positives (catégorie « base de l'intention »), une forte stabilité dans leur intention (catégorie « stabilité de l'intention »), un contrôle comportemental fort (catégorie liée « à la poursuite du but »), une forte détermination à maintenir leur intention (catégorie liée « à la poursuite du but »), un faible conflit avec d'autres buts (catégorie liée « à la poursuite du but »), ou une identité fortement associée à l'activité physique (catégorie « comportements passés et habitudes »), l'écart intention-action se réduit (Rhodes et al., 2022).

Dans la suite de ce document, nous focaliserons notre attention sur le conflit entre l'activité physique et des comportements sédentaires pour expliquer l'écart intention-action [8]. Au moins deux arguments sont à l'origine de ce choix. Premièrement, la diminution des niveaux d'activité physique et l'augmentation des comportements sédentaires laissent à penser que des relations synergiques existent concernant l'engagement dans ces deux comportements, comme

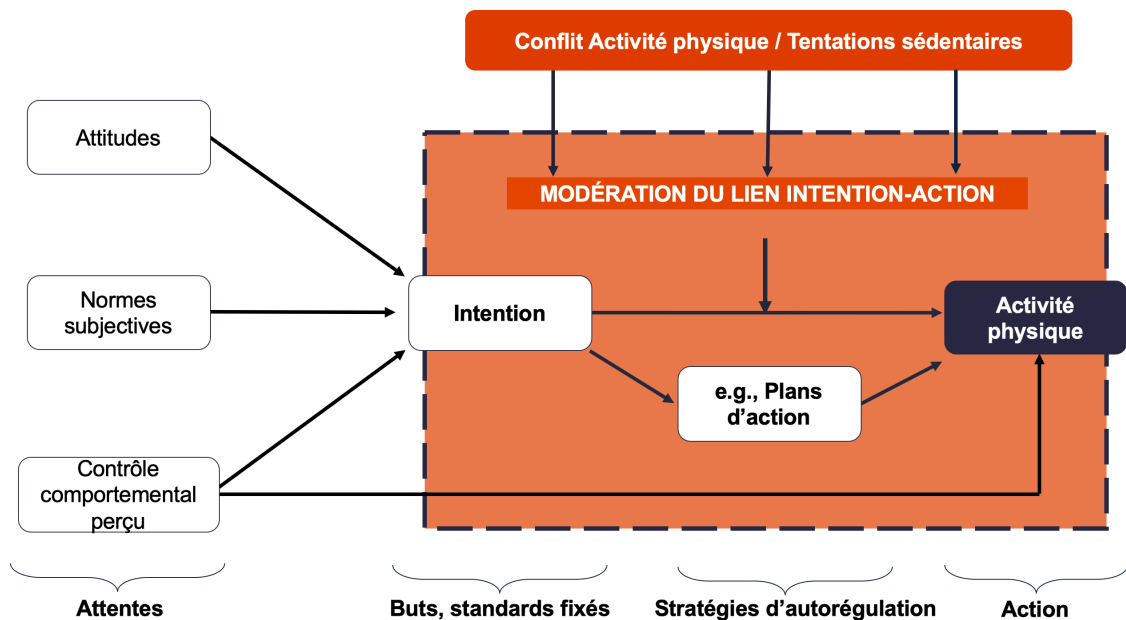
nous l'avons d'ailleurs démontré empiriquement dans un manuscrit non présenté dans ce travail doctoral (Maltagliati, Sarrazin, et al., 2021). Deuxièmement, de manière globale, dans leur vie quotidienne, les personnes font souvent face à des situations de conflit. Une étude réalisée par échantillonnage de l'expérience révèle notamment qu'environ 50% des désirs éprouvés par les individus (e.g., manger, dormir) deviennent problématiques au sens où ils entrent en conflit avec un autre but (Hofmann et al., 2012). Le contexte de l'activité physique ne fait pas exception à la règle puisque le désir d'être sédentaire peut entrer en conflit avec l'intention d'être actif physiquement (Forestier et al., 2018). Dans une étude transversale de Rhodes et Blanchard (2008), l'intention de regarder la télévision était associée négativement au niveau d'activité physique auto-rapportée, et ceci après avoir tenu compte des effets de l'intention d'être actif physiquement. Cependant, les mécanismes sous-jacents à la régulation de ces situations conflictuelles demeurent méconnus.

Aussi, force est de constater que si le conflit figure parmi les modulateurs les plus importants de l'écart intention-action, il demeure peu intégré théoriquement par les modèles cités précédemment ([Figure 2](#)). Notamment, les modèles sociocognitifs et les modèles hybrides, envisagent de manière indirecte le conflit qui peut émerger entre le comportement visé (e.g., l'activité physique) et les alternatives comportementales pouvant s'opposer aux intentions (e.g., les comportements sédentaires). Par exemple, parmi les trois modèles hybrides cités, l'approche du processus d'action en santé et le modèle MoVo envisagent ce conflit, mais de manière indirecte, à travers la planification du coping ou de la protection volitionnelle de l'intention. Or, les barrières qui sont censées être dépassées par ces stratégies sont entendues au sens large du terme (e.g., manque de temps, mauvaise météo) et ne ciblent pas spécifiquement le conflit entre but et tentations. Cette observation pourrait d'ailleurs expliquer pourquoi, si dans l'ensemble, les interventions ciblant la planification de l'action sont assez efficaces pour promouvoir l'adoption de l'activité physique, une certaine hétérogénéité dans les résultats de ces études interventionnelles a aussi été soulevée par (voir Silva et al., 2018 pour une méta-analyse).

Ainsi, bien qu'il soit parfois proposé que la planification de l'action ou l'implémentation de l'intention préviennent la survenue même de ces conflits en suscitant un mode de régulation plus automatique, cette proposition n'est que rarement expérimentalement éprouvée. Le Chapitre 2 aborde la notion de contrôle de soi (*self-control*) qui, intégrée dans les processus

d'autorégulation, permet d'envisager de manière plus directe le conflit entre activité physique et comportements sédentaires.

**Figure 2.** Résumé graphique du Chapitre 1, à partir de l'exemple de la théorie du comportement planifié (Ajzen, 1991).



*Note.* Cette figure illustre la complémentarité entre les modèles sociocognitifs, comme la théorie du comportement planifié (Ajzen, 1991), et les modèles hybrides, comme l'approche du processus d'action en santé (Schwarzer & Luszczynska, 2008). Ces modèles hybrides proposent d'intégrer des stratégies d'autorégulation, comme la planification de l'action, qui pourraient expliquer le lien entre l'intention et l'action. Cependant, l'ensemble de ces modèles envisagent de manière assez indirecte le conflit pouvant survenir entre le but et les tentations – un modulateur pourtant essentiel du lien intention-action.

## Résumé du Chapitre 1

Les **modèles sociocognitifs**, comme la théorie du comportement planifié, sont fondés sur l'idée que les comportements sont guidés, à travers la notion **d'intention**, par les attentes concernant les états finaux ou conséquences associés à la réalisation de ces comportements. Ces modèles ont joué un rôle majeur dans l'avancée des connaissances théoriques et dans le développement d'interventions dans le domaine de l'activité physique. Pourtant, **l'écart intention-action** observé dans de nombreuses études a conduit à certaines critiques de ces modèles : l'intention ne se traduit pas toujours en action et les interventions ciblant les attentes n'ont qu'une efficacité limitée pour changer les comportements. Les théories centrées sur **l'autorégulation** et le modèle cybernétique notamment proposent, qu'au-delà de la fixation du but, les boucles d'action et de contrôle permettent de déplacer le soi d'un état actuel vers un état désiré. Des **modèles hybrides** se sont emparés de cette approche pour envisager les mécanismes par lesquels les individus peuvent traduire leur intention en action. **La planification de l'action** représente, entre autres, un mécanisme essentiel de la boucle d'action et constitue une variable centrale dans la plupart des modèles hybrides. Cependant, force est de constater que ces modèles n'intègrent pas directement les **processus conflictuels** entre le but et les alternatives comportementales pouvant s'opposer à son atteinte – un modulateur pourtant critique de l'écart entre intention-action. Il est donc nécessaire de porter attention à d'autres mécanismes à l'œuvre dans la boucle d'action des processus d'autorégulation qui pourraient sous-tendre la capacité à convertir l'intention en action. Parmi ces mécanismes, le **contrôle de soi** joue un rôle clé dans la résolution du conflit entre le but à long terme et les tentations.

## Chapitre 2 – La résistance aux tentations

---

Pour introduire ce Chapitre, nous proposons une définition du contrôle de soi et des termes qui lui sont associés (i.e., buts, désirs, tentations, conflit). Ces définitions permettront ensuite de présenter des propositions théoriques et des preuves empiriques suggérant l'émergence de conflits entre l'intention d'être actif physiquement et les tentations sédentaires. Après avoir souligné la prégnance de ces conflits, nous reviendrons en détails sur les modèles théoriques liés au contrôle de soi et envisagerons leurs implications dans le contexte de l'activité physique.

### I) Éléments de définition

Les termes « d'autorégulation » et de « contrôle de soi » ont souvent été utilisés de manière équivalente. Le contrôle de soi [9] renvoie pourtant à une seule dimension du processus d'autorégulation et cette composante est intégrée au cœur du système d'action de l'autorégulation. Derrière le terme « parapluie » qu'est l'autorégulation, et en concert avec d'autres mécanismes d'autorégulation (e.g., fixation du but, planification de l'action, désengagement), le contrôle de soi participe donc du déplacement du soi d'un état actuel vers un état désiré en jouant un rôle spécifique dans la résolution des conflits entre le but et les tentations (Inzlicht et al., 2021). Avant de définir précisément le contrôle de soi, nous discutons rapidement de la notion de buts, de désirs, de tentations et de conflit.

Un but constitue une représentation mentale d'un état final désiré qu'une personne cherche à atteindre (Inzlicht et al., 2021) [10]. Généralement, un but est défini sur un empan temporel relativement large, et se distingue par son caractère de haut niveau et abstrait (e.g., être actif physiquement pour les bénéfices que cela procure sur la santé). L'intention constitue l'opérationnalisation du but à long terme dans la mesure où elle précise les comportements que les personnes sont prêtes à réaliser pour atteindre ce but, cet état final désiré (e.g., pratiquer au moins 30 minutes d'activité physique la plupart des jours de la semaine). Mais d'autres buts à plus court terme, de plus bas niveau et plus concrets peuvent aussi être poursuivis (e.g., vouloir se prélasser dans son canapé), sans qu'ils ne servent à la réalisation du but à plus long terme. Ces buts à plus court terme génèrent souvent des désirs [11], pouvant être qualifiés de viscéraux et étant associés à une forte inclination à agir (Kotabe & Hofmann, 2015). Ce désir devient « problématique » et peut être qualifié de tentation [12] lorsque ce désir envers le but à court

terme entre en conflit avec le but à plus long terme. Aussi, indiquons tout de suite que le désir de se prélasser dans son canapé ne peut être qualifié de tentation que si l'individu a, dans le même temps, l'intention d'aller pratiquer de l'activité physique, ou qu'il poursuit un autre but à plus long terme, comme se mettre au travail à l'approche d'une échéance importante.

Un conflit se définit alors comme l'incompatibilité entre deux buts, simultanément activés, mutuellement exclusifs et qui ne peuvent donner lieu qu'à une réponse comportementale unique (Inzlicht et al., 2021) [13]. Par exemple, en rentrant chez lui, une personne peut avoir à la fois l'intention d'aller courir et se sentir tenté par l'idée d'utiliser sa tablette en se prélassant dans son canapé. Dans ce cas, les deux opportunités comportementales sont reliées à des buts activés simultanément (i.e., la personne souhaite traduire son intention d'être actif en action, au service de son but à long terme, mais éprouve également un désir à l'égard du comportement sédentaire). Ces deux opportunités comportementales sont mutuellement exclusives (i.e., il est impossible d'aller courir, tout en se prélassant dans son canapé, et vice versa) et ne peuvent donner lieu qu'à une seule réponse comportementale (i.e., aller courir ou se prélasser dans son canapé).

Le contrôle de soi renvoie ainsi à l'ensemble des processus qui favorisent la réalisation de buts à long terme lorsqu'ils entrent en conflit avec des buts plus immédiats (Inzlicht et al., 2021). Ces deux buts se caractérisent souvent par leur asymétrie, à savoir que l'un renvoie à un but à long terme, associé à une récompense élevée mais différée dans le temps, tandis que l'autre renvoie à une tentation, associée à une récompense plus immédiate. À noter que certains modèles (e.g., Kruglanski et al., 2002) n'imposent pas ce critère d'asymétrie et envisagent que des processus conflictuels peuvent aussi être déclenchés lorsque deux buts à plus long terme entrent en conflit, en raison de contraintes de temps par exemple (e.g., en fin de journée, vouloir être actif physiquement vs vouloir travailler pour rendre un manuscrit de thèse à l'approche d'une échéance importante). Cependant, dans le cadre de cette thèse, nous focaliserons notre attention sur les conflits entre le but à long terme et les tentations plus immédiates.

Finalement, le contrôle de soi peut être modélisé sous la forme d'un processus par étapes (e.g., Kotabe & Hofmann, 2015). Tout d'abord, l'individu éprouve un désir envers une alternative comportementale offrant une gratification immédiate. Ce désir devient une tentation s'il s'oppose à un but à un long terme qui est activé simultanément. En retour, l'incompatibilité entre ces deux buts (e.g., le but à long terme et la tentation) génère un conflit. L'occurrence de



ce conflit peut donner lieu au déploiement d'un ensemble d'actions, pensées ou sentiments dirigés vers la résolution du conflit – la phase opérationnelle du contrôle de soi que nous aborderons plus en détails par la suite. Lorsque ces actions, pensées ou sentiments permettent au but à long terme de surpasser le désir, alors le comportement lié au but à long terme est mis en place – on parlera dans ce cas de réussite du processus de contrôle de soi. En revanche, lorsque la phase opérationnelle du contrôle de soi ne permet pas au but à long terme de surpasser le désir, l'alternative comportementale tentante est choisie, cette situation sera qualifiée d'échec du processus de contrôle de soi (Kotabe & Hofmann, 2015)

## **II) Pourquoi éprouve-t-on un conflit entre activité physique et sédentarité ?**

Comme nous l'avons présenté dans l'introduction, la plupart des personnes déclarent avoir l'intention être actif physiquement (Rhodes & Dickau, 2013), bien conscientes des nombreux bénéfices que procure ce comportement de santé. Or, face à cette intention, les personnes évoluent aussi dans des environnements où les alternatives sédentaires sont nombreuses et offrent des récompenses plus immédiates. Notamment, la théorie de la minimisation de l'effort dans l'activité physique propose que l'attraction vers des comportements sédentaires peut s'expliquer par la gratification immédiate associée à ces comportements, résultant des perceptions positives générées par la minimisation de l'effort physique (Cheval & Boisgontier, 2021). S'appuyant sur une approche neuroscientifique de l'effort (Bernacer et al., 2019 ; Klein-Flügge et al., 2016 ; Pessiglione et al., 2006 ; Prévost et al., 2010) et ancrée dans une perspective évolutionniste (Cheval, Radel, et al., 2018 ; Lieberman, 2015), cette théorie postule que les personnes cherchent à éviter les efforts physiques non nécessaires. Des signaux environnementaux véhiculant des opportunités de minimiser l'effort physique possèdent donc une certaine valeur attractive et peuvent générer un fort désir de s'engager dans ces comportements à faible dépense énergétique.

En soutien de cette théorie, des travaux récents soulignent que les comportements sédentaires sont perçus comme gratifiants (Cheval, Radel, et al., 2018). En particulier, les personnes éprouvent des difficultés à inhiber leur attraction à l'égard de ces comportements (Cheval, Cabral, et al., 2021 ; Cheval, Daou, et al., 2020 ; Cheval, Tipura, et al., 2018). Par exemples, des mesures électroencéphalographiques (EEG) ont révélé qu'éviter les stimuli sédentaires était associé à une activité plus importante du cortex frontal médian et du cortex

frontocentral, qui sont respectivement en lien avec la résolution de conflits et à l'inhibition (Cheval, Cabral, et al., 2021 ; Cheval, Tipura, et al., 2018). Des études longitudinales menées auprès de larges cohortes suggèrent aussi plus indirectement que les individus doivent pouvoir compter sur des ressources cognitives importantes pour lutter contre leur attraction vers les comportements sédentaires (Cheval et al., 2019 ; Cheval, Orsholits, et al., 2020). Cette proposition est également cohérente avec des travaux montrant que les personnes ont tendance à s'engager dans des comportements sédentaires lorsqu'elles se sentent fatiguées ou qu'elles cherchent à retrouver de l'énergie (Maher & Dunton, 2020 ; Rawlings et al., 2019).

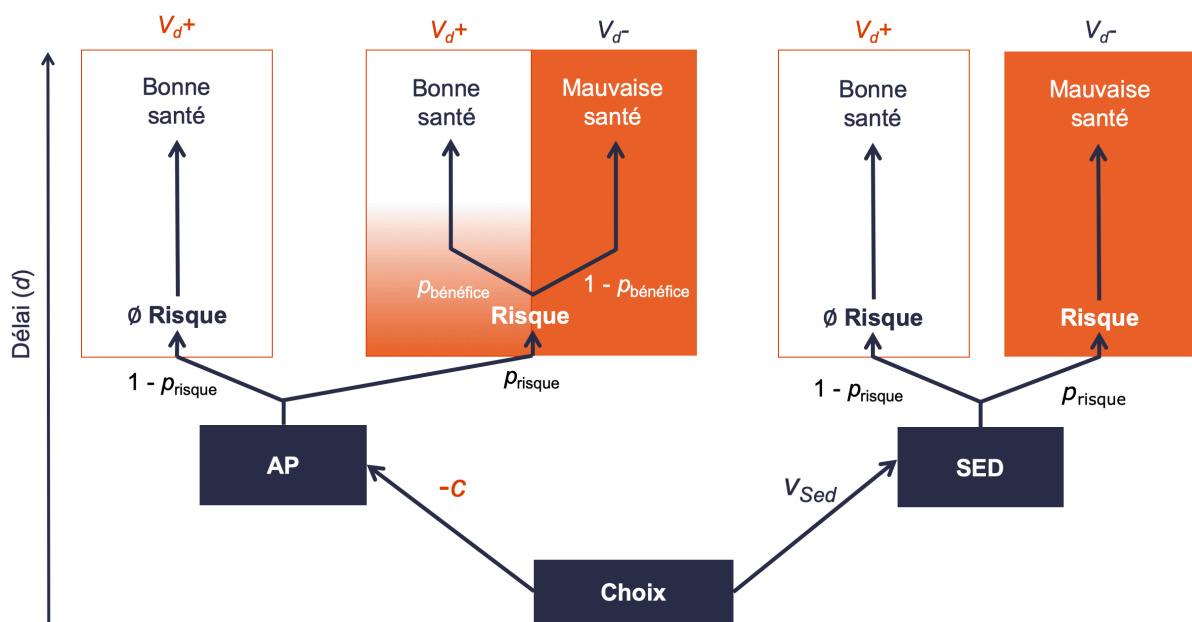
### **1) Contribution théorique n°1**

En somme, la lutte entre deux buts simultanés mais incompatibles – l'intention d'être actif physiquement d'une part, en particulier lorsqu'elle est fondée sur l'obtention de bénéfices à long terme, et l'attrait pour des activités sédentaires tentantes d'autre part – constitue l'archétype d'un conflit (e.g., Epstein & Roemmich, 2001). Nous avons notamment souligné la prégnance de ce conflit entre activité physique et sédentarité dans un article d'opinion (Maltagliati et al., 2022). Plus précisément, nous y montrons que l'intention d'être actif physiquement, lorsqu'elle se focalise sur les bénéfices à long terme pour la santé, est particulièrement susceptible de rentrer en conflit avec les alternatives sédentaires, ces dernières procurant des récompenses bien plus immédiates ([Figure 3](#)). Ainsi, promouvoir les bénéfices de l'activité physique nous semble nécessaire pour développer l'intention d'être actif physiquement, mais demeure peu opérant pour favoriser un engagement durable dans l'activité physique, face à la présence de tentations sédentaires. Cette Contribution théorique, au carrefour des sciences de la décision, et ses apports sont résumés ci-dessous et sa version complète est disponible en [Annexe n°1](#).

À l'instar de la théorie du comportement planifié, en neurosciences comme en économie comportementale, la plupart des modèles s'accordent sur l'idée que les décisions reposent sur une série de processus cognitifs permettant d'attribuer une valeur subjective aux différentes alternatives comportementales (Rangel & Hare, 2010). Plus la valeur attribuée à une alternative est élevée (i.e., hauts bénéfices et faibles coûts/risques), plus la probabilité de sélectionner cette alternative parmi les options possibles augmente – les individus étant tournés vers la recherche de la maximisation de la valeur entre les options possibles. Par exemple, dans le cas de l'activité physique, au moment de choisir entre activité physique et comportements sédentaires (e.g.,

courir ou regarder la télévision dans son canapé), cette situation implique de comparer les bénéfices potentiels (e.g., « Je sais que l'activité physique améliorera ma santé mais... ») et les coûts associés à l'activité physique (e.g. « courir demande tellement d'efforts et génère un tel inconfort ! ») associés à l'activité physique avec les bénéfices potentiels (e.g., « Regarder mon émission de télévision préférée me fera probablement rire mais... ») et les coûts de l'option sédentaire (« rester assis trop longtemps peut avoir un impact négatif sur ma santé à long terme »).

**Figure 3.** Résumé graphique de la Contribution théorique n°1.



*Note.* AP : Activité physique ; SED : alternatives sédentaires. Quand les bénéfices pour la santé sont les seules raisons à l'action, alors les coûts ( $c$ ) liés à l'activité physique (e.g., l'effort) et la valeur subjective attribuée aux alternatives sédentaires (i.e.,  $V_{Sed}$ , lié à l'effort faible à fournir, au plaisir associé au comportement réalisé en position assise) constituent les principaux déterminants du choix réalisé. Par contraste, la valeur subjective attribuée aux bénéfices pour la santé a peu d'effet sur le choix dans la mesure où ils sont dépendants de multiples paramètres (e.g. la valeur attribuée au fait d'être en bonne [ $V_{d+}$ ] ou en mauvaise santé [ $V_{d-}$ ], au risque perçu [vs. à l'absence de risque ; Ø Risque] d'être en mauvaise santé [ $p_{risque}$ ] dans le futur [ $d$ ] et aux croyances concernant les bénéfices de l'activité physique sur la santé [ $p_{bénéfice}$ ]).

Nous soulignons alors que, si les attentes liées aux bénéfices de l'activité physique sur la santé pourraient à première vue être associées à une haute valeur subjective, trois paramètres critiques dans la prise en décision viennent affaiblir cette valeur et sont susceptibles de faire

pencher la balance en faveur de l'alternative sédentaire. Le coût de l'effort à investir pour obtenir des bénéfices sur la santé – i.e., *effort-discounting* (ou dévaluation de la récompense à cause de l'effort à fournir), le délai entre le moment du choix et l'obtention de ces bénéfices – i.e., *delay-discounting* (ou dévaluation de la récompense à cause du temps qu'il faut patienter avant de l'obtenir) et les mécanismes liés à la distorsion des croyances (i.e., *beliefs distortion*) – qui tendent à minimiser les bienfaits de l'activité physique pour la santé ou les risques pour celle-ci que présentent les activités sédentaires – viennent conjointement diminuer la valeur attribuée aux alternatives d'activité physique. Lorsque la seule raison d'être physiquement actif est liée aux bénéfices de ce comportement sur la santé, il devient peu probable que les individus parviennent à s'engager de manière durable dans l'activité physique, à dépasser leur attraction vers les alternatives sédentaires concurrentes.

En somme, la capacité à organiser les choix entre activité physique et tentations sédentaires semble jouer un rôle clé dans l'adoption d'un mode de vie actif. Nous présentons maintenant les mécanismes de contrôle de soi par lesquels les personnes pourraient faire face à ces situations de conflit entre buts et tentations.

### Apports de la Contribution n°1

À partir d'une approche à la croisée des sciences de la décision (i.e., psychologie, économie comportementale, neurosciences), cette Contribution théorique permet de comprendre pourquoi l'intention d'être actif physiquement, lorsqu'elle repose uniquement sur les attentes liées aux bénéfices de l'activité physique sur la santé, peut difficilement se traduire en action. Des facteurs impliqués dans la prise de décision sont mis en relation avec les caractéristiques des comportements actifs et sédentaires (coût de l'effort, délai de la récompense, mécanismes de distorsion des croyances) et expliquent l'affaiblissement de la valeur subjective attribuée à l'option d'activité physique, lorsqu'elle est comparée à celles attribuée aux tentations sédentaires. Plus largement, la mobilisation des modèles de la prise de décision amène à souligner l'importance de considérer les comportements d'activité physique dans des situations conflictuelles où les personnes doivent choisir entre des comportements d'activité physique et des comportements sédentaires.

### **III) Le contrôle de soi : d'une conception dispositionnelle à une approche plus fonctionnelle**

De nombreuses approches théoriques coexistent et envisagent le contrôle de soi sous des angles bien différents. Plutôt que de décrire exhaustivement l'ensemble de ces approches, nous tentons de retracer les arguments expliquant le glissement théorique d'une approche centrée sur la seule inhibition coûteuse et volontaire de l'attraction vers les tentations à une approche plus fonctionnelle intégrant des mécanismes plus stratégiques pour favoriser la résolution du conflit entre tentations et but à long terme.

#### **1) Les modèles centrés sur l'inhibition coûteuse de la tentation**

Les travaux portant sur le contrôle de soi se sont initialement développés en partant d'une conceptualisation restrictive des mécanismes considérés. Le contrôle de soi était à l'origine défini comme le processus coûteux et volontaire d'inhibition de l'attraction vers les tentations (*effortful inhibition* ; Baumeister et al., 1994). Deux types de modèles théoriques se sont construits sur cette vision du contrôle de soi. La première catégorie de modèles est organisée autour d'états et investigate les différences intra-individuelles à l'origine des fluctuations dans la capacité à résister aux tentations au cours du temps ou des situations (Baumeister et al., 1994). La seconde catégorie de modèles envisage davantage le contrôle de soi comme une capacité, un trait et s'intéresse aux différences inter-individuelles pour expliquer l'inégale capacité à résister aux tentations (Tangney et al., 2004). Ces modèles partagent l'idée selon laquelle l'action d'inhibition est coûteuse du point de vue des ressources et repose sur des processus délibératifs.

#### **2) Les modèles du contrôle de soi centrés sur la notion d'états**

Le modèle de la force du contrôle de soi (*strength model of self-control*) constitue un influent modèle centré sur les états de contrôle de soi (Baumeister & Vohs, 2007), malgré de nombreuses critiques à son égard (e.g., Forestier et al., 2022). Selon ce modèle, la capacité à inhiber une réponse dominante non désirée, comme une attraction vers une tentation sédentaire, est reliée à l'état des ressources de contrôle de soi [14]. Ces ressources de contrôle de soi sont conceptualisées comme étant centralement distribuées et aspécifiques : une quantité limitée de ressources est disponible pour faire face à l'ensemble des situations dans lesquelles une réponse

dominante doit être inhibée. En tissant l'analogie avec le caractère épuisable d'un muscle, les auteurs postulent que ces ressources de contrôle de soi diminuent après avoir réalisé un effort d'inhibition, jusqu'à s'épuiser. Lorsque ces ressources sont complètement épuisées, cet état explique l'incapacité à inhiber des réponses dominantes : on parle alors d'épuisement de l'égo (*ego depletion*). Le paradigme expérimental le plus fréquemment utilisé pour tester cette hypothèse consiste à exposer les participants à une première tâche expérimentale sollicitant les fonctions inhibitrices, puis à les inviter à compléter une seconde tâche dans laquelle leurs ressources de contrôle de soi sont à nouveau censées être mobilisées. Dans leur étude princeps, Baumeister et al (1998) demandaient aux participants de manger des radis, malgré la présence de chocolat sur la table, avant de les inviter à réaliser des puzzles insolubles. En comparaison aux personnes n'ayant pas eu à mobiliser leurs ressources de contrôle de soi dans la première tâche (i.e., à inhiber volontairement leur attraction vers le chocolat), ceux placés dans la condition conflictuelle entre radis et chocolat abandonnaient plus rapidement dans la seconde tâche de résolution de puzzles.

Cette approche autour du phénomène de l'épuisement des ressources de contrôle de soi a ouvert la voie à de nombreux travaux et suscité le développement d'autres paradigmes expérimentaux pour éprouver les différentes hypothèses du modèle initial (e.g., tâches ciblant les capacités d'inhibition). Par exemple, dans le domaine de l'activité physique, suite à une tâche cognitive mobilisant les ressources de contrôle de soi, des athlètes réalisaient moins d'efforts lors d'un exercice physique (e.g., réaliser autant de pompes que possible ; Dorris et al., 2012). De plus, des interventions ont été proposées afin d'entraîner ces ressources de contrôle de soi et de renforcer les capacités inhibitrices des participants (Baumeister et al., 2006). Cependant, au cours des dernières années, de nombreuses controverses sont venues fragiliser ces fondements théoriques et la robustesse des preuves empiriques. La répliquabilité du phénomène d'épuisement des ressources de contrôle de soi a été mise à mal par l'inconsistance des manipulations expérimentales (e.g., Hagger et al., 2016 ; Vohs et al., 2021) et des méta-analyses (e.g., Dang, 2018), tandis que les hypothèses portant sur les marqueurs physiologiques sous-jacents au mécanisme d'épuisement de l'égo (e.g., glucose) n'ont pas été confirmées (Kurzban, 2010).

Des explications ont été proposées pour rendre compte des effets (parfois) observés sur la réduction des performances dans la seconde tâche, après la diminution des ressources de contrôle de soi dans la première tâche. Ces explications suggèrent que les effets dans la seconde

tâche sont liés à une baisse de l'attention ou de la motivation à contrôler les réponses, plutôt qu'à la réduction des ressources de contrôle de soi (e.g., Inzlicht & Berkman, 2015). Il est en effet difficile de distinguer, en fonction du paradigme expérimental mobilisé, la réduction de ces ressources de contrôle de soi par rapport à d'autres phénomènes cognitifs, comme la fatigue mentale ou encore l'ennui (e.g., Milyavskaya et al., 2019). Cette remise en question du modèle de la force du contrôle de soi a finalement encouragé à envisager de manière moins exclusive le rôle des ressources de contrôle de soi dans la capacité à résister aux tentations, ainsi qu'à élaborer des hypothèses dont la falsification puisse être plus clairement éprouvée (Forestier et al., 2022).

### **3) Les modèles du contrôle de soi centrés sur les traits**

Selon les modèles du contrôle de soi centrés sur les traits, la capacité à résister aux tentations peut être considérée comme relativement stable d'une situation à une autre et au cours du temps, mais varie d'une personne à une autre. En particulier, le trait de contrôle de soi [15] a fait l'objet d'une attention particulière dans la littérature existante. Ce trait peut être notamment mesuré grâce à l'échelle de contrôle de soi (Tangney et al., 2004). Si la structure factorielle de l'outil (i.e., unidimensionnelle vs multidimensionnelle) et ses facettes restent discutées (e.g., Lindner et al., 2015), cette échelle a été utilisée dans plusieurs centaines d'études (de Ridder et al., 2012). Le trait de contrôle de soi corrèle à la fois avec l'adoption de comportements désirés (i.e., liés à leur but à long terme) et à l'inhibition de comportements non désirés (i.e., liés aux tentations ; de Ridder et al., 2012). Un haut trait de contrôle de soi est associé à un plus grand engagement dans l'activité physique, ainsi qu'à une plus grande adhérence dans les programmes d'activité physique proposés (voir Boat & Cooper, 2019 pour une revue). Le trait de contrôle de soi peut aussi fonctionner comme un modulateur de la relation intention-activité physique. Par exemple, l'intention semble prédire le niveau d'activité physique seulement lorsque les individus présentent un trait de contrôle de soi élevé (Pfeffer & Strobach, 2022).

D'autres modèles du contrôle de soi centrés sur les traits envisagent le trait d'impulsivité comme un facteur dispositionnel expliquant la capacité à faire face aux tentations. L'impulsivité se définit comme une prédisposition à (ré-)agir de façon non planifiée, spontanée aux stimuli rencontrés, sans considérer les conséquences que ces réactions peuvent avoir (Moeller et al., 2001) et peut être capturée, par exemple, à l'aide de l'échelle d'impulsivité de Barrat (Patton et al., 1995). Si le trait de contrôle de soi et l'impulsivité renvoient à des construits distincts, une

forte impulsivité est souvent considérée comme équivalente à un faible trait de contrôle de soi – ces deux caractéristiques se retrouvant aux extrêmes du spectre du contrôle de soi. La méta-analyse de de Ridder et al., (2012) souligne que l'impulsivité est elle aussi associée à l'inhibition de comportements non désirés (i.e., liés à des tentations). Dans le domaine de l'activité physique, relevons notamment que, dans le cas d'un conflit entre l'intention d'être actif physiquement et une forte tendance automatique d'approche à l'égard des tentations sédentaires, les individus sont moins d'autant moins susceptibles d'être actifs physiquement qu'ils présentent un fort trait d'impulsivité (Cheval, Sarrazin, Isoard-Gauthier, et al., 2016). Autrement dit, plus le trait d'impulsivité est marqué, plus les individus ont tendance à céder aux tentations sédentaires venant contrecarrer la traduction de l'intention en action. D'autres traits de personnalité proches, comme le caractère consciencieux, ont aussi été mis à jour mais ne seront pas davantage discutés ici, pas plus que les tâches comportementales visant à mesurer plus directement ces tendances dispositionnelles (e.g., tâches de choix entre des récompenses faibles obtenues immédiatement ou des récompenses supérieures, mais obtenues ultérieurement, *intertemporal choice task* ; Duckworth & Kern, 2011).

Il est cependant important de noter que ces modèles centrés sur les traits de contrôle de soi ont été remis en cause en raison de la nature dispositionnelle et stable du construit (e.g., Inzlicht & Friese, 2021). Altérer le trait de contrôle de soi semble particulièrement peu organisateur pour les études ciblant le changement des comportements – bien qu'un nombre croissant d'interventions soient proposées pour de modifier la structure de la personnalité (e.g., le caractère consciencieux ; Stieger et al., 2020). Certains modèles théoriques proposent alors d'intégrer traits de contrôle de soi et états des ressources de contrôle de soi, au côté d'autres précurseurs psychologiques, pour expliquer les processus permettant aux personnes d'inhiber leur attraction vers les tentations.

#### **4) Les modèles du contrôle de soi intégrant traits et états**

Ces modèles intégrant états et traits de contrôle de soi ont de particulier qu'ils considèrent davantage ces derniers construits comme des modulateurs du processus de contrôle de soi, que comme les seuls déterminants du contrôle de soi (e.g., Hofmann et al., 2009). Dans le modèle à double processus du contrôle de soi (*dual system model of self-control* ; Hofmann et al., 2009), le processus du contrôle de soi débute par la perception d'une discordance entre le système de Type 1 et le Système de Type 2 – systèmes que nous associerons respectivement



aux processus automatiques et aux processus délibératifs dans la suite du travail doctoral. Ancré dans les théories duales du comportement humain (e.g., Strack & Deutsch, 2004), les processus automatiques renvoient ici aux attractions que peuvent spontanément générer les tentations immédiatement présentes dans l'environnement (e.g., désirer se prélasser dans son canapé) et qui sont indépendantes du but à long terme. Les processus délibératifs correspondent par contraste aux opérations cognitives de plus haut niveau, reposant sur des mécanismes plus lents, mais aussi coûteux du point de vue des ressources (e.g., avoir l'intention d'être actif physiquement). Selon ce modèle, quand les processus délibératifs sont d'une force supérieure aux processus automatiques, alors les individus parviennent à résister à la tentation et peuvent s'engager dans le comportement sain. En revanche, lorsque les processus automatiques surpassent les processus plus délibératifs, les personnes ont davantage tendance à céder à la tentation plutôt qu'à convertir leur intention en action.

Parmi les modulateurs de cet arbitrage entre processus délibératifs et automatiques, on retrouve notamment le trait de contrôle de soi et l'état des ressources de contrôle de soi. Lorsque les ressources de contrôle de soi sont diminuées (Frieze, Hofmann, & Wänke, 2008 ; Hofmann et al., 2007) ou que les personnes présentent un trait de contrôle de soi peu marqué (Frieze & Hofmann, 2009), alors l'impulsion générée par les processus automatiques dirige le comportement vers les tentations plutôt que vers leur but à plus long terme (voir Frieze, Hofmann, & Schmitt, 2008 pour une revue). À nouveau, ce modèle insiste donc sur l'idée que résister aux tentations repose sur des processus coûteux (i.e., sur la force des processus délibératifs) dont le déploiement suppose, entre autres, que les personnes disposent des ressources de contrôle de soi nécessaires ou présentent un trait de contrôle de soi marqué.

### **5) Les limites des modèles du contrôle de soi centrés sur les états et les traits**

Ces approches théoriques centrées sur les états des ressources de contrôle de soi et les traits de contrôle de soi ont exercé une influence importante sur la manière d'appréhender la résolution des conflits entre le but et les tentations. Pourtant, l'accumulation de preuves empiriques et d'arguments conceptuels amène à penser que ces approches théoriques souffrent d'un certain nombre de limites.

La première limite formulée concerne la validité convergente de ces construits. Les études observent des associations non significatives, ou de très faible magnitude, entre le trait

de contrôle de soi et les performances dans des tâches d'inhibition, ces performances étant souvent utilisées pour capturer l'état des ressources de contrôle de soi (e.g., tâche de Stroop, tâche de Flanker ; Saunders et al., 2018). Ces résultats ne viennent pas remettre en cause la validité prédictive de ces construits, du moins pas celle du trait de contrôle de soi puisque ce construit est robustement associé avec un ensemble de comportements de santé (Ridder et al., 2012). Ces résultats soulignent, en revanche, que ces mesures (i.e., état et trait du contrôle de soi) ne correspondent pas à la même facette du construit unique qu'ils sont censés refléter (i.e., l'inhibition coûteuse des réponses dominantes). Comment expliquer ces faibles corrélations alors que l'échelle de contrôle de soi inclut de nombreux items ciblant justement la faculté à résister aux tentations (e.g., « Je suis bon pour résister aux tentations ») ? Pour le moment, la littérature n'apporte pas de réponses satisfaisantes à cette interrogation.

La seconde limite renvoie à la validité prédictive de ces construits, à leurs effets sur les comportements. Les états de contrôle de soi, lorsqu'ils sont opérationnalisés à travers des tâches ciblant l'inhibition (e.g., tâche de Flanker), ne prédisent pas de manière consistante les comportements liés à la poursuite du but à long terme (Saunders et al., 2022). Alors que Baumeister (2014) suggérait que le processus d'autorégulation consistait dans 80 à 90% des situations à l'inhibition d'une réponse dominante, la plupart des données ne soutiennent pas cette assertion. Les capacités d'inhibition – qu'elles soient opérationnalisées par des indicateurs comportementaux (i.e., erreurs d'inhibition ou temps de réaction) ou neuronaux ne sont pas associées aux désirs envers les tentations, à la résistance à ces désirs, à la tendance à succomber à ces désirs au cours d'une semaine, ou, plus globalement, au progrès dans le but à long terme (e.g., Saunders et al., 2022). Dans le domaine de l'activité physique, une étude récente n'a pas non plus révélé de relation significative entre les capacités d'inhibition, mesurées lors d'une tâche « stop-signal », et les niveaux auto-rapportés d'activité physique ou de comportements sédentaires (Forestier et al., 2023).

Enfin, concernant les processus sous-jacents, bien que le trait de contrôle de soi soit associé aux comportements de santé (de Ridder et al., 2012), cet effet est loin d'être uniquement sous-tendu par le mécanisme initialement proposé, à savoir l'inhibition coûteuse et volontaire de l'attraction vers tentations (Conner et al., 2023). Disposer d'un trait marqué de contrôle de soi semble en fait plutôt permettre de prévenir l'occurrence même des désirs envers les tentations ou des conflits (Hofmann et al., 2012 ; Schneider et al., 2019). Un constat qui a amené Fujita à conclure : « *plutôt que de décrire les individus qui sont en réussite dans le contrôle de*

*soi, l'inhibition coûteuse et volontaire des tentations semble plutôt décrire ceux qui y parviennent le moins* » (2020, p. 150, traduction libre). Bien que la résistance à l'attraction vers une tentation soit plus efficace que l'absence totale de résistance (Hofmann et al., 2012), mobiliser la seule force de sa volonté permet de résister à cette attraction dans seulement une situation sur deux (Milyavskaya, Saunders, et al., 2021). Au niveau phénoménologique, la lutte entre deux forces antagonistes risque par ailleurs de générer des émotions négatives (e.g., ambivalence, anxiété ; Saunders et al., 2017). Plus encore, une étude révèle qu'un effort de résistance plus élevé face aux tentations éprouvées n'est pas associé aux progrès dans le but à long terme (Milyavskaya & Inzlicht, 2017). En somme, l'inhibition coûteuse et volontaire de l'attraction vers les tentations est loin d'être le seul – et le plus efficace – des processus par lequel le contrôle de soi pourrait opérer (Inzlicht & Friese, 2021).

#### **IV) Les modèles centrés sur les stratégies de contrôle de soi**

L'ensemble de ces limites a conduit au développement de modèles théoriques qui dépassent la focalisation sur l'inhibition coûteuse et volontaire de l'attraction vers les tentations. Ces modèles s'intéressent davantage aux multiples processus par lesquels les individus progressent dans leur but à long terme, en dépit de la présence de tentations. Ces processus sont souvent désignés par le terme de « stratégies de contrôle de soi » [16], et composent une « boîte à outils » (Fujita et al., 2020), un « répertoire » (Werner & Ford, 2023) qu'il est possible d'utiliser stratégiquement dans la vie de tous les jours. Dépassant la seule centration sur l'inhibition de l'attraction vers les tentations, ces modèles proposent aussi que ces stratégies puissent être orientées vers le but poursuivi.

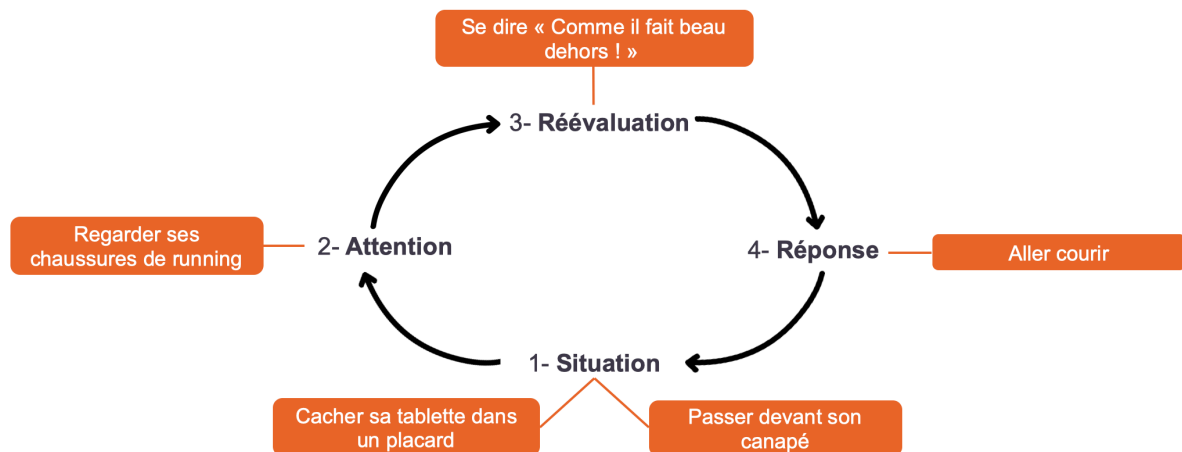
##### **1) Fondements théoriques**

Le modèle par processus du contrôle de soi (Duckworth et al., 2016) et sa version étendue (Werner & Ford, 2023) proposent une vision cyclique des stratégies pouvant être déployées aux différentes étapes composant le contrôle de soi (Figure 4). Concernant ces étapes, l'individu traverse une situation dans laquelle un désir peut être déclenché (e.g., voir sa tablette sur le canapé en passant de la chambre à la salle de bain avant d'aller courir). Ensuite, ce désir peut être soit augmenté, soit affaibli en fonction de l'attention portée aux caractéristiques de la situation (e.g., porter son regard sur le coussin moelleux posé sur le canapé ou sur le ciel bleu annonçant une belle course), puis de la réévaluation qui est faite de la situation (e.g., se dire

que, finalement, le canapé n'est pas si confortable que cela ou qu'il serait vraiment dommage de ne pas aller courir par un si beau temps). En fonction de la réévaluation opérée, une réponse est déclenchée. Cette réponse amène à une modification de la situation initiale et un nouveau cycle est généré. Lorsque l'évaluation résultant de cette série de cycles dépasse un certain seuil, alors un comportement est instigué, dirigé soit vers la tentation, soit vers le comportement lié au but à plus long terme. Par exemple, si en restant devant son canapé, l'étape « attentionnelle » amène la personne à concentrer son attention sur sa tablette ou sur l'oreiller, alors la réévaluation opérée renforce le désir perçu et peut amener finalement la personne à céder à la tentation sédentaire, plutôt qu'à réaliser la séance de course à pied prévue.

À chacune de ces étapes (i.e., situation–attention–réévaluation–réponse), un ensemble de stratégies de contrôle de soi peut être mobilisé pour réguler le conflit, qu'il soit anticipé ou vécu (Duckworth et al., 2016). Certaines stratégies renvoient à la sélection proactive de situations dans lesquelles le conflit entre le but à long terme et les tentations est peu probable (e.g., prévoir de pratiquer de l'activité physique directement après le travail, plutôt qu'après être rentré à son domicile – un espace où les tentations sédentaires sont plus nombreuses). Dans le même ordre d'idées, certaines stratégies correspondent à la modification de la situation afin de réduire le désir éprouvé (e.g., cacher la tablette dans un placard). À l'étape attentionnelle, les stratégies déployées visent à détourner volontairement l'attention de la source du désir, à focaliser son attention sur des signaux associés au but à long terme (e.g., lâcher des yeux sa tablette pour regarder en direction de ses chaussures de running) ou tout simplement à diriger son attention vers autre chose (e.g., penser à quelque chose d'amusant). À l'étape de la réévaluation, quand les individus se « distancient » de l'objet du désir ou de leur but à long terme en se les représentant de manière abstraite, ils sont davantage susceptibles de résoudre avec succès le conflit éprouvé (Fujita & Carnevale, 2012). Inviter à réfléchir au « pourquoi » de l'action (représentation abstraite), plutôt qu'au « comment » de l'action (représentation concrète) augmente la préférence pour des récompenses différées plutôt qu'immédiates et favorise les performances dans des tâches d'endurance par exemple (Fujita et al., 2006). En dernier lieu, certaines stratégies de contrôle de soi concernent la modulation de la réponse : l'individu tente volontairement de supprimer sa réponse à la force de sa volonté (e.g., « s'empêcher » de s'écrouler dans son canapé).

**Figure 4.** Modèle par processus du contrôle de soi de Duckworth et al. (2016).



*Note.* Figure adaptée de Duckworth et al., 2016.

Cette modélisation théorique a permis d'envisager une taxonomie des différentes stratégies de contrôle de soi. Une telle approche permet notamment d'examiner et de comparer leur efficacité dans l'atteinte du but poursuivi (Werner et al., 2022 ; Milyavskaya et al., 2021). Les auteurs du modèle par processus du contrôle de soi prédisent, à cet égard, que les stratégies situationnelles sont plus efficaces que les stratégies cognitives car elles interviennent à un stade plus précoce, permettant ainsi un affaiblissement rapide du désir envers l'alternative potentiellement tentante (Duckworth et al., 2016). À l'inverse, les stratégies intervenant aux stades ultérieurs peuvent être insuffisantes pour altérer la réponse dirigée vers la tentation – et peuvent même renforcer la saillance du désir.

La version étendue du modèle par processus du contrôle de soi propose d'aller plus loin dans l'approche fonctionnelle de ces stratégies de contrôle de soi (Werner et Ford, 2023). Plutôt que de comparer l'efficacité relative de stratégies (e.g., cognitive vs situationnelle), ce modèle souligne que certaines stratégies de contrôle de soi ne sont que rarement, en toutes circonstances et chez toutes les personnes, plus efficaces que d'autres. En ce sens, cette approche considère que le succès du contrôle de soi est à trouver à la fois dans la personne, mais aussi dans l'interaction avec la situation. Ainsi, Werner et Ford (2023) insistent sur deux aspects : (1) la diversité des stratégies de contrôle de soi qui peuvent être mises en place et (2) la flexibilité dans la sélection de la stratégie de contrôle de soi la plus adaptée à la situation rencontrée. Au moins deux études soulignent que plus le nombre de stratégies de contrôle de soi déployées est important (i.e., diversité) et plus le recours à ces stratégies disponibles fluctue pour un même individu (i.e., flexibilité), plus les personnes perçoivent être en réussite dans l'atteinte de leur

but à long terme (Bürgler et al., 2021 ; Werner et al., 2022). Plus encore, au travers du concept de « polyrégulation », les auteurs proposent que plusieurs stratégies de contrôle de soi peuvent être déployées de manière simultanée – une proposition corroborée par quelques travaux empiriques (Lopez et al., 2021 ; Milyavskaya et al., 2021). La sélection et la mise en place de ces stratégies sont censées dépendre de facteurs situationnels, comme l'intensité du désir éprouvé ou la valeur attribuée à la stratégie en tant que telle (e.g., détourner volontairement son attention de la tentation peut demander, en fin de journée, un effort trop important aux yeux de l'individu, l'empêchant d'implémenter cette stratégie), mais aussi de facteurs plus dispositionnels (e.g., croyances méta-motivationnelles ; Scholer et al., 2018), voire socioculturels (Higgins et al., 2008).

## **2) Limites des modèles centrés les stratégies de contrôle de soi**

Les modèles centrés sur les stratégies de contrôle de soi ont été peu mobilisés dans le domaine de l'activité physique (voir Stieger et al., 2023 pour une intervention ciblant ces stratégies). Cette approche semble pourtant prometteuse pour expliquer les différences de réussite dans l'atteinte du but à long terme (i.e., différence dans la diversité et la flexibilité du répertoire des stratégies de contrôle de soi). En revanche, ces approches restent relativement peu informatives lorsqu'il s'agit d'expliquer pourquoi les individus les plus en réussite dans leur but sont ceux qui ont développé la régulation la plus automatique du conflit entre but à long terme et tentations (Galla & Duckworth, 2015). En effet, les stratégies de contrôle de soi mentionnées par le modèle par processus du contrôle de soi renvoient souvent à des stratégies délibératives, coûteuses du point de vue des ressources. Prévoir de pratiquer de l'activité physique directement après le travail, plutôt qu'après être rentré à son domicile pour éviter d'éprouver un désir envers les alternatives sédentaires, illustre l'emphase placée sur des stratégies délibératives. Tout du moins, le modèle par processus du contrôle de soi ne formule aucune hypothèse quant à la nature des processus sous-jacents à la mise en place de ces stratégies. Guidés par de précédents travaux (Fujita, 2011 ; Fujita et al., 2020 ; Gillebaart & de Ridder, 2015), nous proposons, à travers ce programme doctoral, d'examiner la « boucle automatique » du contrôle de soi, ses associations avec les comportements d'activité physique, ainsi que les conditions de son déploiement.

## Résumé du Chapitre 2

Le **contrôle de soi** a été initialement restreint au seul **processus d'inhibition volontaire, coûteux** d'une réponse dominante. Le construit était entendu comme la capacité à résister à des **désirs** qui deviennent des **tentations** lorsqu'ils entrent en **conflit** avec un **but** à long terme (e.g., vouloir être actif physiquement tout en étant attiré par une alternative sédentaire). Les premiers modèles du contrôle de soi ont alors mis l'accent sur les **ressources** de contrôle de soi ou le **trait** de contrôle de soi comme les déterminants premiers de cette capacité de résistance. Des données empiriques et des arguments conceptuels sont venus bousculés cette conceptualisation du contrôle de soi : le recours à ces modes de résolution des conflits ne caractérise pas les individus les plus en réussite dans leur but à long terme. Des modèles davantage fonctionnels ont alors déplacé l'attention vers les **stratégies** déployées aux différentes étapes du contrôle de soi et ont envisagé ce concept de manière plus ouverte. Dans ces modèles, les processus de contrôle de soi ne sont plus conceptualisés comme étant dirigés uniquement vers les tentations mais peuvent être aussi déployés en direction du but à long terme. Néanmoins, ces modèles, comme les modèles précédents, abordent toujours le contrôle de soi comme un mécanisme reposant sur des **processus délibératifs et coûteux**. Aussi, ces modèles ne permettent pas de rendre pleinement compte du fait que les individus les plus en réussite dans leur but sont justement ceux qui déploient un **mode de régulation automatique** de leur comportement, malgré la présence de tentations.

## Chapitre 3 – Vers une résistance plus automatique aux tentations

---

Les modèles sociocognitifs, mais aussi la plupart des modèles portant sur l'autorégulation et le contrôle de soi, se focalisent sur des processus délibératifs [17]. Ces processus délibératifs (ou réfléchis) renvoient à la manière dont les individus développent une intention, puis cherchent à la convertir en action, parfois dans des situations de conflit. Les modèles à double processus (*dual process models*), comme le modèle « Réflexion–Impulsion » (*Reflective-Impulsive model* ; Strack & Deutsch, 2004), proposent d'intégrer, en plus de ces déterminants délibératifs, des processus davantage automatiques (ou impulsifs) [18]. Le rôle conjoint de processus délibératifs et automatiques a notamment été souligné dans le domaine des comportements de santé (e.g., Sheeran et al., 2013). Certains critères ont été retenus pour déterminer le caractère délibératif versus automatique d'un mécanisme : l'intentionnalité, la sollicitation des ressources de l'individu, le caractère conscient et contrôlable (Bargh, 1994). Un mécanisme est qualifié de délibératif lorsqu'il est intentionnellement dirigé vers un but, implique la sollicitation des ressources, est perçu au niveau conscient et peut être contrôlé par l'individu. Un mécanisme peut être considéré comme plus automatique lorsqu'il est déployé en dehors de l'intention de l'individu, ne requiert pas l'investissement de ressources, n'est pas perçu de manière consciente et apparaît comme difficilement contrôlable. La distinction entre processus délibératifs et processus automatiques prête cependant à discussion dans la mesure où certains processus pourraient correspondre, dans le même temps, à certains critères mais pas à d'autres (Fiedler & Hütter, 2014). Ces éléments sont notamment discutés dans la discussion générale de ce travail doctoral (Chapitre 9).

L'essor des modèles duaux invite à prendre en considération les mécanismes automatiques expliquant, de concert avec les mécanismes délibératifs, la capacité des individus à traduire leur intention en action. Dans le domaine du contrôle de soi, les premières modélisations théoriques insistaient plutôt sur le « duel » entre des mécanismes délibératifs (e.g., intention d'être actif physiquement) et des mécanismes plus automatiques (e.g., attraction vers les tentations sédentaires ; Hofmann et al., 2009). Mais à l'opposé de cette vision d'un « esprit divisé » (Fujita et al., 2018), les processus automatiques peuvent aussi faciliter la poursuite du but à long terme (e.g., Bargh & Barndollar, 1996). Plus encore, les liens entre le contrôle de soi et la mise en place d'une régulation automatique du comportement ont été mis en évidence. Par exemple, un trait marqué de contrôle de soi favorise une régulation



comportementale automatique (Galla & Duckworth, 2015), y compris dans le contexte de l'activité physique (Gillebaart & Adriaanse, 2017). L'idée selon laquelle les individus puissent s'appuyer sur des processus « automatiques » de contrôle de soi s'est finalement développée ([Tableau 1](#) ; Fujita, 2011 ; Gillebaart & de Ridder, 2015).

La littérature antérieure ne s'accorde pas sur le terme à utiliser pour désigner ce construit : *contrôle de soi implicite* pour Fishbach et Shah (2006) ; *contrôle de soi sans délibération consciente* pour Fujita (2011) ; *contrôle de soi sans effort* pour Gillebaart et de Ridder (2015). Au regard des recouvrements terminologiques caractérisant déjà les recherches sur l'autorégulation et le contrôle de soi, s'accorder sur un terme unique pour désigner ces mécanismes semble nécessaire. En plus de s'inscrire dans la lignée des processus duaux, le terme « *automatique* » nous paraît ici moins ambigu que le terme « *implicite* » – un terme qui sème déjà la confusion entre la tâche utilisée et le processus qu'elle mesure (Corneille & Hütter, 2020). Utiliser les termes « *sans délibération consciente* » ou « *sans effort* » peut aussi être trompeur tant que les tâches utilisées pour capturer ces mécanismes ne ciblent pas de manière explicite l'une de ces composantes automatiques (voir par exemple Fishbach et al., 2003 pour une manipulation de la charge cognitive avant la mesure des processus de contrôle de soi). Le terme « *automatique* » semble donc plus englobant que les termes « *sans délibération consciente* » ou « *sans effort* ». Dans la suite du document, nous utiliserons donc le terme de « *processus automatiques de contrôle de soi* ».

Mieux comprendre les processus automatiques de contrôle de soi présente un double intérêt. Tout d'abord, ces mécanismes pourraient permettre d'expliquer pourquoi certains individus sont en réussite dans l'atteinte de leur but à long terme, tout en éprouvant peu de désirs envers des alternatives potentiellement tentantes (Hofmann et al., 2012). En effet, ces alternatives restent souvent présentes dans l'environnement, et ce d'autant plus dans le cas du conflit entre activité physique et comportements sédentaires. S'il est possible de cacher une tablette de chocolat pour ne pas être tenté, on peut plus difficilement supprimer la présence du canapé dans son salon. Bien que ces alternatives ne génèrent pas forcément un désir chez les individus en réussite dans leur but à long terme, elles ne deviennent pas invisibles pour autant. Au contraire, la théorie contre-active du contrôle de soi (*counteractive self-control theory*), propose que la présence d'alternatives potentiellement tentantes suscite le déploiement de mécanismes visant à protéger le but à long terme (voir Fishbach & Converse, 2010 pour une revue). En retour, ces processus automatiques de contrôle de soi pourraient nourrir

l'automatisme du comportement – i.e., le processus par lequel des liens appris entre signal et action se déclenchent (Gardner, 2012 ; Gardner et al., 2012) et qui donne lieu à un mode de régulation où les individus ont le sentiment d'agir inconsciemment, sans avoir à réfléchir [19] – dans des situations pourtant susceptibles de générer un conflit. Si l'automatisme du comportement est reliée de manière positive à l'engagement dans l'activité physique (Gardner et al., 2011), encore faut-il identifier les mécanismes automatiques de contrôle de soi favorisant son développement.

Ensuite, d'un point de vue plus appliqué, mieux comprendre ces processus automatiques de contrôle de soi ouvre la voie à des interventions novatrices. Certains auteurs soulignent la pertinence de compléter les interventions existantes, focalisées sur les processus délibératifs, en ciblant conjointement des processus plus automatiques (Larsen & Hollands, 2021 ; Marteau et al., 2012). Bien que quelques travaux aient été menés dans le domaine de l'activité physique (e.g., Cheval, Sarrazin, Pelletier, et al., 2016 ; Preis et al., 2021), aucune étude n'a pour l'instant ciblé les processus automatiques de contrôle de soi, en prenant en compte le conflit pouvant survenir entre activité physique et comportements sédentaires.

## **I) La théorie contre-active du contrôle de soi**

Les travaux portant sur les processus automatiques de contrôle de soi sont ancrés dans la théorie contre-active du contrôle de soi (*counteractive control theory* ; Myrseth & Fishbach, 2009). Comme les précédents modèles du contrôle de soi, cette approche propose que l'occurrence d'un désir envers une alternative tentante et s'opposant à un but à plus long terme constitue la première étape du contrôle de soi. Les précédents modèles du contrôle de soi soulignent ici, qu'aux étapes suivantes du contrôle de soi, ces tentations constituent une menace pour l'atteinte du but à long terme, devant être soit inhibées par la mobilisation des ressources de contrôle de soi (Baumeister & Vohs, 2007), soit supprimées ou atténuées par le déploiement de stratégies spécifiques (Duckworth et al., 2016). À l'inverse de ces propositions, la théorie contre-active du contrôle de soi propose qu'il est possible d'exploiter la présence de ces alternatives tentantes pour, paradoxalement, faciliter la poursuite du but à long terme (Myrseth & Fishbach, 2009). À noter que des processus délibératifs et automatiques, relativement similaires dans leur logique mais différents par les niveaux auxquels ils opèrent, viennent supporter ces mécanismes contre-actifs (Fishbach & Converse, 2010). Au regard des

limites énoncées sur les processus délibératifs, nous présenterons seulement les travaux portant les mécanismes automatiques contre-actifs de contrôle de soi.

**Tableau 1.** Résumé des caractéristiques principales des différents modèles du contrôle de soi.

Modèles	Processus sous-jacents	Niveau d'explication du succès	Niveau des processus sollicités	Mesures du contrôle de soi	Devis expérimentaux principaux
États de contrôle de soi	Inhibition de l'attraction vers la tentation	Intra-individuel ; situationnel	Délibératifs	Comportementales ; Physiologiques ; Tâches de temps de réaction ciblant l'inhibition	Études expérimentales par manipulation des ressources de contrôle de soi
Traits de contrôle de soi	Inhibition de l'attraction vers la tentation	Inter-individuel ; dispositionnel	Délibératifs	Questionnaire ; Tâche de choix	Études longitudinales ; études par échantillonnage de l'expérience
Stratégies de contrôle de soi	Inhibition de l'attraction vers la tentation et/ou renforcement de l'attraction vers le but	Intra- et inter-individuel ; fonctionnel	Délibératifs ?	Questionnaire	Études transversales ; études par échantillonnage de l'expérience
Processus contre-actifs de contrôle de soi	Inhibition de l'attraction vers la tentation et/ou renforcement de l'attraction vers le but	Inter-individuel ; fonctionnel	Délibératifs et automatiques	Questionnaire ; tâche de temps de réaction	Études expérimentales par manipulation des buts et des tentations

*Note.* Le caractère fonctionnel des processus de contrôle de soi renvoie à l'idée qu'ils puissent être adaptés à la situation rencontrée, plutôt qu'ils ne renvoient à une ressource ou à trait aspécifique dont l'expression est commune à un ensemble de situations.

### 1) Les processus automatiques de contrôle de soi : quelques preuves empiriques

Plusieurs marqueurs des processus automatiques de contrôle de soi ont été mis à jour : l'activation automatique du but à long terme (Fishbach et al., 2003), l'altération automatique des valeurs attribuées aux but à long terme et aux tentations (Fishbach et al., 2010), ou encore l'altération des tendances automatiques d'approche-évitement [20] à l'égard du but à long terme et des tentations (Fishbach & Shah, 2006). Les procédures expérimentales et les preuves relatives à chacun de ces trois indicateurs sont présentées ci-dessous (voir [Figure 5](#) également).

#### a) L'activation automatique du but à long terme par la présence de tentations

Dans une série d'études princeps, Fishbach et al., (2003) ont fourni les premières preuves de ces mécanismes. Après avoir sélectionné des mots liés à des buts à long terme et à

des tentations (Étude 1) ou des mots liés à la religion comme buts moraux (e.g., « paradis ») et des mots liés aux péchés comme des tentations (e.g., « drogue », Étude 2), les participants étaient exposés à une tâche de décision lexicale. Dans cette dernière, ils devaient détecter, le plus rapidement possible, si les mots affichés à l'écran correspondaient à des mots « réels » (i.e., liés aux buts à long terme, aux tentations ou mots neutres) ou à des mots « non réels ». Avant l'affichage du mot-cible à détecter, un stimulus apparaissait de manière subliminale à l'écran (pendant 50 millisecondes) et correspondait soit aux buts à long terme, aux tentations ou à des mots neutres. Après l'amorçage subliminal d'une tentation (vs. d'un mot neutre), les participants étaient plus rapides pour détecter les mots liés à leur but à long terme. À l'inverse, après l'amorçage subliminal d'un but à long terme (vs. d'un mot neutre), les participants étaient plus lents pour détecter les mots liés aux tentations. Ces résultats suggèrent que des associations asymétriques entre tentations et buts puissent être activées au niveau automatique. Être exposé à des tentations faciliterait l'accessibilité cognitive des buts à long terme, tandis qu'être exposé à des buts à long terme entraverait l'accessibilité cognitive des tentations. De plus, ce pattern d'activation a été observé avec ou sans manipulation de la charge cognitive des participants (i.e., retenir un numéro à 9 chiffres pendant la passation de la tâche de temps de réaction), suggérant que ces mécanismes relèvent bien d'un niveau plutôt automatique (i.e., ne sollicitent pas les ressources cognitives des participants ; Étude 2). Dans les Études 3 et 4 de ce travail, Fishbach et collaborateurs (2003) ont montré enfin que ce pattern d'activation n'était observable que chez les participants en réussite dans l'atteinte de leurs buts à long terme (i.e., buts académiques ou buts alimentaires). Ces derniers résultats suggèrent qu'à mesure que les individus vivent des expériences répétées de succès dans l'atteinte de leur but, des processus automatiques de contrôle de soi viennent soutenir la poursuite du but – lorsque des tentations sont repérées, le but est activé automatiquement, tandis que, lorsque le but est amorcé, l'activation automatique des tentations est inhibée.

Ces résultats ont ensuite été étendus dans le domaine de l'alimentation (Haynes et al., 2014 ; Kroese et al., 2011 ; Papies et al., 2008 ; Stroebe et al., 2008). Chez les individus en réussite dans le contrôle de leur poids, l'amorçage subliminal de mots liés à des tentations augmentait l'accessibilité cognitive du but lié au contrôle du poids. À l'inverse, l'amorçage par des tentations diminuait l'accessibilité cognitive du but lié au contrôle du poids chez les individus en échec dans leur but (Papies et al., 2008 ; Stroebe et al., 2008). Plus encore, la force de ce pattern d'activation (i.e., facilitation de la détection du but à long terme après amorçage par des tentations) était associée aux comportements en contexte de laboratoire : plus la

présence de tentations facilitait la détection du but à long terme, moins les individus avaient tendance à céder à la tentation dans des tâches de dégustation (e.g., quantité de M&Ms consommée ; Haynes et al., 2014 ; Kroese et al., 2011).

À notre connaissance, une seule étude s'est intéressée à ces processus automatiques de contrôle de soi dans le domaine de l'activité physique (Cheval et al., 2017). À partir d'une tâche de décision lexicale avec amorçage inspirée des travaux de Fishbach et al. (2003), les auteurs ont mis en évidence que l'amorçage subliminal d'un mot associé à une activité sédentaire (e.g., « canapé », « télévision », « ascenseur ») facilitait, chez les individus actifs physiquement, la reconnaissance de mots liés à l'activité physique (e.g., « sport », « course », « mouvement »). En revanche, chez les individus inactifs physiquement, l'amorçage de tentations sédentaires ne facilitait pas la reconnaissance des mots liés au but d'activité physique. Ces résultats soulignent que les mots liés à la sédentarité sont perçus comme des tentations par les individus (Cheval, Radel, et al., 2018 ; Cheval & Boisgontier, 2021). Ils suggèrent surtout que les personnes actives physiquement pourraient développer des mécanismes automatiques de contrôle de soi leur permettant de « protéger » leur but lorsque ce dernier est menacé par des alternatives tentantes.

*b) Les valeurs attribuées automatiquement aux buts et aux tentations*

Un autre processus automatique de contrôle de soi consiste en la modulation des valeurs automatiques (*implicit value* selon les auteurs) envers le but à long terme ou envers les tentations (Fishbach et al., 2010). Notamment, Fishbach et al. (2010) ont testé l'hypothèse selon laquelle les tentations pourraient, malgré la récompense immédiate qui leur est communément associée, acquérir une valeur plus négative au niveau automatique en présence d'indices reliés à un but à long terme. Par exemple, regarder la télévision ou aller à une fête sont des activités positives qui pourraient cependant être associées à une valeur plus négative lorsque qu'un but académique important est activé chez des étudiants. Suivant le même raisonnement, il est attendu que le but à long terme acquiert une valeur plus positive en présence de tentations. Par exemple, lorsque des étudiants sont amenés à envisager de regarder la télévision ou d'aller à une fête, ils pourraient augmenter la valeur attribuée au but académique. Dans une première étude, Fishbach et al. (2010) ont commencé par manipuler de manière supraliminale (i.e., tâche d'anagramme, voir Chapitre 5) l'accessibilité du but à long terme des participants (i.e., activation versus non-activation du but lié à la réussite académique). Ensuite, les participants complétaient une tâche d'évaluation avec amorçage. Dans la moitié des essais, des mots liés au

but à long terme (e.g., « livre », « travail ») ou à des tentations (e.g., « vacances », « fête ») étaient présentés de manière subliminale à l'écran. À la suite de cet amorçage, les participants devaient associer des mots-cibles comme « amour », « paix » ou « cancer », « mal » soit à une catégorie « positive » soit à une catégorie « négative ». Par rapport aux participants dont le but à long terme n'avait pas été activé lors de la première tâche d'anagramme, ceux dont le but à long terme avait été activé était plus rapides pour classer les mots-cibles « positifs » dans la catégorie « positif » et pour classer les mots-cibles « négatifs » dans la catégorie « négative », après un amorçage par une tentation. Dans l'Étude 2, des effets similaires étaient observés concernant l'alimentation, mais cette fois-ci, sans manipulation expérimentale du but à long terme. Les participants devaient indiquer à quel point ils étaient engagés dans le contrôle de leur poids, avant de compléter une tâche d'évaluation similaire à celle de l'Étude 1. Les mots utilisés pour l'amorçage étaient alors, par exemple, « régime » ou « minceur » pour le but à long terme et « chocolat » ou « frites » pour les tentations. En comparaison aux individus présentant un faible score sur l'échelle du contrôle du poids, ceux avec un score plus élevé étaient plus lents pour classer les mots-cibles « positifs » dans la catégorie « positive » et plus rapides pour classer les mots-cibles « négatifs » dans la catégorie « négative », après un amorçage par une tentation. En somme, ces résultats soutiennent l'idée selon laquelle, lorsque le but à long terme est activé, les stimuli associés à des tentations sont associés à une plus faible valeur (i.e., la classification des mots négatifs est facilitée, celle des mots positifs est entravée). À noter qu'à travers ces deux études, la valeur automatique attribuée au but à long terme (i.e. facilité de classification des mots négatifs ou positifs après un amorçage par un but à long terme) ne différait pas entre les groupes de participants. Dans une troisième étude, Fishbach et ses collaborateurs (2010) ont justement montré que lorsque la présence de tentations était manipulée expérimentalement (i.e., exposition versus non-exposition à des images de nourriture malsaine), l'évaluation automatique du but à long terme (mais pas celle des tentations) était altérée. Les individus exposés à des tentations lors de la première tâche étaient plus rapides pour classer des mots-cibles « positifs » dans la catégorie « positive » et plus lents pour classer des mots-cibles « négatifs » dans la catégorie « négative », après un amorçage par un but à long terme. Enfin, dans la quatrième étude de ce travail, les auteurs soulignaient que ces patterns d'activation automatiques n'étaient observés que pour des buts que les participants n'avaient pas encore atteints – suggérant encore la nature fonctionnelle de ces processus automatiques.

Pris ensemble, ces résultats soulignent que l'activation du but à long terme dégrade, au niveau automatique, les valeurs associées aux tentations (Études 1 et 2), tandis que l'exposition

à des tentations accroît, au niveau automatique, les valeurs associées au but à long terme (Étude 3). Ces mécanismes, qualifiés d'asymétriques, confirment l'idée selon laquelle des processus automatiques de contrôle de soi puissent être déployés pour réguler le conflit entre des buts (encore non atteints, Étude 4) et des tentations s'opposant à la poursuite de ces buts.

*c) Les tendances automatiques d'approche-évitement envers les buts et les tentations*

Un troisième marqueur des processus automatiques de contrôle de soi réside dans l'altération des tendances automatiques d'approche-évitement envers le but à long terme et envers les tentations. Ces tendances d'approche-évitement sont généralement mesurées grâce à des tâches de temps de réaction sur ordinateur dans lesquelles les participants doivent « s'approcher » ou « s'éloigner » de stimuli affichés à l'écran. Pour suivre ces instructions, ils doivent tirer un joystick vers eux (approche) ou loin (évitement) d'eux lors d'une tâche du joystick (*joystick task*) ou utiliser les touches du clavier pour déplacer un mannequin à l'écran en direction (approche) ou dans la direction inverse (évitement) des stimuli dans le cadre d'une tâche du mannequin (*manikin task* ; Krieglmeier & Deutsch, 2010). On observe généralement que les personnes sont généralement plus rapides pour approcher (vs. éviter) les stimuli avec une valence positive (e.g., des papillons) et plus rapides pour éviter (vs. approcher) les stimuli avec une valence négative (e.g., des araignées ; Krieglmeier & Deutsch, 2010). Partant de cette observation, Fishbach et Shah (2006) ont montré, avec la tâche du joystick, que les temps de réaction étaient inférieurs lorsque les participants avaient pour consigne d'approcher (vs. d'éviter) les stimuli associés à leur but à long terme et d'éviter (vs. d'approcher) les stimuli associés à des tentations (Étude 1). Autrement dit, les participants étaient plus prompts à fournir une réponse d'approche (i.e., à tirer le joystick) quand le mot était relié à un de leurs buts à long terme et à fournir une réponse d'évitement (i.e., à pousser le joystick) quand le mot correspondait à une tentation. Plus encore, les Études 2 et 3 ont mis en évidence que seuls les individus engagés dans la poursuite du but à long terme (Étude 2) et indiquant être en réussite dans l'atteinte de ce but (Étude 3) présentaient ces patterns d'activation automatique.

Dans le domaine de l'activité physique, des patterns d'activation similaires ont aussi été observés. Notamment, les participants sont généralement plus rapides pour approcher les stimuli associés à l'activité physique que pour s'en éloigner, tandis qu'à l'inverse, ils sont plus rapides pour éviter les stimuli associés aux comportements sédentaires que pour s'en approcher (Cheval et al., 2014, 2015, 2016 ; Farajzadeh et al., 2023 ; Hannan et al., 2019 ; Zenko &

Ekkekakis, 2019). À nouveau, ces données suggèrent que les stimuli d'activité physique sont associés à un but à long terme, tandis que les stimuli sédentaires représentent davantage des tentations.

Ces nouvelles preuves ont confirmé que des mécanismes automatiques de processus de soi puissent accompagner la régulation comportementale des buts à long terme dans des situations de conflit. Ces données renseignent aussi des variables modulant le déploiement de ces processus automatiques de contrôle de soi : poursuivre un but à long terme et être en succès dans ce but.

## **2) Les tendances automatiques d'approche-évitement : un marqueur privilégié du contrôle de soi**

Dans la suite du document, nous focaliserons notre attention sur les tendances automatiques d'approche-évitement comme un indicateur des processus de contrôle de soi. Les arguments théoriques et empiriques soutenant ce choix sont d'abord exposés, puis nous présentons les limites des travaux antérieurs portant sur les processus automatiques de contrôle de soi, et en particulier sur les tendances automatiques d'approche-évitement.

D'un point de vue théorique, certains auteurs envisagent le contrôle de soi au travers des processus de coordination entre des forces motivationnelles liées à l'approche de certaines alternatives et à l'évitement d'autres options (Sklar & Fujita, 2020). Notamment, dans le cadre du conflit entre activité physique et sédentarité, « approcher » l'alternative d'activité physique (e.g., aller prendre ses baskets pour aller courir) implique de « s'éloigner » de la tentation sédentaire (e.g., sortir de son canapé). À l'inverse, « s'éloigner » de l'alternative liée à l'activité physique conduit souvent à « s'approcher » de l'option sédentaire. Aussi, contrairement à d'autres indicateurs de contrôle de soi automatique (e.g., accessibilité cognitive du but), les tendances automatiques d'approche-évitement constituent un marqueur directionnel des mécanismes déclenchés. Par exemple, il devient possible de se demander si la présence de tentations sédentaires renforce les tendances automatiques d'approche à l'égard de l'activité physique et/ou si la présence de tentations sédentaires entrave les tendances automatiques d'évitement à l'égard de l'activité physique ? Établir une telle distinction semble important dans la mesure où, d'une part, la présence de tentations est plutôt délétère à l'atteinte du but, et où, d'autre part, la seule altération des processus d'évitement par la présence de tentations



sédentaires pourrait être suffisante pour favoriser l'atteinte du but (Werner & Ford, 2023). En d'autres termes, pour que les processus automatiques contre-actifs de contrôle de soi favorisent l'engagement dans le comportement sain, encore faut-il apporter la preuve que ces mécanismes soient susceptibles de dépasser l'attraction générée par l'exposition à la tentation (Fishbach et al., 2010). Mesurer les tendances automatiques d'approche-évitement à l'égard de l'activité physique en présence (vs. en l'absence) de tentations sédentaires permettrait ainsi de porter un regard plus fin sur la direction des processus automatiques de contrôle de soi.

Ensuite, d'un point de vue empirique, les tendances automatiques d'approche-évitement constituent des mécanismes proximaux dans la régulation comportementale, en préparant l'organisme à exécuter tel ou tel comportement (Frieese et al., 2011). Dans le domaine de l'activité physique, des données soulignent que les tendances automatiques d'approche-évitement sont associées à l'engagement dans l'activité physique, en situation de laboratoire (Cheval, Sarrazin, & Pelletier, 2014), comme en contexte plus écologique (Cheval et al., 2015 ; Hannan et al., 2019 ; Zenko & Ekkekakis, 2019). Plus les individus sont rapides pour approcher (vs. éviter) l'activité physique et pour éviter (vs. s'approcher) des comportements sédentaires, plus ils déploient d'effort lors d'une tâche de serrage d'une poignée de force en laboratoire (Cheval, Sarrazin, & Pelletier, 2014) et plus ils pratiquent d'activité physique dans leur vie quotidienne (Cheval et al., 2015 ; Hannan et al., 2019 ; Zenko & Ekkekakis, 2019). Plus important encore, l'étude de Cheval, Sarrazin, Isoard-Gauthier, et al., (2015) a mis en évidence qu'une forte tendance automatique à approcher la sédentarité entravait la capacité des individus à traduire leur intention en action – suggérant déjà que ces tendances automatiques d'approche-évitement jouent un rôle pivot dans le conflit entre activité physique et comportements sédentaires. D'un point de vue expérimental, les tendances automatiques d'approche-évitement peuvent aussi être entraînées et semblent offrir des cibles potentielles pour des études interventionnelles (e.g. Cheval, Sarrazin, Pelletier, et al., 2016).

En somme, les tendances automatiques d'approche-évitement semblent représenter des indicateurs particulièrement prometteurs lorsqu'il s'agit d'investiguer, voire de manipuler, les processus automatiques de contrôle de soi. Cependant, les travaux antérieurs ciblant ces tendances automatiques comme indicateurs d'un contrôle de soi automatique souffrent d'au moins trois limites.

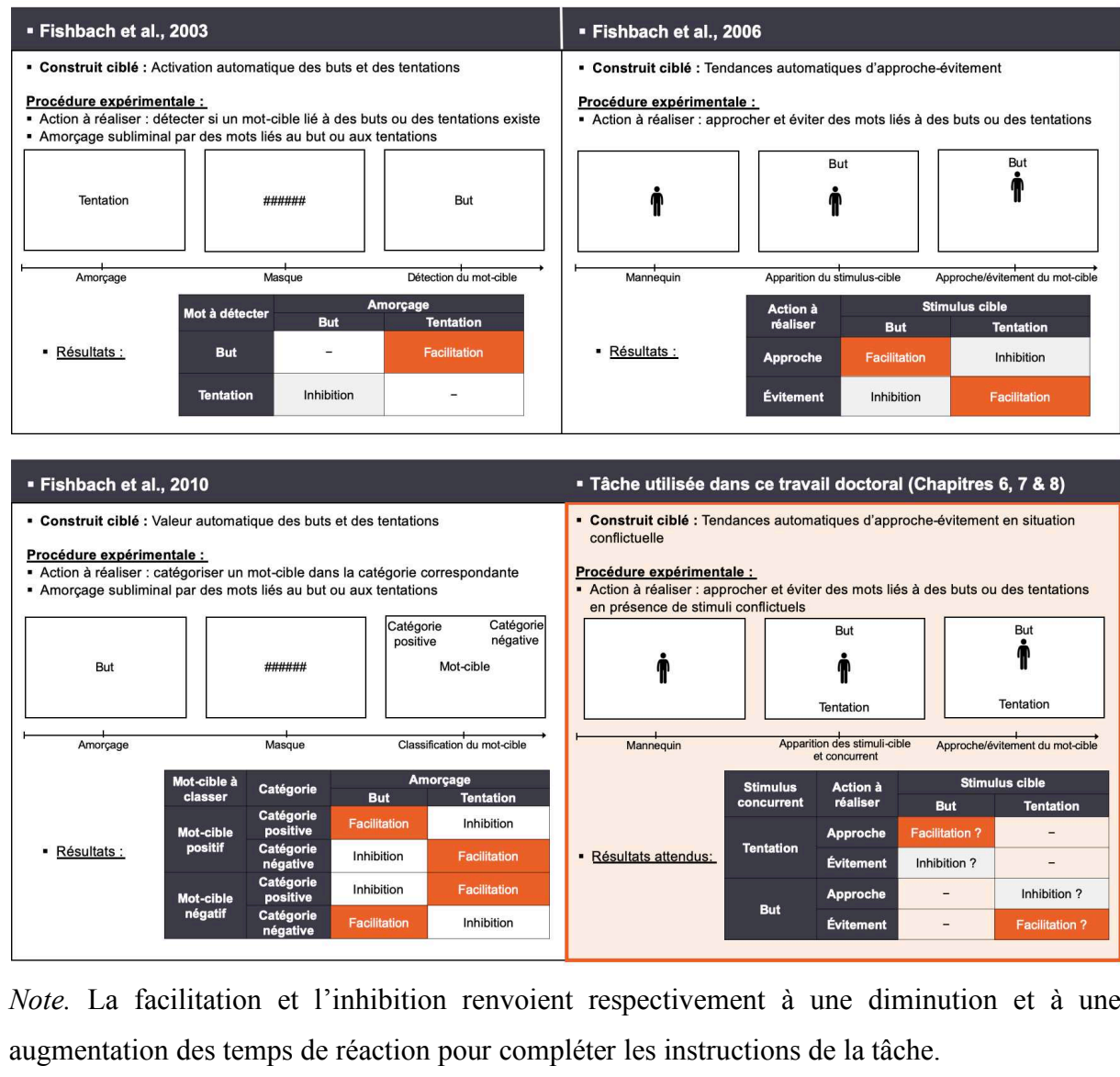
Premièrement, Fishbach et al. (2006) ont mesuré les tendances d'approche-évitement envers le but à long terme (e.g., l'activité physique) sans manipuler la présence (vs. l'absence) de tentations. Dans le domaine de l'activité physique, les travaux antérieurs ont aussi visé à mesurer (e.g., Cheval, Sarrazin, & Pelletier, 2014) ou à entraîner (e.g., Cheval, Sarrazin, Pelletier, et al., 2016) les tendances automatiques d'approche-évitement à l'égard de l'activité physique et à l'égard des comportements sédentaires de manière séparée, sans s'intéresser aux conflits qui pouvaient émerger entre ces deux comportements. Sans la présence (e.g., visuelle) d'une tentation, ces tâches suscitent-elles un conflit – critère pourtant déterminant du contrôle de soi ? Il s'avère, pour nous, primordial de mesurer et d'entraîner les processus automatiques de contrôle de soi dans des situations conflictuelles et grâce à des tâches ciblant la direction des mécanismes activés. Quelques études portant sur les conflits entre approche et évitement proposent justement d'exposer les participants à deux stimuli en même temps pour mesurer l'effet de ces essais conflictuels sur les temps de réaction (Boyd et al., 2011 ; Robinson et al., 2016) – un paradigme expérimental que nous proposons d'étendre dans le domaine du contrôle de soi.

Deuxièmement, l'un des modulateurs du déploiement des mécanismes automatiques de contrôle de soi semble être le succès dans l'atteinte du but à long terme. Cependant, les études réalisées étant, dans la plupart des cas, transversales, il demeure difficile de savoir si les processus automatiques de contrôle de soi favorisent l'engagement des individus dans leur but, comme l'activité physique. En effet, ces mécanismes pourraient constituer une « signature motivationnelle », résultant du succès dans la poursuite du but, sans pour autant représenter un mécanisme explicatif de ce succès. Un moyen de répondre à cette interrogation est de développer des études expérimentales visant à l'entraînement de ces processus automatiques de contrôle de soi. En manipulant le mécanisme ciblé et examinant les effets de cette manipulation sur les comportements d'activité physique subséquents, il devient possible d'évaluer la causalité des liens entre processus automatiques de contrôle de soi et activité physique.

Troisièmement, les échantillons sur lesquelles sont basés les travaux portant sur le contrôle de soi automatique sont particulièrement faibles, malgré la complexité des analyses menées. Or, une inflation de la taille des effets est souvent rapportée dans les échantillons de petite taille – ce qui pourrait expliquer pourquoi certains patterns d'activation n'ont pas été répliqués dans des échantillons pourtant plus conséquents (Francis et al., 2022). Conduire des

études auprès d'échantillons plus larges et en spécifiant à l'avance ces hypothèses (i.e., pré-enregistrement) s'avèrent importants pour consolider les résultats mis à jour jusqu'ici.

**Figure 5.** Résumé graphique des processus automatiques de contrôle de soi ciblés, des procédures expérimentales et des résultats observés.



Aussi, pour développer notre compréhension des mécanismes automatiques de contrôle de soi et répondre à ces limites de la littérature existante, dans la suite de ce travail doctoral, nous entendons (1) mesurer les tendances automatiques d'approche-évitement envers l'activité physique en manipulant la présence (vs. l'absence) de tentations sédentaires (Chapitre 6) et (2) proposer un entraînement personnalisé des tendances automatiques d'approche-évitement envers l'activité physique, en présence de de tentations sédentaires (Chapitre 7).

### Résumé du Chapitre 3

La **théorie contre-active** du contrôle de soi propose que les tentations ne représentent pas toujours une **menace** pour l'atteinte du but à long terme. Au contraire, la présence d'alternatives tentantes pourrait susciter l'activation de **processus de contrôle de soi protecteurs** du but à un niveau délibératif, mais aussi à un niveau plus **automatique**. Par exemple, lors d'une tâche de décision lexicale avec amorçage, la présence de tentations sédentaires permet de faciliter la reconnaissance automatique des mots liés à l'activité physique chez les personnes rapportant des niveaux d'activité physique élevés. Mais au-delà du peu de preuves empiriques dans le domaine de l'activité physique, les travaux menés ne permettent pas d'identifier **la direction** (i.e., approche vs. évitement) des processus de contrôle de soi déclenchés envers le but par la présence de tentations. De plus, à notre connaissance, aucune étude **expérimentale** n'a pour l'instant manipulé ces processus automatiques de contrôle de soi pour identifier leurs **liens causaux** avec les comportements d'activité physique.

## Chapitre 4 – Les raisons derrière la résistance aux tentations

---

La compréhension des processus automatiques de contrôle de soi et l'identification des variables modulatrices à leur activation restent lacunaires. Concernant ces variables modulatrices, les recherches précédentes ont principalement examiné l'effet de la poursuite (vs. non-poursuite) d'un but à long terme, du succès dans ce but ou de la force de la tentation sur l'activation des processus automatiques de contrôle de soi (Fishbach et al., 2003 ; Fishbach & Shah, 2006). Une autre étude a montré qu'une manipulation destinée à déclencher une interprétation de haut niveau des tentations (i.e., *high-level construal*, caractéristiques centrales, essentielles et abstraites) entraînait une évaluation automatique plus négative de ces tentations (mesurée par un test d'association implicite, *implicit association test*), comparativement à une manipulation destinée à déclencher une interprétation de bas niveau des tentations (i.e., *low-level construal*, caractéristiques secondaires, accessoires et concrètes ; Fujita & Han, 2009). À noter que l'activation d'une interprétation de haut niveau des tentations était aussi associée à une préférence pour les aliments en lien avec le but d'alimentation (e.g., un pomme), plutôt que pour des aliments plus tentants (e.g., une barre chocolatée ; Fujita & Han, 2009).

Il a été proposé que l'un des modulateurs principaux des mécanismes de contrôle de soi pourrait résider dans la valeur attribuée au but à long terme. Cette dernière pourrait jouer un rôle pivot dans la manière dont les individus régulent la poursuite de leur but et font face au conflit entre leur but à long terme et les tentations (Berkman et al., 2017 ; Werner & Milyavskaya, 2018b). Plaçant le « contenu » du but à long terme au centre de l'attention, cette perspective permet notamment d'envisager pourquoi on observe, au niveau intra-individuel, une forte variabilité dans l'atteinte des buts à long terme et dans les expériences accompagnant la poursuite de ces buts : une même personne peut s'appuyer sur un mode de régulation automatique pour son but d'activité physique, tandis que, concernant son but lié à l'alimentation, cette même personne peut avoir à lutter davantage lorsqu'il s'agit de faire face à des tentations (e.g., Werner et al., 2016). Selon une première approche, les mécanismes de contrôle de soi déployés dépendent de la cohérence entre l'identité de l'individu et le but à long terme (Berkman et al., 2017). La seconde approche propose plutôt d'examiner la « qualité de la motivation » envers le but à long terme (Werner & Milyavskaya, 2018b) – une approche ancrée dans la théorie de l'autodétermination et qui sera développée ici.

Ce Chapitre décrit succinctement la théorie de l'autodétermination et les nuances qu'elle apporte concernant la « qualité de la motivation ». Nous abordons ensuite les preuves existantes concernant les liens entre la « qualité de la motivation » et l'atteinte du but à long terme. Nous proposons notamment que ces associations puissent être sous-tendues par un mode de régulation automatique du comportement, marqué par une plus faible occurrence de désirs envers des alternatives tentantes. Finalement, les limites de la littérature concernant le rôle de la qualité de la motivation dans le déploiement des processus automatiques de contrôle de soi sont présentées et permettent de situer les Contributions empiriques de ce travail doctoral.

## **I) La théorie de l'autodétermination**

### **1) Une approche « qualitative » de la motivation**

Contrairement à d'autres théories motivationnelles portant sur la « quantité de motivation » (e.g., la théorie sociale cognitive, Bandura, 1986), la théorie de l'autodétermination propose une approche qualitative de la motivation humaine (Ryan & Deci, 2017). La théorie de l'intégration organismique, l'une des six mini-théories composant la macro-théorie de l'autodétermination, distingue différents types de motivations, qui diffèrent par leur qualité. La théorie postulait initialement l'existence de deux grands types de motivations : la motivation intrinsèque et la motivation extrinsèque. La première renvoie à un engagement spontané dans l'activité pratiquée, pour la seule satisfaction qui en découle et en dehors d'un quelconque résultat associé. La motivation extrinsèque correspond à tout engagement dans une activité dans le but d'atteindre un résultat qui lui est associé. On parle parfois de motivation « instrumentale » pour signifier que l'activité pratiquée n'est qu'un moyen pour atteindre autre chose. Une forte motivation intrinsèque est associée à des conséquences positives (e.g., persévérance, plaisir, créativité élevés), tandis qu'une motivation extrinsèque élevée génère plutôt des conséquences négatives (Ryan & Deci, 2017).

Par la suite, les travaux ont souligné que dans le cas de la motivation extrinsèque, tous les types de régulations ne sont pas associés à des conséquences comportementales, affectives, ou cognitives délétères et diffèrent par le « lieu » de la régulation comportementale. Ainsi, la distinction entre motivation intrinsèque et motivation extrinsèque a été progressivement affinée en différenciant plusieurs types de régulations extrinsèques en fonction de leur niveau d'autodétermination. Notamment, ancrée dans une perspective humaniste de la motivation,

cette théorie précise que la régulation comportementale devient de plus en plus autodéterminée à mesure que la personne cherche à intérioriser puis à intégrer dans son fonctionnement des demandes sociales, des mœurs ou des coutumes. Différents types de régulations extrinsèques se distribuent donc sur un continuum d'autodétermination. La *régulation intégrée* constitue la forme plus autodéterminée de la motivation extrinsèque : à ce niveau, l'individu identifie l'importance de l'adoption d'un comportement, mais perçoit aussi que ce comportement est cohérent avec ses valeurs et son identité (e.g., « Je pratique de l'activité car cela fait partie de mon style de vie »). Aussi, la personne agit spontanément, par choix, non seulement parce que les conséquences anticipées de ses actions sont jugées importantes, mais aussi parce que son comportement est en harmonie avec la manière dont elle se définit et hiérarchise ses priorités. La *régulation identifiée* correspond au fait d'associer le comportement avec des conséquences importantes et personnellement valorisées (e.g., « Je pratique de l'activité car cela m'apporte beaucoup sur le plan de la santé »). La personne ressent à ce stade une certaine autonomie car elle a intériorisé l'intérêt de réaliser le comportement, sans que l'on cherche à la pousser ou la contraindre. Ensuite, la *régulation introjectée* correspond à la tendance de l'individu à s'engager dans un comportement pour faire face à des pressions internes, comme éviter d'éprouver un sentiment de honte ou de culpabilité (e.g., « Je pratique de l'activité car je me sentirais coupable de ne pas bouger du tout »). Enfin, la *régulation externe* renvoie à la forme la moins autodéterminée de la motivation extrinsèque : la personne s'engage pour répondre à des pressions externes et pour obtenir des contingences externes associées aux comportements (e.g., récompenses ou punitions, « Je pratique de l'activité physique pour ne pas essuyer les reproches de mon médecin »). Lorsque les individus sont motivés de manière externe, leur comportement n'est maintenu qu'en présence de ces pressions externes et cesse dès lors que les contingences associées disparaissent.

La distinction plus heuristique entre la motivation autonome et la motivation contrôlée est aujourd'hui souvent retenue. La motivation autonome [21] englobe la motivation intrinsèque, les régulations intégrée et identifiée et est associée aux comportements dont les personnes ont intériorisé, voire intégré, les demandes. La motivation contrôlée (ou contraintes) [22] est composée par les régulations introjectée et externe et renvoient aux comportements dont la mise en place ou le maintien est tenue par des pressions, qu'elles soient internes ou externes. Enfin, la théorie de l'autodétermination propose que certains comportements relèvent de l'*amotivation*, à savoir que l'individu n'est motivé ni pour des raisons intrinsèques ni pour des raisons extrinsèques. Dans un état d'amotivation, l'individu ne trouve aucune valeur,

récompenses, ou signification à une action et n'a donc aucune intention de l'accomplir (e.g., « *Être actif physiquement n'a aucun sens à mes yeux, je ne sais même pas pourquoi je devrais marcher plutôt que prendre ma voiture* »).

## **2) Associations entre la qualité de la motivation et l'atteinte du but**

De nombreuses preuves expérimentales soutiennent l'association positive entre la motivation autonome et l'atteinte du but à long terme : plus les personnes développent des motivations autonomes à l'égard du comportement visé, plus ils s'engagent dans ce comportement et maintiennent cet engagement de manière durable. Cette association positive a été mise en évidence à de nombreuses reprises pour les comportements de santé (Ng et al., 2012 ; Ntoumanis et al., 2021), dont l'activité physique (Teixeira et al., 2012). À l'inverse, l'association entre motivation contrôlée et comportements semble plus ambiguë : à travers une série de trois études, les résultats de Koestner et collaborateurs (2008) mettent en évidence des associations non significatives entre la motivation contrôlée et les progrès dans les buts, qu'ils soient académiques ou de santé (i.e., perte de poids). Dans le domaine de l'activité physique, les relations motivation contrôlée–engagement dans l'activité physique apparaissent toutes aussi inconsistantes : si la motivation contrôlée pourrait permettre l'engagement à court terme dans l'activité physique, elle serait moins propice au maintien de cet engagement dans le temps (Teixeira et al., 2012 ; voir aussi Pelletier et al., 2001 dans le contexte sportif). Enfin, l'amotivation est associée de manière négative à l'engagement dans les comportements d'activité physique (Teixeira et al., 2012). Le rôle de l'amotivation ne sera pas davantage détaillé par la suite de ce travail doctoral dans la mesure où un conflit entre deux buts antagonistes (e.g., être actif physiquement vs. vouloir se prélasser dans son canapé) est peu susceptible d'être généré lorsque la personne agit sans aucun sentiment d'intentionnalité pour le but à long terme.

Les processus par lesquels la motivation autonome et la motivation contrôlée influencent les comportements demeurent cependant débattus ([Figure 6](#)). Si l'intégration de la « qualité de la motivation » dans les processus d'autorégulation a fait l'objet d'une attention récente (Werner & Milyavskaya, 2018b), nous prolongeons cet effort à travers ce travail doctoral.



### 3) Quels processus soutiennent le lien entre la motivation et les comportements ?

Les premiers travaux visant à identifier les processus sous-jacents à la relation entre la qualité de la motivation et l'atteinte des buts ont mis l'accent sur la notion d'effort. Selon le modèle de la cohérence du soi (*self-concordance model*), les individus présentant à la fois une motivation autonome élevée et une faible motivation contrôlée (i.e., mesurées à travers l'index d'autonomie relative) seraient plus en réussite dans la poursuite de leur but car ils consentiraient à investir davantage d'effort (Sheldon & Elliot, 1999). Face à la perception d'obstacles, la motivation autonome est ainsi associée aux stratégies de coping tournées vers la tâche (e.g., investir plus d'efforts), qui en retour favorisent l'atteinte du but (Gaudreau et al., 2012). Ces relations ont aussi été démontrées dans le contexte de l'activité physique. Par exemple, des études ont révélé que plus la motivation autonome était élevée, plus les personnes consentaient à fournir des efforts (Smith et al., 2007 ; 2011). Les personnes avec une forte motivation autonome persistaient même quand l'objectif fixé expérimentalement était particulièrement difficile ou inatteignable (e.g., lors d'une tâche de pédalage avec une distance fixée difficile ou impossible à atteindre, Ntoumanis, Healy, Sedikides, Duda, et al., 2014 ; Ntoumanis, Healy, Sedikides, Smith, et al., 2014). Lors d'une tâche de pédalage de difficulté croissante, les individus avec une forte motivation autonome étaient plus en réussite dans l'atteinte de leur but car ils semblaient moins tentés par l'idée de réduire leur effort physique et continuaient d'accorder une valeur élevée au but poursuivi (Taylor et al., 2020). Une étude à laquelle nous avons contribué confirmait ces relations en montrant que la perception de l'effort investi jouait un rôle médiateur dans la relation entre la motivation autonome et l'atteinte du but dans le cadre d'une tâche de pédalage en laboratoire (Riddell et al., 2023). Dans une autre étude, à l'inverse, face à la perception d'obstacles, plus les individus présentaient une motivation contrôlée élevée, plus leur désengagement du but était rapide (Ntoumanis, Healy, Sedikides, Duda, et al., 2014). En somme, ces travaux tendent à montrer que l'un des processus expliquant la réussite des individus avec une forte motivation autonome dans leur but réside dans la quantité d'effort, au moins au niveau subjectif, qu'ils sont enclins à investir.

Un autre pan de la littérature propose qu'une forte motivation autonome favorise l'atteinte des buts car elle est justement associée à une poursuite plus automatique, « sans effort ». Dans le domaine académique, Werner et al. (2016) ont montré que plus les participants rapportaient des motivations autonomes à l'égard de leur but à long terme, plus ils considéraient que s'engager dans les comportements associés était facile (e.g., réviser) et ne rapportaient pas

fournir davantage d'efforts. En retour, plus les participants poursuivaient leur but avec facilité, plus ils étaient en réussite dans l'atteinte de leur but à long terme en fin de semestre (i.e., obtention de meilleures notes aux examens).

Comme nous l'avons souligné dans les Chapitres précédents, si un mode de régulation automatique du comportement caractérise les individus en réussite dans leur but, la motivation autonome pourrait en constituer l'un des ingrédients actifs. Dans le cadre de ce travail doctoral, nous proposons d'étendre cette réflexion dans le domaine de l'activité physique en investiguant l'association entre la qualité de la motivation et l'automatisme, ainsi que les processus de contrôle de soi pouvant expliquer cette relation.

*a) Le rôle de la qualité de la motivation dans l'automatisme*

Différentes voies complémentaires ont été proposées pour expliquer l'association positive entre la motivation autonome et l'automatisme.

La première voie correspond à la voie « indirecte » et intègre la répétition du comportement visé (Lally et al., 2010). Dans la mesure où l'automatisation d'un comportement repose sur le développement progressif d'un lien appris et renforcé entre un signal et une action, plus les personnes répètent un comportement dans un contexte stable, plus ce comportement devient automatisé (e.g., aller courir chaque vendredi soir dans le parc à 18 heures, en sortant du travail ; Lally et al., 2010). La motivation autonome étant, à l'inverse de la motivation contrôlée positivement associée au déclenchement et au maintien du comportement (Teixeira et al., 2012), elle est susceptible de nourrir l'automatisme à travers cette première voie indirecte. Plus encore, la motivation autonome est positivement reliée à l'implémentation de l'intention (i.e., voir Chapitre 1 – Section II) 1) ; Koestner et al., 2008). Or, comme abordé précédemment, l'implémentation de l'intention favorise non seulement la répétition du comportement, mais aussi sa régulation au niveau automatique par la spécification des liens signaux-actions (Gollwitzer & Sheeran, 2006). De manière consistante, nous avons montré que la planification de l'action – autre stratégie d'autorégulation proche de l'implémentation de l'intention – était d'autant plus susceptible de favoriser l'automatisme du comportement que les individus poursuivaient des motivations autonomes envers l'activité physique (Maltagliati et al., 2023). En somme, la motivation autonome pourrait renforcer cette voie indirecte à travers la mise en

place du comportement, et notamment en favorisant l'anticipation des liens signaux-actions – un paramètre favorable à l'automatisation du comportement.

La seconde voie correspond à la voie « directe ». En effet, lorsque l'effet indirect de la motivation autonome sur l'automatisme à travers la répétition du comportement est contrôlé, un effet direct résiduel de la motivation autonome sur l'automatisme continue souvent d'être observé (Gardner & Lally, 2013 ; Radel et al., 2017). Cette observation laisse à penser qu'en plus de favoriser l'automatisme à travers la « quantité » de la répétition comportementale (i.e., voie indirecte), la motivation autonome pourrait nourrir l'automatisme à travers le renforcement du comportement – autre facteur propice à l'engramme du lien signal-action (Wood, 2017). La satisfaction éprouvée lorsque les personnes nourrissent des motivations autonomes est notamment susceptible de constituer une récompense directement liée au comportement instigué, venant ainsi renforcer le lien signal-action (Gardner & Lally, 2018 ; Lally & Gardner, 2013).

Enfin, la relation entre la motivation autonome et l'automatisme peut s'expliquer par l'interaction entre les deux mécanismes précédents : l'automatisme du comportement se développe plus rapidement lorsque le comportement répété est perçu comme gratifiant ou satisfaisant en lui-même. Cet effet d'interaction « motivation autonome × répétition comportementale » sur l'automatisme a été mis en évidence dans une variété de comportements (Radel et al., 2017), y compris concernant l'activité physique (Gardner & Lally, 2013). Au contraire, dans le cas d'une forte motivation contrôlée, l'automatisme est moins susceptible de se développer à travers cette voie directe ou à travers l'interaction « motivation autonome × répétition comportementale ». En effet, dans la mesure, où le comportement mis en place n'est pas gratifiant par lui-même, le lien signal-action n'est pas renforcé.

Dans l'ensemble, la motivation autonome, mais pas la motivation contrôlée, favorise l'automatisme du comportement, qui est elle-même associée à l'atteinte du but à long terme. Cependant, les preuves empiriques soutenant chacune de ces voies restent assez faibles, notamment dans le contexte de l'activité physique. De plus, les quelques études menées dans le cadre de l'activité physique ne prennent pas en compte le caractère contextuel dans lequel se développe cette relation. Or, si la notion d'automatisme repose sur les liens signaux-comportements, tout changement de contexte devrait perturber une telle régulation comportementale en privant les personnes des signaux environnementaux déclenchant l'action

– comme cela a été indirectement suggéré par quelques travaux empiriques (Fredslund & Leppin, 2019 ; Wood et al., 2005). La motivation autonome pourrait ici jouer un rôle clé pour favoriser la réorganisation d'une régulation automatique du comportement à la suite d'un changement de contexte majeur (Verplanken et al., 2008 ; Verplanken & Roy, 2016).

Dans ce travail doctoral, la Contribution empirique n°3 présentée dans le Chapitre 8 vise à examiner l'évolution de l'automatisme du comportement d'activité physique au cours du confinement lié à la pandémie de la covid-19 en France. Elle examine également les associations longitudinales entre la motivation autonome, l'automatisme et les comportements d'activité physique auto-rapportés au cours de ce changement de contexte majeur.

*b) Motivation, automatisme et désirs accompagnant la poursuite du but*

La mise en place d'une régulation automatique du comportement pourrait d'ailleurs expliquer la relation négative entre motivation autonome et l'occurrence de désirs problématiques. En effet, certains travaux soulignent, d'une part, que la motivation autonome est négativement associée à l'occurrence de désirs problématiques et à la force de ces désirs lors de la poursuite du but à long terme (Milyavskaya et al., 2015). Dans une série d'études au devis expérimental, l'amorçage expérimental de la motivation autonome (vs. contrôlée) à l'égard d'une l'alimentation saine conduisait, par exemple, les participants à anticiper des obstacles moins nombreux et moins perturbateurs dans la poursuite de leur but à long terme (Leduc-Cummings et al., 2017). Un autre ensemble d'études, mené dans le domaine académique ou alimentaire, montre que les participants avec une motivation autonome élevée se caractérisaient par leur tendance à réduire la perception d'obstacles en aménageant des environnements où les sources potentielles de désirs problématiques sont mises à distance (Leduc-Cummings et al., 2022). Dans un scénario hypothétique où les participants pouvaient choisir l'emplacement d'une nouvelle pâtisserie dans leur ville, ceux avec une motivation autonome élevée sélectionnaient l'emplacement le plus éloigné de leur domicile. À l'inverse, une forte motivation contrôlée était associée à un placement moins stratégique de ces obstacles potentiels : par exemple, la boulangerie était placée plus proche du domicile dans un scénario hypothétique (Leduc-Cummings et al., 2022). À l'inverse, la motivation contrôlée est reliée à davantage de désirs problématiques, ce qui peut, en retour, entraver le progrès dans les buts (Milyavskaya et al., 2015). En somme, une motivation de qualité à l'égard du but à long terme permettrait de prévenir l'occurrence même de désirs problématiques.

D'autre part, la mise en place d'une régulation automatique permet une réduction de ces désirs problématiques (Galla & Duckworth, 2015). Quelques données mettent en évidence, dans le domaine de l'alimentation, que le développement d'un mode de régulation automatique réduit la tendance à succomber aux alternatives tentantes dans l'environnement proche (Lin et al., 2016). Finalement, l'automatisme pourrait ainsi sous-tendre les liens entre motivation et désirs. À notre connaissance, les associations entre motivation, automatisme et désirs problématiques n'ont pourtant jamais été examinées concernant le conflit entre activité physique et comportements sédentaires. Envisager ces relations dans le cadre de changements de contexte majeur, comme le confinement lié à la pandémie de la covid-19, offre l'occasion d'investiguer ces relations à des moments critiques pour la poursuite du but (voir aussi Holding et al., 2017). En effet, dans le cas du confinement, l'exposition à certaines alternatives sédentaires était susceptible d'augmenter de manière particulièrement forte (e.g., temps passé devant les écrans ; e.g., Cheval, Sivaramakrishnan, et al., 2020) – invitant donc à une réorganisation de la régulation automatique des comportements pour ne pas céder à ces alternatives sédentaires.

Dans le cadre de ce travail doctoral, les deux premières études composant la Contribution empirique n°4 du Chapitre 8 visent à examiner les relations entre la qualité de la motivation et les désirs envers les alternatives sédentaires, notamment à l'occasion du confinement lié à la pandémie de la covid-19, et explore le rôle médiateur de l'automatisme dans la relation motivation-désirs.

*c) Les relations entre la motivation et les processus automatiques de contrôle de soi*

En somme, une forte motivation autonome favorise l'automatisme du comportement, ce qui, en retour, permettrait la réduction de désirs problématiques. Pour autant, la motivation autonome prévient-elle totalement les personnes de l'exposition à des alternatives potentiellement tentantes ? L'hypothèse d'une association entre motivation et processus automatiques de contrôle de soi paraît prometteuse. Cette relation permettrait notamment d'expliquer pourquoi les individus avec une forte motivation autonome rapportent à la fois moins de désirs à l'égard d'alternatives tentantes et sont capables d'atteindre leur but « sans effort ». Une étude permet d'apporter quelques éléments empiriques quant à cette relation (Milyavskaya et al., 2015).



automatiquement la valeur attribuée au but à long terme et affaiblir celle associée aux tentations – diminuant en retour la perception d’obstacles lors de la poursuite du but (Milyavskaya et al., 2015). Cependant, il est à noter que les auteurs incluent ce mécanisme parmi les processus d’auto-régulation, plutôt que parmi ceux spécifiquement liés au contrôle de soi. Nous partageons cette suggestion, mais pour des raisons différentes. Les auteurs définissent le contrôle de soi en référence à des processus délibératifs, coûteux uniquement, tandis que les processus d’auto-régulation peuvent correspondre, selon eux, à des processus plus automatiques. Pour nous, comme défendu plus haut, le contrôle de soi intègre également des processus automatiques. En revanche, nous nous accordons sur le fait que les tâches utilisées dans l’étude de Milyavskaya et collaborateurs (2015) ne permettent pas d’accéder à des processus de contrôle de soi car elles ne manipulent pas de manière contingente la présence du but à long terme et de tentations (voir Chapitre 3 – Section I) 2).

En somme, le niveau de preuve des relations entre motivation et processus automatiques demeure faible et les tâches utilisées pour capturer ces processus prêtent à discussion. Plus encore, les études précédentes n’apportent pas de données empiriques concernant les relations causales entre motivation et contrôle de soi. Or, il est possible que la motivation et les processus de contrôle de soi automatiques covarient sans pour autant que la motivation n’influence les processus de contrôle de soi. Déployer des processus automatiques de contrôle de soi pourrait aussi renforcer la motivation autonome l’égard du but (i.e., relation causale inverse). Notamment, une régulation plus automatique du comportement pourrait susciter le développement de régulations autonomes en satisfaisant le besoin de compétence (i.e., se sentir efficace dans ses interactions avec son environnement), voire son sentiment d’autonomie (i.e., se sentir à l’origine de son action ; voir Milyavskaya et al., 2015 pour des arguments similaires). Dans la même perspective, une régulation plus automatique du comportement pourrait prévenir du sentiment de frustration ou d’anxiété caractérisant la perception de conflit au niveau conscient (Saunders et al., 2017), ce qui, en retour, pourrait favoriser des formes plus autonomes de motivation. Au regard des effets potentiels réciproques entre la motivation et les processus automatiques de contrôle de soi, il s’avère important de manipuler expérimentalement la motivation pour ensuite tester son association avec les processus automatiques de contrôle de soi. Les tâches d’amorçage motivationnel, au niveau supraliminal (i.e., amorçage au niveau conscient mais sans connaissance de l’effet de l’amorçage sur la réalisation de la tâche subséquente) ou subliminal (i.e., amorçage au niveau inconscient), offrent à cet égard des outils pertinents (Weingarten et al., 2016).

À travers trois études présentées dans le Chapitre 8 et en mobilisant des tâches d'amorçage motivationnel, nous proposons d'examiner les relations causales entre la motivation autonome (vs. contrôlée) et les processus automatiques de contrôle de soi. Plus largement, ce Chapitre est l'occasion d'une discussion théorique quant à la nature des relations pouvant être établies entre ces construits.



## Résumé du Chapitre 4

**La qualité de la motivation** envers le but à long terme joue un rôle clé dans l'atteinte du but poursuivi. Plutôt que de favoriser la poursuite du but à travers une régulation coûteuse (e.g., par l'effort), **la motivation autonome** semble plutôt nourrir une **régulation automatique** du comportement. Par exemple, suite à un changement de contexte majeur, la motivation autonome pourrait favoriser la (ré-)organisation d'un mode de régulation automatique lorsque **les liens signaux-actions** sont perturbés. Une forte motivation autonome pourrait aussi réduire **l'occurrence des désirs** envers les alternatives sédentaires grâce au **rôle médiateur de l'automatisme**. Les preuves empiriques demeurent pourtant faibles, notamment dans le domaine de l'activité physique. Plus encore, les mécanismes pouvant soutenir de telles relations demeurent mal identifiés. La **motivation autonome** envers l'activité physique pourrait justement constituer l'une des variables favorisant le **déploiement** de processus automatiques de contrôle de soi. **Activer expérimentalement** la motivation puis examiner son association avec les mécanismes automatiques de contrôle de soi permettraient d'apporter les premières preuves d'un lien causal entre motivation et contrôle de soi automatique.

## Chapitre 5 – Problématique générale et questions de recherche

---

La présentation de l'ensemble de ces éléments nous amène à formuler trois observations principales. Tout d'abord (1), bien que le temps passé assis augmente et qu'elles soient omniprésentes dans l'environnement moderne, les alternatives sédentaires sont rarement prises en compte lorsqu'il s'agit d'expliquer les comportements d'activité physique. Un nombre croissant de travaux met pourtant en évidence que la traduction de l'intention d'être actif physiquement en action pourrait dépendre de la capacité à faire face à ces situations de choix entre activité physique et comportement sédentaire. Ensuite (2), à l'inverse de l'idée selon laquelle résister aux tentations environnantes reposerait sur la seule force de la volonté, les approches théoriques les plus récentes soulignent que le contrôle de soi intègre des dimensions stratégiques (e.g., modification de la situation pour éviter d'être tenté), mais aussi plus automatiques (e.g., renforcement des tendances automatiques d'approche-évitement à l'égard du but à long terme). Néanmoins, ces processus automatiques de contrôle de soi demeurent mal identifiés, notamment en termes de direction, et leurs associations avec les comportements d'activité physique sont presque inexplorés. Enfin (3), la qualité de la motivation envers le but à long terme (i.e., motivation autonome et contrôlée) pourrait jouer un rôle pivot dans l'activation de ces processus automatiques de contrôle de soi. Cependant, les preuves directes de cet effet restent à apporter.

Développer notre compréhension des processus automatiques de contrôle de soi dans le domaine de l'activité physique permettrait de mieux envisager comment certaines personnes parviennent à traduire leur intention d'être actives physiquement en action, en déployant un mode de régulation automatique malgré la présence de tentations sédentaires. Ces connaissances pourront, par la suite, susciter le développement d'études interventionnelles ciblant la manipulation de ces mécanismes automatiques afin de promouvoir l'adoption de comportements plus actifs. Dans l'ensemble, ces observations nous conduisent à défendre la thèse suivante :

Des processus **automatiques** de contrôle de soi, marqués par le **renforcement** des tendances automatiques d'approche-évitement à l'égard de **l'activité physique** en présence de **tentations sédentaires**, favorisent l'engagement dans **l'activité physique** et leur déploiement dépend de la **qualité de la motivation** envers l'activité physique.

Pour mettre cette thèse à l'épreuve des faits, nous avons formulé trois questions de recherche principales auxquelles les Contributions empiriques tentent de répondre.

Tout d'abord (1), quelle est la direction des processus automatiques de contrôle de soi déclenchés par la présence de tentations sédentaires ? Plus précisément, la présence de tentations facilite-t-elle l'approche automatique du but à long terme et/ou entrave-t-elle son évitement ? Les tâches de temps de réaction utilisées dans les travaux précédents ne permettent pas d'apporter de réponses claires à ces interrogations. Il nous paraît alors important de mieux identifier la direction des processus automatiques de contrôle de soi déployés dans des tâches où les participants sont exposés de manière simultanée à des stimuli reliés à leur but à long terme et à des tentations.

Ensuite (2), quelles sont les associations entre les processus automatiques de contrôle de soi et les comportements d'activité physique ? En premier lieu, est-ce que le niveau d'activité physique des participants module le déploiement des processus automatiques de contrôle de soi ? Ensuite, peut-on entraîner ces processus automatiques de contrôle de soi et quels sont les effets d'une telle manipulation sur les comportements d'activité physique ? Mettre en évidence ce lien causal grâce à une étude expérimentale constitue un premier pas pour ouvrir ensuite la voie à des interventions visant au changement des comportements d'activité physique.

Enfin (3), la motivation autonome envers l'activité physique facilite-t-elle la mise en place de processus automatiques de contrôle de soi ? Autrement dit, la présence de tentations sédentaires renforce-t-elle les tendances automatiques d'approche-évitement à l'égard de l'activité physique seulement lorsque les personnes présentent une forte motivation autonome et/ou une faible motivation contrôlée ? En plus de tester ces associations à travers un devis transversal, nous proposons de manipuler la motivation autonome et contrôlée par amorçage afin de renforcer les liens causaux entre ces construits. Plus largement, dans quelle mesure la motivation autonome et la motivation contrôlée favorisent-elles une régulation automatique du comportement d'activité physique et permettent-elles de réduire les désirs envers les alternatives sédentaires ? Si des processus automatiques de contrôle de soi pourraient sous-tendre ces associations, il s'agit ici d'envisager les expériences qui accompagnent la poursuite du but à long terme, en fonction de la motivation à l'égard de l'activité physique, notamment dans le cadre d'un changement de contexte majeur (i.e., le confinement lié à la pandémie de la covid-19).

Pour apporter des éléments de réponse à ces questions, quatre Contributions empiriques sont présentées. Elles sont constituées d'un total de dix études et sont basées sur la collecte de huit bases de données indépendantes (dont 6 collectes originales ; [Tableau 2](#)). La première Contribution empirique rassemble trois études transversales pour un total de 339 participants. À travers cette première série d'études, nous avons cherché (1) à identifier la direction des processus automatiques de contrôle de soi en développant une tâche conflictuelle d'approche-évitement envers l'activité physique et (2) à explorer l'effet modulateur du niveau d'activité physique sur les patterns d'activation dans le dernier échantillon de participants (N = 192). La seconde Contribution empirique est constituée d'une étude préliminaire (N = 41) et d'un essai contrôlé randomisé non clinique (N = 360). À travers ce dernier, les effets d'une session d'entraînement en ligne des processus automatiques de contrôle de soi sur les comportements d'activité physique et d'autres précurseurs motivationnels ont été examinés. Concernant la troisième Contribution empirique, une étude longitudinale avec trois vagues de mesures a été menée auprès de N = 283 participants. Cette étude a permis de tester l'effet de la motivation autonome sur la mise en place d'une régulation automatique du comportement à la suite d'un changement de contexte majeur : le confinement lié à la pandémie de la covid-19. Enfin, dans une quatrième Contribution, nous prolongeons ce questionnement sur les liens entre la qualité de la motivation et le contrôle de soi à travers une série de cinq études. Tout d'abord, nous examinons l'association entre la motivation autonome/contrôlée et les désirs envers les alternatives sédentaires au travers d'une étude longitudinale à sept temps de mesure, également réalisée lors de la crise de la covid-19 (N = 249). Puis, une deuxième étude transversale examine le rôle médiateur de l'automatisme dans la relation entre motivation et désirs envers les alternatives sédentaires (N = 289). Le rôle de la motivation autonome et contrôlée dans l'activation des processus automatiques de contrôle de soi est ensuite abordé à travers trois études. La première d'entre elles consiste en une analyse secondaire des données récoltées dans la dernière étude de la Contribution n°1 (N = 192). Les relations causales entre motivation et processus automatiques de contrôle de soi sont finalement investiguées après un amorçage supraliminal (N = 346) et un amorçage subliminal (N = 193) de la motivation autonome et contrôlée.

Au total, plus de 2000 participants ont participé à ces différentes études et ont été recrutés grâce à différentes procédures et à travers différentes plateformes (i.e., participation d'étudiants de l'Université Grenoble Alpes, participants de la plateforme de recrutement de l'Université d'Ottawa, participants de la plateforme de recrutement de l'Université de Genève,

participants de la plateforme payante Prolific ®). Les participants recrutés étaient soit des étudiants, soit des adultes d'âge moyen. Les procédures de recrutement sont détaillées pour chaque étude.

Les données ont été collectées lors de tâches de temps de réaction (Contribution n°1, Contribution n°2, Contribution n°4, Études 3, 4, 5) et par questionnaire (Contribution n°3, Contribution n°4, Études 1, 2). Ces données ont été majoritairement analysées à l'aide de modèles mixtes linéaires pour les études mobilisant des tâches de temps de réaction (Contribution n°1, Études 1, 2, 3, Contribution n°3, Contribution n°4, Études 3, 4, 5), de modèles linéaires (Contribution n°2), de modèles par équations structurelles (Contribution n°3 et Contribution n°4, Étude 2) ou encore à travers des analyses de croissance par classes latentes (Contribution n°4, Étude 1). Des analyses de modulation (Contribution n°1, Étude 3, Contribution n°3 et Contribution n°4, Études 3, 4, 5) et de médiation (Contribution n°4, Étude 2) sont également présentées. Les études les plus récemment menées ont été préenregistrées (Contribution n°2, Contribution n°4, Études 4, 5).

Ces contributions empiriques sont rédigées en anglais et présentées sous la forme d'articles scientifiques acceptés, soumis, ou à soumettre. Ces manuscrits pouvant être lus de manière indépendante, certains recouvrements peuvent être notés entre eux, ainsi qu'avec le cadre théorique présenté dans les Chapitres précédents. Toutes les références incluses sont présentées dans la bibliographie générale.

**Tableau 2.** Présentation des Contributions empiriques.

Contributions	Objectif principal	Nombre d'études	N <sub>total</sub>	Devis expérimental	Analyses statistiques
1	Identifier la direction des processus automatiques de contrôle de soi	3 études	339 étudiants en France	Transversal	Modèles linéaires mixtes
2	Manipuler les processus automatiques de contrôle de soi	1 étude pilote et 1 étude principale	360 adultes aux États-Unis	Expérimental prospectif	Modèles de régressions linéaires
3	Identifier le rôle de la qualité de la motivation dans une régulation comportementale automatique	1 étude	283 adultes en France et en Suisse	Longitudinal (3 temps de mesures)	Modèles linéaires mixtes ; Modèles en pistes causales
4	Identifier le rôle de la qualité de la motivation dans une régulation comportementale automatique et dans les processus automatiques de contrôle de soi	5 études	1269 étudiants et adultes en France, en Suisse et au Canada	Longitudinal (7 temps de mesure) ; Transversal ; Expérimental	Analyses de croissance par classes latentes ; Modèles d'équations structurelles ; Modèles linéaires mixtes

## Glossaire

[1] **Activité physique** : Tout mouvement corporel produit par la contraction du muscle squelettique entraînant une augmentation de la dépense énergétique au-dessus de son niveau de repos (i.e., 1 Metabolic Equivalent Task ; Caspersen et al., 1985).

[2] **Inactivité physique** : Niveau d'activité physique inférieur aux recommandations en vigueur (i.e., entre 150 et 300 minutes d'activité physique hebdomadaire d'intensité modérée ou entre 75 et 150 minutes d'activité physique hebdomadaire d'intensité vigoureuse, ou une combinaison des deux, chez l'adulte).

[3] **Comportement sédentaire** : Tout comportement éveillé associé à une dépense énergétique inférieure à 1,5 Metabolic Equivalent Task et réalisé en position assise ou inclinée (Sedentary Behavior Network, 2012).

[4] **Intention** : Degré de volonté, d'effort ou de motivation qu'une personne est prête à consentir pour réaliser un comportement donné (Rhodes & Rebar, 2017).

[5] **Écart intention-action** : Phénomène décrivant la discrédance entre l'intention et l'action (Sheeran & Webb, 2016).

[6] **Autorégulation** : Ensemble des processus par lesquels les individus se fixent et poursuivent des buts puis régulent leurs actions pour atteindre ces buts, en guidant leur pensées, sentiments et comportements (Carver & Scheier, 1982).

[7] **Planification de l'action** : Stratégie d'autorégulation proactive par laquelle les individus anticipent où, quand, comment et avec qui réaliser le comportement souhaité (Sniehotta et al., 2005).

[8] **Implémentation de l'intention** : Stratégie d'autorégulation proactive par laquelle l'individu associe, sous la forme d'un algorithme décisionnel « si-alors », un signal environnemental précis avec la mise en place d'un comportement souhaité (Gollwitzer & Sheeran, 2006).

[9] **Contrôle de soi** : Ensemble des processus par lequel les personnes résolvent un conflit entre deux buts antagonistes, souvent qualifiés par leur asymétrie temporelle (Inzlicht et al., 2021).

[10] **But** : Représentation mentale d'un état final désiré qu'une personne cherche à atteindre (Inzlicht et al., 2021).

[11] **Désir** : Sensation viscérale de « vouloir » générant une force d'attraction envers le stimulus à l'origine du désir (Kotabe & Hofmann, 2015).

[12] **Tentation** : Désir entrant en conflit avec un but à plus long terme (Inzlicht et al., 2021).

[13] **Conflit** : Discrédance entre des buts qui sont simultanément activés, mutuellement exclusifs et qui entrent en compétition pour donner lieu à une seule réponse (Inzlicht et al., 2021).

[14] **État de contrôle de soi** : Ressources du soi disponibles pour faire face à un conflit, notamment par l'inhibition coûteuse de l'attraction vers la tentation (Baumeister et al., 1998).

[15] **Trait de contrôle de soi** : Capacité du soi à surmonter ou changer ses réponses spontanées, ainsi qu'à inhiber des tendances comportementales non désirées ou à ne pas agir en fonction d'elles (Tangney et al., 2004).

[16] **Stratégies de contrôle de soi** : Moyen servant la poursuite du but à long terme en visant à agir sur les processus cognitifs, motivationnels, attentionnels ou comportementaux déclenchés par un conflit (Werner et Ford, 2023).

[17] **Processus délibératif** : Mécanisme intentionnellement dirigé vers un but, impliquant la sollicitation des ressources cognitives, perçu au niveau conscient et pouvant être contrôlé par l'individu (Bargh, 1994).

[18] **Processus automatique** : Mécanisme déployé en dehors de l'intention de l'individu, sollicitant peu de ressources cognitives, n'étant pas perçu de manière consciente et étant assez difficilement contrôlable (Bargh, 1994).

[19] **Automaticité** : Processus par lequel le lien appris entre signal et action se déclenche (Gardner, 2012 ; Gardner et al., 2012), pouvant donner lieu à un mode de régulation comportementale où les individus ont le sentiment d'agir inconsciemment, sans avoir à réfléchir.

[20] **Tendances automatiques d'approche-évitement** : Mécanisme motivationnel préparant l'organisme à exécuter un schéma moteur en direction d'un stimulus (Frieze et al., 2011).

[21] **Motivation autonome** : Engagement dans un comportement régulé pour des raisons intrinsèques ou intégrées et associées au fait d'être à l'origine de son choix, à de l'intérêt et de la satisfaction (Ryan & Deci, 2017).

[22] **Motivation contrôlée** : Engagement dans un comportement régulé pour des raisons introjectées ou externes et associées à des pressions, à un sentiment d'obligation (Ryan & Deci, 2017).



## Chapitre 6 – Identifier la direction des processus automatiques de contrôle de soi

---

### Contribution empirique n°1

#### Présentation de la Contribution empirique n°1

À travers une série de trois études, cette première Contribution empirique visait à investiguer la direction des processus automatiques de contrôle de soi. Plus précisément, elle avait pour objectif d'examiner si (1) la présence de tentations sédentaires renforçait les tendances automatiques d'approche-évitement à l'égard de l'activité physique et (2) si cet effet était modulé par le niveau d'activité physique auto-rapporté par les participants. Pour mesurer les tendances automatiques d'approche-évitement en présence (vs. en l'absence) de tentations, une tâche du mannequin conflictuelle a été développée en utilisant deux types de stimuli (i.e., des images ou des mots). Les temps de réaction de 339 participants ont été analysés grâce à des modèles mixtes linéaires. Tandis que les deux premières études ont été menées auprès de participants actifs physiquement (i.e., > 150 minutes d'activité physique hebdomadaire, N = 147), l'Étude 3 a été conduite auprès d'un échantillon plus varié afin de tester l'effet modulateur du niveau d'activité physique sur les processus automatiques de contrôle de soi (N = 192).

Cet article est en phase finale de préparation, une dernière collecte de données étant en cours au moment de soumettre ce travail doctoral. Cette quatrième étude (non présentée ici) vise à mesurer les tendances automatiques d'approche-évitement à l'égard des comportements sédentaires, en présence de stimuli liés à l'activité physique (vs. de stimuli neutres).

Une vidéo de la tâche utilisée est disponible en scannant le code ci-dessous ou en se rendant au lien suivant : <https://osf.io/mnrfy>

Le matériel supplémentaire est disponible en [Annexe 2](#).

SCAN ME



**Automatic self-control: when approach-avoidance tendencies towards physical activity are reinforced by sedentary temptations**

Silvio Maltagliati<sup>1</sup>, Philippe Sarrazin<sup>1</sup>, Dominique Muller<sup>2</sup>, Boris Cheval<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup>Univ. Grenoble Alpes, SENS, F-38000 Grenoble, France.

<sup>2</sup>Univ. Grenoble Alpes, Univ. Savoie Mont Blanc, LIP/PC2S, 38000 Grenoble, France et Institut Universitaire de France.

<sup>3</sup>Swiss Center for Affective Sciences, University of Geneva, Geneva, Switzerland.

<sup>4</sup>Laboratory for the Study of Emotion Elicitation and Expression (E3Lab), Department of Psychology, University of Geneva, Geneva, Switzerland.

Corresponding authors: Silvio Maltagliati (Univ. Grenoble Alpes, Laboratoire SENS, UFR STAPS, CS 40700 38041 Grenoble Cedex 9, France. E-mail: [silvio.maltagliati@univ-grenoble-alpes.fr](mailto:silvio.maltagliati@univ-grenoble-alpes.fr) ; @Maltagliati\_s) ; Boris Cheval (Campus, Biotech, Chemin des mines 9, 1202, Genève, Switzerland ; [boris.cheval@unige.ch](mailto:boris.cheval@unige.ch) ; @ChevalBoris).

### Abstract

Playing a key role in the pursuit of long-term goals, self-control was initially conceived as relying upon controlled, effortful mechanisms. However, more automatic, effortless self-control mechanisms may also favor the resolution of motivational conflicts, especially among individuals who successfully complete their long-term goal. These mechanisms are yet poorly understood and the direction of the motivational forces triggered by the presence of temptations remains unexplored. Through three studies (N = 339), we investigated automatic self-control mechanisms by measuring approach-avoidance tendencies towards physical activity (PA) in the presence of sedentary alternatives, which correspond to immediate temptations to be inhibited. Students completed a conflictual approach-avoidance computerized task and approached or avoided PA stimuli, in the presence of conflictual sedentary stimuli vs non-conflictual neutral stimuli. Across the studies, mixed-effect models showed that the presence of sedentary stimuli, relative to neutral stimuli, reinforced the difference in reaction times between approach and avoidance towards PA stimuli. Simple slope analyses revealed that this effect could be attributed to slower reaction times when avoiding PA stimuli, rather than to faster reaction times when approaching these stimuli. While these findings were consistently observed in highly physically active participants (Studies 1 and 2), using two types of stimuli (i.e., pictograms and words) and controlling for potential perceptual confounding effects, this pattern was not moderated by participants' self-level reported level of PA (Study 3). As moving away from PA opportunities (i.e., avoidance) was impeded by sedentary temptations, these findings suggest that automatic self-control processes may allow individuals to protect their long-term goals.

**Keywords:** self-control, automaticity, reaction times, approach-avoidance, physical activity.

### **Automatic self-control: when sedentary temptations reinforce approach-avoidance tendencies towards long-term physical activity goal**

Like Ulysses who had to be tied to the mast of his ship to avoid succumbing to the sirens' call, a plethora of temptations often distracts us from our long-term goals. Motivational conflicts sprinkle our daily life, such as eating an appealing piece of cake while trying to lose weight or playing video games instead of studying to pass exams (Hofmann et al., 2012). Motivational conflicts also arise in physical activity, particularly as the modern environment provides many situations in which appealing sedentary opportunities are available (Levine, 2015). While some individuals struggle to resist their attraction to sedentary temptations, others, despite living in the same environment, are not only more successful in pursuing their long-term physical activity goal, but may also complete it more automatically (Cheval et al., 2017). To explain this observation, the present study tested whether individuals who are more successful in achieving their long-term goal could have developed automatic forms of self-control through which the presence of sedentary temptations counteractively favors the regulation of their physical activity behaviors.

#### **Sedentary behaviors act as temptations**

A growing body of evidence suggests that sedentary opportunities act as a temptations that distract individuals from their intention to be physically active (Cheval et al., 2015; Rhodes & Blanchard, 2008). In particular, the Theory of Effort Minimization in Physical Activity (TEMPA; Cheval et Boisgontier, 2021; Cheval et al., 2018) proposes that sedentary behaviors are perceived as rewarding due to an automatic attraction towards physical effort minimization. This automatic attraction towards sedentary behaviors has been demonstrated in experimental studies (Cheval et al., 2021; Cheval et al., 2015, 2017; Cheval, Daou, et al., 2020; Cheval, Tipura, et al., 2018) and large-scale epidemiological studies (Cheval et al., 2019; Cheval, Orsholits, et al., 2020). For example, results have shown that more inhibitory control is required to avoid sedentary stimuli, relative to physical activity stimuli (Cheval et al., 2021; Cheval, Daou, et al., 2020), and that avoiding (vs. approaching) sedentary stimuli triggers higher brain activity associated with inhibitory control and conflict monitoring (Cheval et al., 2018). As a result of this attraction towards such stimuli, individuals must resist their attraction towards sedentary behaviors (Forestier et al., 2018; Veilleux et al., 2018). Individuals with a strong attraction towards sedentary behaviors are less prone to engage in physically active behaviors (Cheval et al., 2014, 2015; Rhodes & Blanchard, 2008) and have difficulty translating their

intention to be physically active into action (Cheval et al., 2015). However, the mechanisms underlying this (in)ability to resist to sedentary temptations remain unclear.

### **Deliberative and automatic self-control in physical activity**

Until recently, it was thought that resisting temptations to achieve long-term goals, such as being physically active, relied on deliberative, effortful forms of self-control (Hofmann et al., 2009). For example, research has highlighted that individuals could commit themselves to pursuing their goal through effortful and deliberative processes, such as removing tempting alternatives from one's environment (Duckworth et al., 2016; Milyavskaya et al., 2021). However, alongside these taxing forms of self-control, there is growing evidence that more effortless, automatic self-control processes should be considered (Fujita, 2011; Gillebaart & de Ridder, 2015). Central to this "toolbox" of automatic self-control mechanisms, counteractive processes would allow individuals to automatically facilitate the pursuit of the long-term goal when exposed to temptations that threaten this goal (Fishbach & Converse, 2010).

Initial evidence for these automatic counteractive mechanisms involves the activation of a long-term goal when encountering tempting cues (Fishbach et al., 2003; Papies et al., 2008). Using a primed-lexical decision task, (Fishbach et al. (2003) showed that individuals were faster to detect goal-related words (e.g., study) after being primed with temptations (e.g., television), suggesting that counteractive processes may be activated by the presence of tempting opportunities and may ultimately favor the engagement in one's long-term goal. Notably, such mechanisms were only activated in individuals who were successful achieving their long-term goal (Fishbach et al., 2003; but see Francis et al., 2022 for a failed replication). For example, one study showed that food temptations facilitated the detection of diet-related stimuli in successful, but not in unsuccessful dieters (Papies et al., 2008). This latter automatic self-control mechanism was also demonstrated in the context of physical activity (Cheval et al., 2017). Using a primed-lexical decision task modelled on Fishbach et al. (2003), this study showed that primes associated with sedentary behaviors (e.g. sofa, television, seated) facilitated the detection of physical activity words (e.g., sport, run, effort). Furthermore, as observed in dieters (Papies et al., 2008), but in contrast to subsequent replication attempts (Francis et al., 2022), this effect was only observed in physically active individuals (Cheval et al., 2017). Thus, the automatic activation of long-term goals in the face of temptations may develop over time, as a function of individuals' long-term goal success. In turn, such mechanisms may reinforce this success by allowing individuals to efficiently commit to their goal when it is compromised by competing alternatives.

### **Approach and avoidance tendencies as indicators of automatic self-control**

Although informative, these faster reaction times to detect physical activity words after the presentation of sedentary temptations yet only reflect a higher cognitive accessibility of the concept of long-term goals. Indeed, reaction times in a decision lexical task are silent about the directionality of the associations – a higher cognitive accessibility for a given stimulus may reflect either a stronger tendency to approach or to avoid it, or both at the same time (e.g., Corr, 2013). Let us consider the example of a negatively-valenced stimulus (e.g., a syringe). Exposure to such a picture could, at the same time, reinforce the cognitive accessibility of related concepts (e.g., getting vaccinated), but trigger a strong urge to avoid related-stimuli (e.g., making a backward movement when seeing the syringe). The same reasoning could be applied to physical activity and sedentary temptations: the presence of a sofa might automatically remind some individuals how being physically active is important to them, just as it might remind others how comfortable their sofa is compared, to exercising. To provide a finer-grained understanding of the directionality of automatic self-control (Sklar & Fujita, 2020), it remains necessary to develop tasks that capture how automatic approach-avoidance tendencies towards long-term goals are influenced by the presence of related temptations.

From this perspective, computerized tasks have been developed to assess automatic approach-avoidance tendencies towards a variety of concepts (Krieglmeyer & Deutsch, 2010; Rougier et al., 2018). In joystick tasks (Krieglmeyer & Deutsch, 2010), participants are typically asked to pull or to push a joystick to, respectively, approach or avoid stimuli displayed on the screen (e.g., approaching spiders and avoiding butterflies, and vice versa). Following the same logic, the manikin task requires individuals to press keyboards to move a manikin on the screen, either towards the stimuli (approach condition) or away from the stimuli (avoidance condition). Importantly, in the area of self-control, Fishbach and Shah (2006) used these paradigms to show, in a joystick task, that individuals were faster to approach (vs. to avoid) goal-related words (e.g., to study) by pulling (vs. pushing) a joystick, whereas they were faster to avoid (vs. to approach) temptation-related words (e.g., television). Consistent with this observation, in the context of physical activity, studies have not only shown that individuals were faster to approach (vs. to avoid) physical activity and faster to avoid (vs. to approach) sedentary behaviors, but also that these automatic approach-avoidance tendencies play an instrumental role in the regulation of physical activity (Cheval et al., 2014, 2015, 2016; Farajzadeh et al., 2023; Hannan et al., 2019; Zenko & Ekkekakis, 2019). Overall, these findings appear to be consistent with the automatic self-control hypothesis, which argues that individuals are faster to approach (vs. to avoid) their long-term goals (e.g., physical activity), but slower to

approach temptations (e.g., sedentary behaviors ; Fishbach & Shah, 2006), with these automatic tendencies serving as proximal behavioral determinants themselves (Frieze, Hofmann, & Schmitt, 2008).

### **Limitations from previous research**

In sum, on the one hand, in the few studies investigating automatic counteractive self-control processes, the primed-lexical decision tasks that was used did not allow to capture the direction of the triggered mechanisms (Cheval et al., 2017; Fishbach et al., 2003; Papies et al., 2008). On the other hand, some studies have used automatic approach-avoidance tendencies towards the long-term goal and related temptations as indicators of the direction of self-control processes (Fishbach & Shah, 2006). However, when relying upon approach-avoidance tasks, participants were not exposed to self-control dilemmas: they were exposed to either goal-related (e.g., physical activity) or temptation-related (e.g., sedentary behaviors) stimuli. These two conflicting types of stimuli were not displayed simultaneously on screen. However, by definition, self-control mechanisms involve conflictual situations and should therefore be captured by manipulating the effects of the presence of temptation-related cues on goal-related stimuli. To extend previous work, testing whether the presence of temptations reinforces automatic approach-avoidance tendencies towards goal-related stimuli would allow to deepen our understanding of the directionality of counteractive automatic self-control.

### **The present research**

The aim of this research was to shed new light on automatic self-control mechanisms by investigating the extent to which the presence of sedentary temptations influences automatic approach-avoidance tendencies towards PA. To the best of our knowledge, this is the first research to examine automatic tendencies to approach vs to avoid long-term goal-related stimuli while simultaneously exposed to temptations – the archetype of a self-control situation. In a series of three studies, we examined whether the presence of sedentary temptations reinforced automatic approach (vs. avoidance) tendencies towards physical activity.

Based on previous literature (Cheval et al., 2017; Fishbach et al., 2003), we hypothesized that the presence of sedentary temptations would reinforce participants' automatic approach vs avoidance tendencies towards physical activity. We used a conflictual manikin task, inspired by previous literature assessing approach-avoidance tendencies in conflictual situations (Boyd et al., 2011; Robinson et al., 2016). Essentially, participants were asked to either approach or avoid physical activity stimuli and were exposed to two types of trials: conflictual trials, in which participants were simultaneously exposed to physical activity stimuli and sedentary stimuli, and non-conflictual trials, in which participants were simultaneously

exposed to physical activity stimuli and neutral stimuli. Study 1 aimed to provide initial evidence of this effect in a conflictual approach-avoidance task in a population mostly composed of highly physically active individuals. Study 2 aimed to replicate this potential effect using a different type of stimuli (i.e., words rather than pictograms). Finally, Study 3 examined whether this effect was moderated by individuals' success in achieving their goal, and was therefore conducted in a more diverse population in terms of physical activity levels.

### **Study 1**

This first study aimed to assess automatic approach and avoidance tendencies towards physical activity, in the presence of tempting sedentary stimuli (vs. neutral stimuli) in a sample composed of highly physically active participants. We hypothesized that the presence of sedentary temptations, but not of neutral stimuli, would reinforce participants' automatic approach (vs. avoidance) automatic tendencies towards physical activity.

#### **Methods**

##### ***Participants***

Sample size was determined with a power calculation using G\*Power 3.1.9.2 (Faul et al., 2007). Using the within-participants repeated-measures ANOVA test, we set the alpha-rate to  $\alpha = .05$ , the desired power to  $\beta = .90$ , we entered 1 group and 2 Conditions (approach vs avoidance)  $\times$  2 Types of trial (conflictual vs non-conflictual) and we specified correlations among repeated measured to  $r = .75$  and nonsphericity to  $\epsilon = 1$ . Our effect size was based on Cheval et al. (2017) given the similarities between their study and the present one: while we focused on approach-avoidance tendencies, not on words detection, both studies used a reaction-time task wherein participants had to react on physical activity stimuli in the presence of sedentary temptations vs neutral stimuli. This study reported a Conditions  $\times$  Types of trial interaction of  $f = .12$ . With this effect size, power calculation estimated a required  $N = 63$ , which we increased up to 80 to account for the loss of data (e.g., dysfunctionning in the online data collection, participants quitting the reaction-time task).

A convenient sample of 80 individuals were recruited a local sport sciences schools in a French university. They were all practicing more than  $\geq 150$  minutes of moderate-to-vigorous physical activity a week on the International Physical Activity Questionnaire (see details below). They were instructed to complete the study in a quiet environment to limit surrounding distractions. To be included in the study, participants had to be free of self-reported physical impairment that made physical activity impossible when completing the study, to report a minimal intention to be physically active (score  $\geq 2$  on a 10-point Likert scale on the item: "I



*intend to engage in at least 30 minutes of moderate-to-vigorous physical activity a day, on most days of the week, during my leisure time*”), a good vision with or without correction. Participants who reported a high error rate in the conflictual manikin task (> 30% of errors across all trials) were excluded from analyses. Out of the 80 participants who started the study, 76 participants were included in the present analyses (49% of women, mean age = 22.00 ± 2.18; Table 1). They all reported that they engaged in at least 150 minutes of moderate-to-vigorous physical activity by week during their leisure time, with an average of 293 ± 185 minutes a week.

No course credit or financial compensation was offered in exchange for participation. The Research Ethics Committee of the university supporting this study approved this study (reference number: IRB00012476-2022-16-02-158).

**Table 1.** Sample characteristics across studies.

Variables	Study 1 (N = 76)		Study 2 (N = 71)		Study 3 (N = 192)	
	Mean (SD)	Range	Mean (SD)	Range	Mean (SD)	Range
Sex						
Women (N, %)	37 (49%)	–	34 (48%)	–	137 (29%)	–
Men (N, %)	39 (51%)	–	37 (52%)	–	56 (71%)	–
Age (in years)	22.00 (2.18)	20–30	20.55 (2.08)	18–32	21.63 (3.49)	18–40
Body mass index (kg/m <sup>2</sup> )	22.28 (2.29)	17.96–27.43	23.32 (3.05)	17.44–26.89	21.45 (3.60)	16.71–32.10
Moderate-to-vigorous physical activity (min)	293 (185)	150–765	551 (217)	150–1020	251 (241)	0–1890

*Note.* SD: Standard-deviation; min: minutes.

### **Procedure**

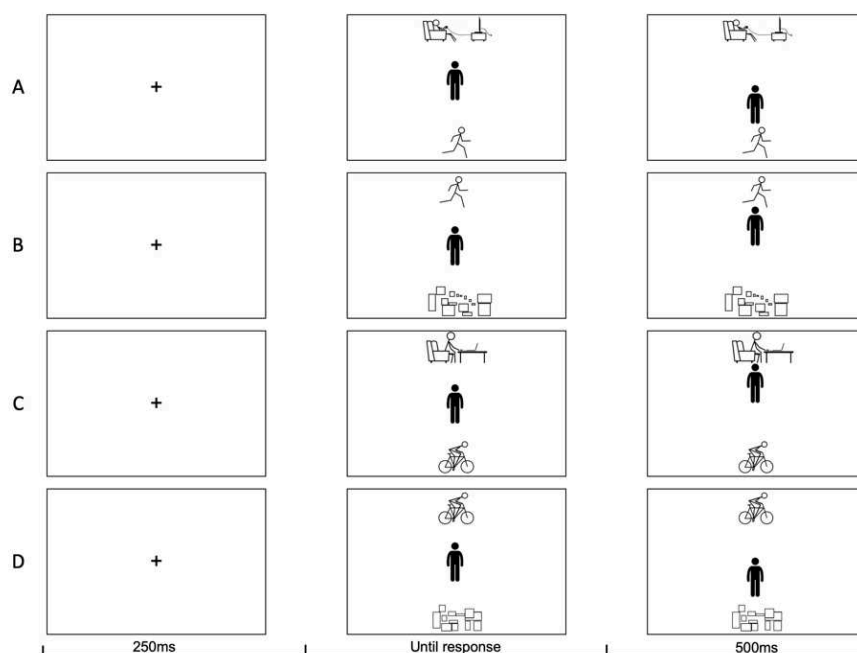
After providing online written consent, participants first completed a questionnaire on a secured web survey hosted by the university supporting this study. This questionnaire assessed participants’ physical activity level during a usual week, using a short and modified version of the International Physical Activity Questionnaire (Craig et al., 2003). Participants were asked to report the time (in hours and minutes) spent in moderate and vigorous physical activity during their leisure time during a typical week. Times reported in each intensity were summed to obtain weekly time spent in moderate-to-vigorous physical activity. Attitudes, type of motivation, habits, intention related to physical activity and sedentary behaviors were also collected but are not described in this manuscript.

Afterwards, participants were redirected to a secured web server in which they were invited to complete two online reaction-time tasks (about 10 minutes in total), designed using Inquisit ®. The first task was a conflictual manikin task that was inspired by previous work in

which participants were instructed to approach/avoid stimuli in the presence of a second stimulus on screen (Boyd et al., 2011; Robinson et al., 2016). Here, the task aimed to measure automatic approach-avoidance tendencies towards physical activity in the presence of sedentary stimuli (vs. neutral stimuli). In this computerized task, participants were asked to quickly move a manikin towards (i.e., approach) or away (i.e., avoidance) from stimuli depicting physical activity. This task consisted of two blocks, whose order was pseudorandomized across participants. In each trial, a fixation cross was first displayed for 250ms. Then, a manikin appeared in the middle of the screen and two stimuli were simultaneously displayed either on the upper and lower part of the screen (Figure 1). To vertically move the manikin on screen, participants had to press the key “T” or “B” of their keyboard to move the manikin upward and downward, respectively. In a first block, participants were asked to move a manikin towards stimuli depicting physical activity (i.e., approach condition), in the presence of sedentary temptations vs of neutral stimuli. In a second block, participants were instructed to move a manikin away from stimuli depicting physical activity (i.e., avoidance condition), in the presence of sedentary temptations (vs. neutral stimuli). When a correct response was given, feedback displayed the manikin either closer or further from the physical activity stimulus. When an incorrect response was given, an error message was displayed on screen.

After 10 practice trials, each block was composed of 72 trials, with half of the trials being “conflictual trials” (i.e., physical activity + sedentary temptations) and half of the trials being “non-conflictual trials” (i.e., physical activity + neutral stimuli). In total, 18 pictograms of approximately 200 × 250 pixels served as stimuli (see Supplementary material 1 for more details). These pictograms were validated in previous studies (Cheval et al., 2015; Cheval, Tipura, et al., 2018). Of note, neutral stimuli were obtained by decomposing stimuli depicting sedentary temptations into abstract squared shapes, which allowed to match the two sets of items in terms of visual complexity. Before analyzing data, we excluded incorrect responses (4.89%) as well as responses below 150 ms (0.32%) and above 1,500 ms (1.58%), as recommended by Krieglmeier and Deutsch (2010). Reliability was estimated using the split-half method (Zenko & Ekkekakis, 2019) and was good in this study ( $r > .88$ , see [Table S1](#)).

**Figure 1.** Illustration of the conflictual manikin task used in Study 1.



*Note.* A and B respectively represent conflictual trials and non-conflictual trials in the approach condition. C and D respectively represent conflictual trials and non-conflictual trials in the avoidance condition.

In a last part of the study, participants completed a detection task. The rationale behind this task was to measure potential differences in the reaction times to detect sedentary vs neutral stimuli. This was considered important because differences in the detection of these stimuli could have an undue influence on the observed results in the conflictual manikin task – that is, slower reaction times to detect sedentary (vs. neutral) stimuli may increase participants’ reaction times in conflictual trials (vs. non-conflictual trials) because of differences in visual processing, rather than because of motivational processes. In this detection task, participants were asked to identify as quickly as possible whether the stimuli displayed on screen belonged to the sedentary or to the neutral category. They had to press the key “S” and “K” of the keyboard to indicate whether the displayed stimulus corresponded to a sedentary stimulus or to a neutral stimulus, respectively. The task was composed of 36 trials, with each of the six sedentary stimuli and each of the six neutral stimuli used in the manikin task being displayed three times. Before analyzing data, we excluded incorrect responses (4.5%), as well as responses below 150 ms (0.04%) and above 1,500 ms (< 0.01%). Assuming differences in reaction times in the detection task, we planned to adjust our main models for participants’

difference in the time to detect sedentary stimuli relative to neutral stimuli in order to minimize the impact of this potential processing effect.

### ***Data analysis***

Linear mixed effects models (MEM) were used to analyze reaction times. In contrast with traditional approaches (e.g., ANOVA), MEM allow a correct estimation of parameters with multiple cross-random effects (i.e., participants are crossed with stimuli), decreases the risk of type-I error (Boisgontier & Cheval, 2016), and keeps the variability of the responses within each condition by avoiding to average observations over a participant (Judd et al., 2012, 2017).

For the conflictual manikin task, a MEM was computed by specifying both the condition, the type of trials, and their interaction as fixed effects. In this model, participants and stimuli (i.e., stimuli depicting physical activity and stimuli depicting sedentary behaviors or neutral stimuli) were specified as random factors. Moreover, condition, the type of trials, and their interaction were included as random factors for the participants.

For the detection task, a MEM was computed by specifying the condition (sedentary stimuli vs neutral stimuli) as a fixed factor. Participants and stimuli were specified as random factors, as well as the condition (i.e., sedentary behaviors vs neutral stimuli) for the participants.

All analyses were computed using the R software (Version 4.0.4). Models were built using the lmer package (Bates et al., 2015; Kuznetsova et al., 2015) and an estimate of the effect size was computed using the MuMin package (Barton, 2009). To reduce convergence issues, each model was first computed using the default BOBYQA optimizer (Powell, 2009), the Nelder-Mead optimizer (Nelder & Mead, 1965), the nlimb optimizer from the optimx package (Nash & Varadhan, 2011), and then the L-BFGS-B optimizer (see Frossard & Renaud, 2019 for a similar procedure). Statistical assumptions associated with MEM (i.e., normality of the residuals, linearity, multicollinearity, and undue influence) were checked and met for all the models.

### **Results**

For the conflictual manikin task, we observed a significant main effect of the experimental condition (avoidance vs approach),  $b = -81.53$ , 95% Confidence Interval (95CI) = [-105.97; -59.09],  $t(76) = -4.61$ ;  $p < .001$ , and of the type of trials (conflictual vs non-conflictual,  $b = -75.37$ , 95CI = [-92.76; -57.98],  $t(32) = -10.79$ ;  $p < .001$  – participants were faster to approach than to avoid physical activity and were faster in non-conflictual, relative to conflictual trials (Table 2, Figure 2A). More important, as hypothesized, results revealed a significant interaction between the experimental condition and the type of trials,  $b = -32.18$ ,

95CI = [-47.25; -17.11],  $t(76) = -4.18$ ;  $p < .001$ . This interaction shows that, while overall participants were faster to approach than to avoid physical activity stimuli, this difference is more pronounced in conflictual trials,  $b = -107.57$ , 95CI = [-127.07; -88.07],  $p < .001$ , than in non-conflictual trials,  $b = -75.30$ , 95CI = [-92.67; -57.93],  $p < .001$ . When decomposing the interaction in the other direction, we observed that, while overall participants were slower in conflictual trials than in non-conflictual trials, the difference is more pronounced when they had to avoid,  $b = 82.04$ , 95CI = [57.93; 92.67;],  $p < .001$ , rather than to approach,  $b = 75.30$ , 95CI = [57.58; 106.50],  $p < .001$ , physical activity stimuli.

**Table 2.** Results of linear mixed effects models for the conflictual manikin task in Study 1.

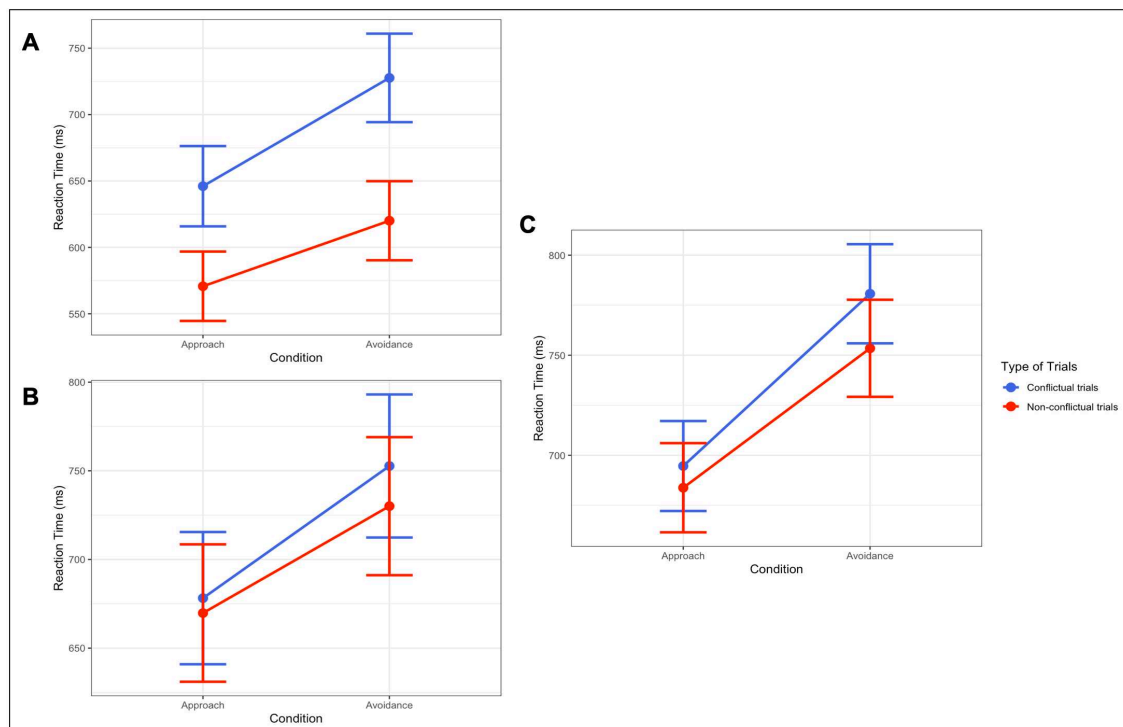
	<i>b</i>	SE	<i>p</i>	Correlations		
<b>Fixed effects</b>						
Intercept	646.09	15.42	< .001			
Condition (ref: Avoidance)	-81.53	12.47	< .001			
Type of trials (ref: Conflictual trials)	-75.37	8.87	< .001			
Condition × Type of trials	-32.18	7.69	< .001			
<b>Random effects</b>						
<i>Participant by experimental condition and types of trials</i>						
Intercept		11436		–		
Condition		10361		-.30	–	
Type of trials		1121		-.79	.30	–
Condition × Type of trials		1653		0.15	-.56	-.04
<i>Participants by stimuli</i>						
Intercept		199				
<i>Physical activity stimuli</i>						
Intercept		330				
<i>Participants by sedentary and neutral stimuli</i>						
Intercept		5.90				
<i>Sedentary and neutral stimuli</i>						
Intercept		136				
<i>Residuals</i>		24188				
<b>R<sup>2</sup> marginal/conditional</b>				.08/.38		

Note. *b*: unstandardized beta estimates; SE: Standard-errors.

For the detection task, results revealed a significant effect of stimuli (neutral stimuli vs sedentary stimuli),  $b = 46.52$ , 95CI = [32.45; 60.59],  $t(14) = 6.48$ ,  $p < .001$  – participants were slower to detect sedentary stimuli than neutral abstract stimuli (Table S2). To account for these differences in the reaction times to detect sedentary vs neutral stimuli, additional analyses were computed. Like in an Implicit Association Test (Greenwald et al., 1998), a difference score was created by subtracting participants’ mean reaction time to detect neutral stimuli from the mean reaction time to detect sedentary stimuli and then by dividing this difference by the pooled standard deviation of participants’ trials (Greenwald et al., 2003). A lower score indicating that participants were slower to detect sedentary stimuli relative to neutral stimuli. This difference

score and their interactions with the experimental condition and the type of trials as fixed factors. Results remained consistent with those observed in the main analyses (Table S3).

**Figure 2.** Estimated mean reaction times across conditions and type of trials in Study 1 (A), Study 2 (B) and Study 3 (C).



*Note.* ms: milliseconds. Error bars represent standard error of the mean.

## Discussion

As predicted, results of Study 1 showed that the difference between automatic approach vs avoidance tendencies towards physical activity were stronger in conflictual trials, compared to non-conflictual trials. These results suggest that being exposed to sedentary temptations (vs. neutral stimuli) may automatically reinforce the difference between automatic approach vs avoidance tendencies towards physical activity. These findings align with existing literature on the automatic self-control mechanisms in physical activity (Cheval et al., 2017), but extend them by showing that sedentary temptations may not only trigger greater cognitive accessibility (Fishbach et al., 2003), but also broader motivational forces towards physical activity. Moreover, pairwise comparisons provided first hint on the role of the avoidance (vs. approach) condition in explaining these effects, although we could not firmly whether the differences in

the steepness of the slopes between conflictual and non-conflictual trials could be mainly attributed to one of the approach or the avoidance condition.

In Study 1, the detection task revealed that individuals were slower to detect stimuli related to sedentary behaviors than neutral abstract stimuli. Despite our attempt to minimize this bias in supplementary analyses, this discrepancy in perceptual processing mechanisms may have had an undue influence of the results observed in the conflictual manikin task. Also, it precludes from determining whether the reinforcement of the difference between automatic approach vs avoidance tendencies in conflictual trials could be attributed to approach or to avoidance trials. The replication of these findings in an experimental task in which the conflictual and non-conflictual trials were equivalent in term of perceptual processing was warranted.

## **Study 2**

The aim of Study 2 was to replicate the results of the first study using an experimental task that was composed of conflictual and non-conflictual trials equivalent in terms of processing difficulty. To do so, we relied on word-related stimuli and used sedentary words for the conflictual trials and concrete neutral words (rather than abstract visual stimuli) in non-conflictual trials. As in Study 1, we hypothesized that the presence of sedentary temptations, but not of neutral stimuli, would reinforce participants' automatic approach (vs. avoidance) automatic tendencies towards physical activity.

### **Methods**

#### ***Participants***

Following the same recruitment procedure as in Study 1, 82 sport sciences students entered the study and, following inclusion criteria mentioned above, 71 participants were included in the present analyses (48% of women, mean age = 20.55 years  $\pm$  2.08; Table 1). They all reported that they engaged in at least 150 minutes of moderate-to-vigorous physical activity by week during their leisure time, with an average of 551  $\pm$  217 minutes a week.

#### ***Procedure***

The experimental procedure was identical to Study 1 (i.e., online questionnaire followed by the conflictual manikin task and a detection task). The structure of the conflictual manikin task was the same, but words were used instead of pictograms as stimuli. Specifically, for physical activity and sedentary stimuli, we selected words on the basis of previous work (e.g., *sport, move* for PA, *sofa, sit* for sedentary temptations; Cheval et al., 2017). For the selection of neutral stimuli, we used the Megalex database, in which more than 28,000 French words were evaluated on their visual valence and arousal dimensions (Ferrand et al., 2018). We

retained neutral stimuli when their scores of valence and arousal near the middle of the scale ( $> 4.5$  and  $< 5.5$  on a scale ranging from 1 to 9). Moreover, we crossed this information with reaction times needed to detect these words because this information was available for each word on the Megalex platform and was collected in independent detection tasks. We were careful in selecting physical activity, sedentary and neutral words whose number of letters were similar and whose detection times were close across categories (Table S4). As such, the stimuli that we selected for each category were expected to be equivalent in terms of perceptual processing, and only differed in their content. Overall, eight words by category were retained and used as stimuli in the conflictual manikin task.

As in the Study 1, participants were exposed to two blocks (i.e., approach vs avoid physical activity stimuli) and two types of trials (i.e., conflictual vs non-conflictual trials). Each block was composed of 128 trials and their order was counterbalanced across participants. We also excluded incorrect responses (7.93%), as well as responses below 150 ms (0.09%) and above 1500 ms (4.11%), and estimated reliability ( $r_s > .91$ ). Afterwards, participants took a detection task in which they indicated whether the words were associated with the category “sedentary behaviors” or with the category “neutral”. We also excluded incorrect responses (7.8%), as well as responses below 150 ms (0.3%) and above 1,500 ms (0.2%).

### **Data analysis**

We followed the same analysis strategy than in Study 1.

### **Results**

For the conflictual manikin task, we observed a significant main effect of the experimental condition (avoidance vs approach),  $b = -74.54$ , 95CI = [-101.26; -47.81],  $t(71) = -5.47$ ,  $p < .001$  – participants were faster to approach than to avoid physical activity (Table 2, Figure 2). However, unlike in Study 1, the effect of type of trials was not significant (conflictual vs non-conflictual),  $b = -8.41$ , 95CI = [-24.00; 7.18],  $t(21) = -1.06$ ,  $p = .303$  (Table 3, Figure 2B). In other words, participants were not faster to respond in the non-conflictual relative to the conflictual trials, which provided preliminary support to our intention to build equivalent non-conflictual and conflictual trials in terms of perceptual processing. More important, results revealed an interaction between the experimental condition and the type of trials,  $b = -14.24$ , 95CI = [-26.33; -2.15],  $t(601) = -2.30$ ,  $p = .021$ . Again, this interaction shows that, while overall participants were faster to approach than to avoid physical activity stimuli, this difference was more pronounced in conflictual trials,  $b = -74.31$ , 95CI = [-101.04; -47.58],  $p < .001$ , than in non-conflictual trials,  $b = -60.48$ , 95CI = [-87.41; -33.55],  $p < .001$ . When decomposing the interaction in the other direction, we observed that, participants were slower to avoid physical



activity stimuli in conflictual than in non-conflictual trials  $b = 22.46$ , 95CI = [6.74; 38.17],  $p = .005$ . However, their reaction times were not significantly different when approaching physical activity in conflictual trials vs in non-conflictual trials,  $b = 8.62$ , 95CI = [-6.98; 24.21],  $p = .279$ . Taken together, these results suggested that the differences in the steepness of the slopes between conflictual and non-conflictual trials could be mainly attributed to avoidance trials.

For the detection task, results revealed a non-significant effect of stimuli (i.e., neutral stimuli vs sedentary stimuli,  $b = -23.06$ , 95CI = [-65.81; 19.69],  $t(20) = -1.06$ ,  $p = .303$ , suggesting that individuals were not significantly slower to detect neutral sedentary words than neutral stimuli (Table S5).

**Table 3.** Results of linear mixed effects models for the conflictual manikin task in Study 2.

	<i>b</i>	SE	<i>p</i>	Correlations		
<b>Fixed effects</b>						
Intercept	678.19	19.02	< .001			
Condition (ref: Avoidance)	-74.54	13.63	< .001			
Type of trials (ref: Conflictual trials)	-8.41	7.95	.303			
Condition × Type of trials	-14.24	6.17	.021			
<b>Random effects</b>						
<i>Participant by experimental condition and types of trials</i>						
Intercept		17016		-		
Condition		11890		-.27	-	
Type of trials		69		.93	-.59	-
Condition × Type of trials		154		-.97	.04	-.83
<i>Participants by stimuli</i>						
Intercept		353				
<i>Physical activity stimuli</i>						
Intercept		723				
<i>Participants by sedentary and neutral stimuli</i>						
Intercept		233				
<i>Sedentary and neutral stimuli</i>						
Intercept		176				
Residuals		36035				
<b>R<sup>2</sup> marginal/conditional</b>				.03/.38		

Note. *b*: unstandardized beta estimates; SE: Standard-errors.

## Discussion

Results were consistent with those observed in Study 1: participants were faster to approach (vs. avoid) physical activity stimuli, but these tendencies were more pronounced when they were concurrently exposed to sedentary stimuli (vs. neutral stimuli). Moreover, as preliminary observed in Study 1, this difference could be mainly attributed to avoidance trials (i.e., impediment of automatic avoidance tendencies), rather than to approach trials. Relative to Study 1, changes in the experimental procedure (i.e., using neutral concrete words instead of

neutral abstract pictograms) addressed the potential confounding effects of perceptual-related differences across conflictual vs non-conflictual stimuli. Indeed, not only the main effect of the type of trials was no longer significant for the manikin task, but also, in the detection task, participants were not significantly 1 to detect neutral sedentary words than neutral stimuli.

In sum, Study 2 provided evidence for the replication of the reinforcement of automatic approach (vs. avoidance) tendencies towards physical activity stimuli in the presence of sedentary temptations in an independent sample of highly physically active participants and relying on a different set of stimuli. Yet, because the enactment of such automatic self-control processes is assumed to be dependent on participants' success in reaching their long-term goals (e.g., Cheval et al., 2017), such effect was likely observed only because participants reported a high level of physical activity.

### Study 3

The aim of Study 3 was therefore to examine the extent to which the pattern of effects observed in Studies 1 and 2 was dependent on participants' usual level of PA. We predicted that the higher the level of physical activity, the more the presence of sedentary words (vs. neutral words) would reinforce automatic approach (vs. avoidance) tendencies towards physical activity.

#### Methods

##### *Participants*

Sample size was a priori determined with the superpower package on R (Lakens & Caldwell, 2021). We used the between-within-participants repeated-measures ANOVA test; set  $\alpha = .05$ ,  $\beta = .90$ , groups = 2 (physically active vs physically inactive), measures = 2 Conditions (approach vs avoidance)  $\times$  2 Types of trial (conflictual vs non-conflictual), correlations among repeated measured to  $r = .75$ , with a medium-sized effect the triple interaction between groups, conditions and types of trials of  $f = .25$ . With this effect size, power calculation estimated a required total  $N = 172$ , which we increased up to 210 to account for lost data and exclusion of participants.

Participants were students and were recruited across different schools of a French university. However, to obtain a more diverse sample in terms of physical activity levels, we made sure to recruit students that were not enrolled in sport sciences as in Studies 1 and 2. Two research assistants blind to hypotheses invited students to participate in the study, with participants having the opportunity to either complete the study online (e.g., after coming back from university) or directly in the university library (in a cubicle). In total, 206 participants fully completed the study, 192 participants met inclusion criteria and were included in the present

analyses (Table 1). In this sample (29% of women, mean age = 21.63 years  $\pm$  3.49), 61% of participants reported that they engaged in more than 150 minutes of moderate-to-vigorous physical activity by week during their leisure time, with an average of 251  $\pm$  241 minutes a week.

### **Procedure**

We used the exact same procedure as in Study 2.

### **Data analysis**

After excluding incorrect responses (6.67% of trials), as well as responses below 150 ms (0.13%) and above 1500 ms (3.05%), and estimating reliability ( $r_s > .90$ ), the same modeling strategy as in Studies 1 and 2 was used (Model 1). A second model was also computed, in which the three-way interaction between the experimental condition (approach vs avoidance), the type of trials (i.e., conflictual vs non-conflictual), and participants' self-reported level of physical activity was entered (Model 2).

### **Results**

For the conflictual manikin task, we observed in Model 1 a significant main effect of the experimental condition (avoidance vs approach),  $b = -86.07$ , 95CI = [-98.35; -73.78],  $t(191) = -13.73$ ,  $p < .001$  – participants were faster to approach than to avoid physical activity (Table 3, Figure 3). However, they were not significantly faster to react in conflictual trials, relative to non-conflictual trials,  $b = 10.86$ , 95CI = [-1.06; 22.78],  $t(18) = -1.79$ ,  $p = .091$ . More important, results revealed an interaction between the experimental condition and the type of trials,  $b = -16.39$ , 95CI = [-24.25; -8.53],  $t(310) = -4.09$ ,  $p < .001$ . Again, this interaction shows that, while participants were overall faster to approach than to avoid physical activity stimuli, this difference was more pronounced in conflictual trials,  $b = -84.27$ , 95CI = [-96.56; -71.98],  $p < .001$ , than in non-conflictual trials,  $b = -68.23$ , 95CI = [-80.34; -56.12],  $p < .001$  (Table 4, Figure 2C). When decomposing the interaction in the other direction, we observed that, participants were slower to avoid physical activity stimuli in conflictual than in non-conflictual trials  $b = 26.92$ , 95CI = [14.60; 39.23],  $p < .001$ . However, their reaction times were not significantly different when approaching physical activity in conflictual trials versus in non-conflictual trials,  $b = 10.87$  95CI = [-1.04; 22.78],  $p = .074$ . Taken together, these results suggested that the differences in the steepness of the slopes between conflictual and non-conflictual trials could be mainly attributed to avoidance trials. However, contrary to our hypothesis, in Model 2, the three-way interaction between experimental condition, types of trials, and participants' level of physical activity was not significant ( $p = .833$ ).

For the detection task, consistent with Study 2, results revealed a non-significant effect of stimuli (i.e., neutral stimuli vs sedentary temptations,  $b = 3.11$ ,  $95\text{CI} = [-16.16; 22.38]$ ,  $t(16) = 0.32$ ,  $p = .755$ , suggesting that individuals were not significantly slower to detect neutral sedentary words than neutral stimuli ([Table S6](#)).

## **Discussion**

In this larger and more diverse sample, we replicated the observation that the presence of sedentary temptations (vs. neutral stimuli) reinforced automatic approach (vs. avoidance) tendencies towards physical activity stimuli. As in Studies 1 and 2, this effect emerged because of slower reaction times to avoid physical activity stimuli, rather than to faster reaction times to approach them. However, contrary to our hypothesis, this effect was not significantly moderated by participants' self-reported level of physical activity. Potential explanations for this non-significant moderating effect are provided below.

## **General Discussion**

### **Main findings**

Across three studies, we consistently observed that participants were faster to approach (vs. to avoid) physical activity stimuli but, most importantly, that the difference in reaction times between these two conditions was accentuated when participants were simultaneously exposed to sedentary (vs. neutral) stimuli. Furthermore, in all three studies, this effect was explained by slower reaction times to avoid physical activity stimuli, rather than by faster reaction times to approach PA. Finally, while Studies 1 and 2 were conducted in highly physically active individuals, we found no evidence in Study 3 that this pattern was moderated by participants' self-reported leisure-time physical activity. Although these findings support the idea that counteractive automatic self-control mechanisms can be triggered in situations involving both long-term goals and temptations, further research is needed to determine in whom and when such mechanisms might be observed.

**Table 3.** Results of linear mixed effects models for the conflictual manikin task in Study 3.

Fixed effects	Model 1				Model 2				
	<i>b</i>	SE	<i>p</i>	Correlations	<i>b</i>	SE	<i>p</i>	Correlations	
Intercept	694.64	11.47	< .001		710.25	14.64	< .001		
Condition (ref: Avoidance)	-86.07	6.27	< .001		-85.36	9.10	< .001		
Type of trials (ref: Conflictual trials)	10.86	6.08	.091		11.96	6.71	.088		
Physical activity	–	–	–		-62.43	36.40	.088		
Condition × Type of trials	-16.39	4.01	< .001		-17.30	5.88	.003		
Condition × PA	–	–	–		0.03	0.26	.914		
Type of trials × PA	–	–	–		0.04	0.16	.707		
Condition × Type of trials × PA	–	–	–		0.04	0.17	.833		
<b>Random effects</b>									
<i>Participant by experimental condition and types of trials</i>									
Intercept	14196		–		13968		–		
Condition	6162		-.04	–	6162		-.04	–	
Type of trials	22		-.39	.94	21		-.37	.94	–
Condition × Type of trials	407		-.28	-.17	406		-.28	-.17	-.07
<i>Participants by stimuli</i>									
Intercept			371				371		
<i>Physical activity stimuli</i>									
Intercept			310				310		
<i>Participants by sedentary and neutral stimuli</i>									
Intercept			606				605		
<i>Sedentary and neutral stimuli</i>									
Intercept			117						
Residuals			37306				37306		
<b>R<sup>2</sup> marginal/conditional</b>			.03 / .34				.03 / .34		

*Note.* PA: Physical activity; *b*: unstandardized beta estimates; SE: Standard-errors. Another model was computed in which physical activity was log-transformed to approximate a normal distribution. Results remained overall unchanged – only the main effect of physical activity on reaction times became significant ( $b = -2.00$ ,  $SE = 0.89$ ,  $p = .025$ ).

### **Comparison with previous studies**

Faster reaction times to approach rather than to avoid physical activity are consistent with previous literature showing that individuals are faster to approach (vs. to avoid) stimuli related to their long-term goal, such as dieting (Fishbach et al., 2006), or being physically active (Cheval et al., 2015, 2014). However, the fact that the difference in these approach versus avoidance tendencies was reinforced in the presence of temptation-related (vs. neutral) stimuli extends the previous literature in at least three ways. First, because automatic approach-avoidance tendencies were shown to be influenced by the presence of temptations, this study reinforces the need to consider conflictual decision-making processes when examining self-control processes (Inzlicht et al., 2021). Specifically with regard to physical activity, given that our modern environment offers a plethora of situations that require a choice between physical activity and sedentary behaviors, it seems crucial to understand how the presence of actual (e.g., seeing one's couch) or imagined (e.g., thinking about one's favorite TV show) attractive sedentary alternatives influences the pursuit of physical activity goals (Maltagliati, Sarrazin, et al., 2022).

Second, the importance of examining automatic self-control in terms of both approach and avoidance dimensions has been highlighted (Sklar & Fujita, 2020). However, to the best of our knowledge, the existing literature has either relied upon tasks that did not allow to capture the direction of captured processes (Fishbach et al., 2003) or measured approach and avoidance tendencies towards the long term goal separately from temptations (Fishbach & Shah, 2006). For example, in the context of physical activity, only one study had investigated automatic self-control in conflictual vs non-conflictual situations (Cheval et al., (2017). However, this primed decision-lexical task did not allow to investigate whether the increased cognitive accessibility of physical activity stimuli reflects increased approach or avoidance tendencies towards these stimuli. In conflictual trials, we showed that the presence of temptations is likely to reinforce the difference between automatic approach and avoidance tendencies towards goal-related stimuli, thereby providing additional support for the automatic counteractive self-control hypothesis (see Fishbach & Converse, 2010 for a synthesis). Notably, these findings are also consistent with the literature showing that temptations may asymmetrically increase the value automatically assigned to long-term goals (Fishbach et al., 2010).

Third, we found that this stronger tendency to approach rather than to avoid goal-related stimuli in the presence of temptations was mainly explained by slower reaction times when avoiding physical activity, rather than by faster reaction times when approaching it. A pattern that was consistently observed across the three independent samples and the two types of

stimuli used in the conflictual manikin task. This intriguing, but robust, finding may suggest that the presence of temptation-related stimuli would allow individuals to “stick”, to their goals by preventing them from moving away from goal-related stimuli, rather than actively “pushing” them towards these long-term goals (e.g., “I don’t want to miss running session because of my attraction to that sofa”, rather than “I will go running because of I want to resist my attraction to that sofa”). This observation would also fit previous evidence showing that individuals are able to automatically *shield* their long-term goals when faced with competing temptations (Shah et al., 2002).

Because they were conducted with highly physically active participants (i.e., sports science students who reported more than 150 min of physical activity per week), our first two studies appear to be consistent with previous work showing that participants who are successful at self-regulating a given behavior can develop automatic self-control processes to facilitate goal pursuit (see Fishbach & Converse, 2010 for a synthesis). However, when we sought to specifically test this hypothesis in Study 3, participants’ level of physical activity did not moderate the interaction between experimental conditions (i.e., approach vs avoidance) and types of trials (i.e., conflictual vs non-conflictual trials). Although recent research has also failed to replicate the moderating effect of self-regulatory success in the activation of automatic self-control mechanisms (Francis et al., 2022), at least three explanations can account for this non-significant effect. First, although our sample in Study 3 was more diverse than in Studies 1 and 2, it remained predominantly composed of physically active individuals. Indeed, 61% of students reported doing more than 150 minutes of moderate-to-vigorous physical activity per week in their leisure time. Thus, there seems to be a need to measure automatic self-control mechanisms in more diverse populations seems needed (e.g., in middle-aged or older adults; Boisgontier, 2022). Second, theoretical work suggests that the enactment of automatic self-control mechanisms may primarily depend on the reasons underlying goal pursuit, rather than on one’s achieving these goals. Specifically, anchored in the Self-Determined Theory (Ryan & Deci, 2017), only individuals with a high autonomous towards the targeted behavior (i.e., engaging in a certain behavior because of its own related pleasure or the importance) were found to report positive automatic attitudes towards this behavior (Milyavskaya et al., 2015) and to complete their goals without exerting effort to do so (Werner et al., 2016). Thus, examining whether autonomous motivation correlates with automatic approach-avoidance towards the long-term goal in the presence of temptations could provide new insights into the boundary conditions under which automatic self-control mechanisms are activated. Third, as discussed in relation to implicit bias in different social domains (Payne et al., 2017, but see

Connor & Evers, 2020 for a critical perspective), measures of automatic self-control could also be influenced by situational or cultural features, rather than by individual characteristics (e.g., one's level of physical activity). For example, similar to as interacting with a Black experimenter affects automatically-activated racial attitudes (Lai et al., 2013), answering a questionnaire about physical activity before completing the reaction-time task may have increased the cognitive accessibility of this long-term goal for all participants, thereby attenuating potential inter-individual differences in the samples. Future studies are needed to rule out the possibility that the order of the different tasks (i.e., questionnaire and reaction-time task) had an influence on the observed results.

### **Limitations and strengths**

At least three limitations should be acknowledged. First, because only automatic approach-avoidance tendencies towards physical activity were measured, it remains impossible to determine whether participants' faster reaction times in the approach condition, relative to the avoidance condition, were specific to this long-term goal, or whether they reflected a generic approach vs avoidance tendency (Windsor et al., 2012). Further, future studies should examine whether automatic approach-avoidance tendencies towards temptations are also affected by the presence of goal-related stimuli (i.e., symmetric or asymmetric patterns; Francis et al., 2022). Second, the characteristics and instructions of the conflictual manikin task did not allow for control of participants only processed physical activity stimuli before responding or also processed sedentary and neutral stimuli they were concurrently exposed to because responding. In particular, it is likely that participants were "re-coding" the task they were performing (e.g., focusing on the stimuli displayed on the top of the screen, regardless of their content, rather than responding according to the position of physical activity stimuli on the screen; Pillaud & Ric, 2022). Future studies could account for this possibility, either by making instructions more complex (e.g., adding a "go/no-go" condition for the concurrent stimuli, so that both the targeted and the concurrent stimuli are processed) or by collecting more information about the extent to which both stimuli are processed (e.g., eye-tracking measures). Third, participants' physical activity level was self-reported which may have led to an overestimation of this level, particularly due to social desirability biases (Dyrstad et al., 2014). However, this research also has some strengths. First, we used a well-suited statistical approach to accounting for multiple cross-random effects. Second, the effort undertaken to replicate our effects across three independent samples remains unique in the field of physical activity. Finally, based on the findings of Study 1, the stimuli used in Studies 2 and 3 were carefully selected using a validated pre-existing database to eliminate potential processing-related



confounding effects. In the same perspective, a detection task allowed to control for these potential confounding effects and supported the selection of the stimuli used in this study.

### **Conclusion**

The presence of temptations is usually conceived as a threat for the achievement of long-term goals. This study provides evidence that sedentary temptations can actually trigger automatic self-control mechanisms that allow individuals to “stick” to their physical activity goals, over and above the processes associated with physical activity alone (i.e., in non-conflictual situations). Could Ulysses, instead of tying himself to the mast, have embraced the sirens’ call to automatically remind himself how much he wanted to find Penelope back?

## Résumé des résultats principaux de la Contribution empirique n°1

À travers une série de trois études, cette première Contribution révèle que les participants sont plus rapides pour approcher les stimuli liés à l'activité physique que pour s'en éloigner. De plus, cette différence est plus marquée lorsque les participants sont exposés simultanément à des stimuli d'activité physique et des stimuli liés à des comportements sédentaires, plutôt qu'à des stimuli d'activité physique accompagnés de stimuli neutres. Le renforcement de cette différence est davantage attribuable à l'évitement de l'activité physique qu'à son approche : en présence de stimuli sédentaires (vs. de stimuli neutres), les temps de réaction augmentent pour éviter l'activité physique, mais ne diminuent pas pour s'approcher l'activité physique. En revanche, contrairement à notre hypothèse, le niveau auto-rapporté d'activité physique des participants ne module pas l'activation de ces processus automatiques (Étude 3). Il est à noter que ces effets ont été observés de manière consistante quel que soit le type de stimuli utilisé (i.e., des images ou des mots) et après avoir vérifié, grâce à une tâche de détection, que les différences observées relèvent davantage de mécanismes motivationnels que de mécanismes perceptuels (e.g., complexité du traitement de l'information).

En somme, ces résultats suggèrent que le renforcement des tendances automatiques d'approche-évitement envers l'activité physique par la présence de tentations sédentaires pourrait refléter l'activation de processus automatiques de contrôle de soi. Les effets de ces mécanismes automatiques sur la régulation des comportements d'activité physique restent néanmoins à établir (Chapitre 7), tout comme les modulateurs de leur déploiement demeurent à identifier (Chapitre 8).

## Chapitre 7 – Manipuler les processus automatiques de contrôle de soi

---

### Contribution empirique n°2

#### Présentation de la Contribution empirique n°2

Cette deuxième Contribution empirique avait pour objectif d'entraîner les processus de contrôle de soi en s'appuyant sur le paradigme expérimental de l'entraînement « A–B–C » (pour *Antecedents–Behaviors–Consequences* ; Wiers et al., 2020) et de comparer l'effet de cette intervention avec un entraînement « traditionnel » des tendances automatiques d'approche-évitement (i.e., avec un ratio d'approche des stimuli d'activité physique dans 90% des essais, sans conséquence) et avec un entraînement « placebo » des tendances automatiques d'approche-évitement (i.e., avec un ratio d'approche des stimuli d'activité physique dans 50% des essais, sans conséquence). Les stimuli utilisés dans les conditions expérimentales étaient personnalisés pour chaque participant. En particulier dans la condition d'entraînement A–B–C, s'approcher de stimuli associés à l'activité physique, plutôt que de tentations sédentaires, générerait des conséquences positives et valorisées par chaque participant (e.g. améliorer sa santé mentale ou ses relations sociales). Les effets de ces conditions expérimentales sur l'activité physique auto-rapportée une semaine après l'intervention (critère principal) et sur des précurseurs de l'activité physique (critères secondaires) – à savoir les préférences manifestées dans une tâche de choix, les attitudes implicites et explicites, l'intention d'être actif physiquement – ont été examinés. Au total, 360 participants résidant aux États-Unis ont participé à cette étude contrôlée randomisée en ligne, qui est la première à utiliser ce protocole novateur dans le domaine de l'activité physique. Les données ont été analysées à travers des modèles de régression linéaires.

Cette Contribution est en cours d'expertise dans la revue *Psychology for Sport and Exercise* et sa version prépubliée est disponible au lien suivant : <https://osf.io/yvbxr>

Référence : Maltagliati, S., Muller, D., Sarrazin, P., Fessler, L., Ferry, T., Wiers, R., & Cheval, B. (2023). Improving Physical Activity Using a Single Personalized Consequence-Based Approach-Avoidance Training: Effects on Self-Reported Behaviors, Attitudes, and Choices. *PsyArXiv*. <https://doi.org/10.31234/osf.io/5vmfu>

Une vidéo de la tâche utilisée est disponible en scannant le code ci-contre ou en se rendant au lien suivant : <https://osf.io/45jh8>

Le matériel supplémentaire est disponible en [Annexe 3](#).



## **Improving Physical Activity Using a Single Personalized Consequence-Based Approach-Avoidance Training: Effects on Self-Reported Behaviors, Attitudes, and Choices**

Silvio Maltagliati<sup>1</sup>, Philippe Sarrazin<sup>1</sup>, Dominique Muller<sup>2,3</sup>, Layan Fessler<sup>1</sup>, Thibaud Ferry<sup>2</sup>, Reinout W. Wiers<sup>4</sup>, Boris Cheval<sup>5,6</sup>

<sup>1</sup>Univ. Grenoble Alpes, SENS, F-38000 Grenoble, France.

<sup>2</sup>Univ. Grenoble Alpes, Univ. Savoie Mont Blanc, LIP/PC2S, 38000 Grenoble, France.

<sup>3</sup>Institut Universitaire de France.

<sup>4</sup>Department of Psychology and Center for Urban Mental Health, University of Amsterdam, The Netherlands.

<sup>5</sup>Swiss Center for Affective Sciences, University of Geneva, Geneva, Switzerland.

<sup>6</sup>Laboratory for the Study of Emotion Elicitation and Expression (E3Lab), Department of Psychology, University of Geneva, Geneva, Switzerland.

Corresponding authors: Silvio Maltagliati (Univ. Grenoble Alpes, Laboratoire SENS, UFR STAPS, CS 40700 – 38058 Grenoble Cedex 9, France. E-mail: [silvio.maltagliati@univ-grenoble-alpes.fr](mailto:silvio.maltagliati@univ-grenoble-alpes.fr); @Maltagliati\_s); Boris Cheval (Campus, Biotech, Chemin des mines 9, 1202, Genève, Switzerland; [boris.cheval@unige.ch](mailto:boris.cheval@unige.ch); @ChevalBoris).

### **Acknowledgments**

This study was made possible thanks to the SCREEN platform (Service Commun de Ressources d'Expérimentation et d'Équipements Numériques) of the MSH-Alpes (Maison des Sciences de l'Homme Alpes) of the University Grenoble Alpes which gave us access to the Limesurvey ® online questionnaire platform.

## Abstract

**Objective.** Despite their potential in improving health behaviors, such as physical activity (PA), the effectiveness of interventions targeting automatic precursors remains contrasted. We examined the effects of a single session of ABC training – a personalized and consequence-based approach-avoidance training – on PA, relative to an active control condition and a control condition.

**Methods.** Middle-aged US participants (N = 360, 53% of women) either completed an ABC training (approaching PA in 90% of trials), a typical approach-avoidance training (approaching PA in 90% of trials), or a control training (approaching PA in 50% of trials). Participants selected antecedents (e.g., “When I have little time”) in which personalized choices between PA and sedentary alternatives were likely to occur. In the ABC training only, after approaching PA, self-relevant consequences were displayed (e.g., increase in the health status of participant’s avatar). Primary outcome was self-reported PA seven days after the intervention. Secondary outcomes included choices for PA (vs. sedentary) alternatives in a hypothetical free-choice task, intention, implicit and explicit attitudes towards PA.

**Results.** No significant effect of the ABC intervention on PA was observed, so as on intention and explicit attitudes. However, the ABC intervention was associated with higher odds of choosing PA (vs. sedentary) alternatives in the free-choice task and with more positive implicit attitudes towards PA.

**Conclusions.** While the ABC training was not effective at improving PA, its effects on choices and implicit attitudes suggest that this intervention may still have potential. Future studies with intensive trainings and device-based measures of PA remains needed.

**Keywords:** physical activity, sedentary behaviors, approach-avoidance tendencies, attitudes, cognitive bias modification.

## **Improving Physical Activity Using a Single Personalized Consequence-Based Approach-Avoidance Training: Effects on Self-Reported Behaviors, Attitudes, and Choices**

A fundamental driver of people's health behaviors lies in their ability to set goals and form intentions, such as being physically active (Rhodes et al., 2019). These laudable intentions yet often compete with other behavioral alternatives, including sedentary temptations that are ubiquitous in our modern environment (Cheval et al., 2017). Every day, individuals face situations in which decision-making processes either tip the balance in favor of behavioral alternatives aligning with their goals (e.g., running) or in favor of competing options (e.g., watching TV; Maltagliati, Sarrazin, Fessler, et al., 2022). It turns out that selecting behavioral alternatives aligning with one's intention is far from self-evident: in physical activity (PA), about one in two people fail to translate their intention to be active into action (Rhodes & de Bruijn, 2013). This intention-action gap leads to non-negligible consequences: one person dies every six seconds worldwide of causes associated with insufficient physical activity (World Health Organization, 2020). To meet the targeted 15% reduction in the prevalence of insufficient physical activity by 2030 (World Health Organization, 2020), developing interventions that favor the adoption of PA constitutes an urgent need. In the present study, we applied a novel theory-based cognitive-bias modification intervention – the Antecedents Behaviors Consequence (ABC) training; Wiers et al., 2020) – that holds promise in the reduction of insufficient PA.

### **Automatic approach-avoidance tendencies as a target for interventions**

Anchored within dominant socio-cognitive theories (Rhodes et al., 2019), the vast majority of existing interventions assumed that modifying controlled (or deliberative) decision-making features (e.g., intention, self-efficacy) would translate into subsequent changes in behaviors (Ajzen, 1991; Bandura, 1986). However, this assumption has been challenged by the small effect of these theory-based interventions on behaviors in ecological settings ( $r = .24$ ; Rhodes et al., 2021). To address this issue, the value of conjointly targeting more automatic processes to change health behaviors has been highlighted (Larsen & Hollands, 2021; Marteau et al., 2012).

Derived from dual process models (Strack & Deutsch, 2004), it has been argued that, in conjunction with controlled precursors, more automatic processes can also explain individuals' engagement in health behaviors (Hofmann et al., 2008), such as PA (Brand & Ekkekakis, 2018; Cheval & Boisgontier, 2021; Conroy & Berry, 2017). Notably, alongside with other automatic precursors (see Chevance et al., 2019; Rebar et al., 2016 for reviews), approach-avoidance

tendencies were found to correlate with PA behaviors in both laboratory settings (Cheval, Sarrazin, & Pelletier, 2014) and ecological settings (Cheval et al., 2015). Because these approach-avoidance tendencies are assumed to play a proximal role in behavioral regulation (Friese et al., 2011) and have been shown to consistently associated with PA behaviors (Zenko & Ekkekakis, 2019), they stand as a relevant target for interventional studies.

### **Effectiveness of interventions targeting automatic approach-avoidance tendencies**

Drawing on work applied to other health-related behaviors (Wiers et al., 2011), two studies have examined the effects of a cognitive-bias modification targeting automatic approach-avoidance tendencies towards PA (Cheval, Sarrazin, Pelletier, et al., 2016; Preis et al., 2021). The first study used the manikin task (Krieglmeyer & Deutsch, 2010) – a computerized approach-avoidance task – to retrain participants’ approach-avoidance tendencies towards PA (Cheval et al., 2016). In a first experimental condition, participants were repeatedly asked to move a manikin (that was supposed/expected to represent themselves) towards PA stimuli (i.e., approach) and away from sedentary stimuli (i.e., avoidance) displayed on screen. In two other experimental conditions, participants were either asked to move a manikin towards sedentary stimuli and away from PA stimuli, or to move the manikin equally often towards and away from PA and sedentary stimuli. Results showed that, when including only inactive participants, individuals in the first condition spent more time practicing squats in a free-choice task, relative to those retrained to approach sedentary stimuli, or those instructed to approach and avoid PA stimuli as often. The second study tested whether the effect of an intervention based on the joystick-task – another computer-based approach-avoidance task (Krieglmeyer & Deutsch, 2010) – was effective to impact PA in ecological settings (i.e., daily pedometer-assessed step counts during two weeks; Preis et al., 2021). Results did not show any significant difference in direct and self-reported PA between the experimental (i.e., six 10-minute sessions during which participants were repeatedly retrained to approach PA and avoid sedentary stimuli) and the control (i.e., not treatment) conditions. However, the small sample size of this study (N = 40) can potentially account for this non-significant result. Altogether, as for other health behaviors (e.g., smoking, drinking; Jayasinghe et al., 2020), the effectiveness of interventions targeting automatic approach-avoidance tendencies towards PA remains to be more strongly established.

### **From an associative to an inferential perspective on approach-avoidance trainings**

At the conceptual level, these two “typical” approach-avoidance trainings were based on an associative account of the effects of cognitive-bias modification intervention. In short, this associative perspective suggests that the mere repetition of stimuli-action pairings (i.e.,



repeatedly approaching PA stimuli and avoiding sedentary stimuli) leads to a greater accessibility of these stimulus-action associations in memory. In turn, because on this learning process, when encountering specific stimuli (e.g., seeing a bike will generate approach tendencies towards it), these associations would elicit an inclination to engage in PA behaviors and to avoid sedentary behaviors. However, this perspective has been tackled by a review suggesting that data did not support these underlying associative mechanisms (Van Dessel et al., 2019). Specifically, verbal instructions to approach or avoid stimuli, without actually repeating approach and avoidance movements, seem sufficient to alter evaluations towards a given set of stimuli (Van Dessel et al., 2015). Moreover, the alteration of these evaluations require awareness of relevant contingencies (i.e., knowing that a particular stimulus is associated with an approach or avoidance action and that this action has either positive or negative consequences; Van Dessel et al., 2016). These findings have encouraged the development of renewed conceptual perspectives to better understand the mechanisms through which approach-avoidance trainings may influence behaviors.

In particular, the inferential perspective has emerged (Van Dessel et al., 2019). This perspective argues that altering automatic approach-avoidance tendencies is not only contingent on the repetition of approach-avoidance actions, but also on the consequences that are paired with these actions (e.g., for the person's health; Van Dessel et al., 2019). From the inferential view, the repeated performance of approach-avoidance actions in response to a stimulus (e.g., approaching PA stimuli) coupled with information about concomitant positive or negative consequences (e.g., vitality level) leads to the formation of inferences about evaluative properties of the stimulus (e.g., “approaching PA will increase my vitality”). In turn, these consequence-based associations are assumed to foster the automatization of participants’ choice in decision-making situations (i.e., running versus watching TV) and to improve their attitudes (at both the explicit and implicit level) towards targeted behaviors. Ultimately, these changes are expected to affect the inclination to engage in the targeted behaviors in real-life settings ((Van Dessel et al., 2019).

### **Towards the ABC training procedure**

Consistent with this inferential perspective, the ABC training procedure was recently developed (Wiers et al., 2020). In the ABC training, approach-avoidance tendencies towards the targeted behavior are retrained in relation to personalized contextual antecedents that may compromise the completion of long-term goals (e.g., “When I have little energy, I am likely giving up on my planned PA session”). Second, approach-avoidance tendencies towards targeted behaviors have to be retrained concurrently, rather than distinctly, from competing

behavioral alternatives. To do so, participants can select targeted behavioral alternatives that are the most likely favoring goal completion (e.g., “Running would be a good way for me to be more physically active”) and temptations that are the most likely hindering goal completion (e.g., “Watching TV can definitely prevent me from running”). This feature ensures that each participant is trained to approach targeted behavioral alternatives in decision-making situations entailing the presence of temptations. Critically, in the ABC training, participants have the opportunity to select self-relevant consequences that are subsequently paired with approach-avoidance actions (e.g., “My main reason for being physically active lies in the pleasure I can feel”). Altogether, these three features characterizing an ABC training procedure (i.e., personalized antecedents, behavioral alternatives and consequences) are expected to increase the effectiveness of interventions and correspond to an inferential account of approach-avoidance trainings.

A handful of studies have provided first hint on the personalization of some aspects of approach-avoidance trainings (i.e., self-relevant antecedents and behavioral alternatives in the context of smoking behaviors; e.g., Kopetz et al., 2017). The most robust evidence for the effectiveness of consequence-based approach-avoidance trainings was provided by a set of experiments conducted by Van Dessel et al. (2018). In a consequence-based training condition, participants first completed a computerized choice task in which, after a learning phase, they had to maximize the health of an avatar (a character that the participants chose beforehand to represent them) by moving the avatar towards or away healthy and unhealthy food items (e.g., carrots and cookies) that appeared in an open refrigerator in front of their avatar. Crucially, when they approached healthy food or avoided unhealthy food items, positive health consequences for this avatar were generated. Specifically, a health bar was gradually filled in, the appearance of the avatar was improving (i.e., looking healthier), and a positive feedback was displayed (e.g., “I feel healthy”). Conversely, when they approached unhealthy food or avoided healthy food items, negative health consequences were displayed (i.e., the health bar was gradually depleted, the manikin looked unhealthier and a negative feedback was displayed [“I feel sick”]). Relative to a typical approach-avoidance training (i.e., a manikin task in which participants always approached healthy food and avoided unhealthy foods without any consequence) and a control condition (i.e., a manikin task in which participants approached healthy food in 50% of trials without any consequence), participants in the consequence-based training condition consumed less unhealthy snacks in a subsequent consumer-choice task and self-reported lower unhealthy eating behavior in the 24 hours following the intervention. Moreover, right after the intervention, they were more likely to select healthy food (vs.

unhealthy alternatives) in a hypothetical free-choice task. Finally, relative to the two other conditions, participants in the consequence-based training condition reported more positive implicit and explicit attitudes towards healthy (vs. unhealthy) food. These last findings supported that pairing actions with consequences (i.e., approaching healthy food vs unhealthy food triggers positive vs negative health consequences) could modify evaluative properties of the related concept. In sum, consistent with the inferential perspective, this experimental study provided proof-of-concept evidence for the added-value of a consequence-based approach-avoidance training, relative to a typical approach-avoidance training.

Nevertheless, to the best of our knowledge, no study has yet fully taken advantage of the ABC training by simultaneously manipulating all the three components of the procedure. For example, in Van Dessel et al., (2018), participants were exposed to a unique antecedent (i.e., standing in front of a fridge) whereas people differ regarding the situations that they perceive as being “at risk” for their long-term goal (Cerin et al., 2010). Previous work neither allowed participants to personalize the behavioral alternatives on which their subsequent approach-avoidance training was based. Further, while considered as critical in the self-control dilemmas people experience on a daily basis (Hofmann et al., 2012), existing studies did not retrain these approach-avoidance tendencies towards the long-term concomitantly the presence of tempting alternatives – an important omission if we consider the self-control dilemmas people experience on a daily basis (Hofmann et al., 2012). Finally, participants could not select the consequences that were the most relevant to them when pursuing their long-term goal. In Van Dessel et al. (2018), only the health of the avatar was altered as a result of approach and avoidance actions towards food stimuli. Because the reasons behind pursuing a long-term goal – such as being physically active – greatly varies from an individual to another (Molanorouzi et al., 2015), letting participants selecting self-relevant consequences could increase the effectiveness of the intervention. In sum, the full ABC training (i.e., personalization of antecedents, behavioral alternatives and of consequences, retraining of approach-avoidance tendencies towards the long-term goal in the presence of temptations) remains to be applied to health behaviors in general, and to PA in particular.

### **The current study**

To fill this gap, the aim of this preregistered online non-clinical randomized controlled trial was to test the effect of a single session of an ABC training (vs. a typical approach-avoidance training and a control condition) on self-reported PA (primary outcome), measured seven days after the intervention. We also aimed to test its effects on secondary outcomes including choices in favor of PA (vs. sedentary behaviors) in a hypothetical free-choice task,

implicit attitudes towards PA, and more controlled predictors of PA (i.e., intention to be physically active and explicit attitudes towards PA). Exploratory analyses also included reaction times in the free-choice task as an outcome, with faster reaction times to choose PA (vs. sedentary behaviors) being indicative of a more automatic mode of behavioral choice.

We first expected that, relative to participants in a control condition (i.e., "sham" approach-avoidance training, with a 50% approach PA ratio, without any consequence), participants in the ABC training (with a ~90% approach PA ratio, with consequence) would report a higher time spent in moderate-to-vigorous PA in the seven days following the intervention (H1A). We also hypothesized that they would be more likely to choose PA (vs. sedentary behaviors) alternatives in the hypothetical free-choice task (H2A) and would report a stronger intention to be physically active across the next seven days (H3A), more positive implicit (H4A) and explicit attitudes (H5A) towards PA. Regarding reaction times in the free-choice task, we expected that, beyond being more likely to choose PA (vs. sedentary behaviors), compared to participants in the control training, participants in the ABC training would be also faster to do so (H6A).

We predicted that, participants in the ABC training would also report higher scores on all these outcomes relative to participants in a typical approach-avoidance training (with a 90% approach PA ratio, without any consequence; H1B to H6B). Finally, we hypothesized that participants in the typical approach-avoidance training would report higher scores on all these outcomes than participants in the control condition (H1C to H6C). Altogether, if confirmed, these sets of hypotheses would not only provide first evidence on the effectiveness of the ABC training in PA, but would also lend support to the added-value of an inferential (vs. associative) perspective of approach-avoidance trainings.

### Methods

Study preregistration can be found at <https://osf.io/9x5tu/>. The Research Ethics Committee of the university supporting this study approved this study (reference number: IRB00012476-2022-16-02-158). Data are available upon reasonable request. Prior to running this study, most materials and tasks were pretested in a sample of 41 French participants, while feasibility indicators and descriptive statistics were also computed (please see [supplementary material 1](#) ; [Tables S1](#) ; [S2](#) ; [S3](#) ; [S4](#) ; [Figures S1](#) and [S2](#) for full details).

### Procedure and sample

Volunteers living in the United States were invited to participate in this study via the Prolific Academic website and received a financial compensation of ~7\$ after having completed this two-part study (~ 25 minutes for the first part and 5 minutes for the second part).

Participants were pseudo-randomly allocated (1:1:1 ratio) to either the ABC training, the typical approach-avoidance training or the control condition. Participants in the ABC training, the typical approach-avoidance and in the control conditions completed a three-block training phase (Figure 1 and [Figure S3](#)). Afterwards, secondary outcomes (i.e., choices between PA and sedentary behaviors, implicit and explicit attitudes and intention) were measured using a free-choice task, an Implicit Association Test (IAT), and a questionnaire. One week later, participants were invited to complete a second questionnaire, in which they self-reported their PA for the last seven days (primary outcome). The first part of the study was built and run on Inquisit® (version 6.6.1), while the second questionnaire was developed using Limesurvey®, a secured online platform hosted by the university supporting this study.

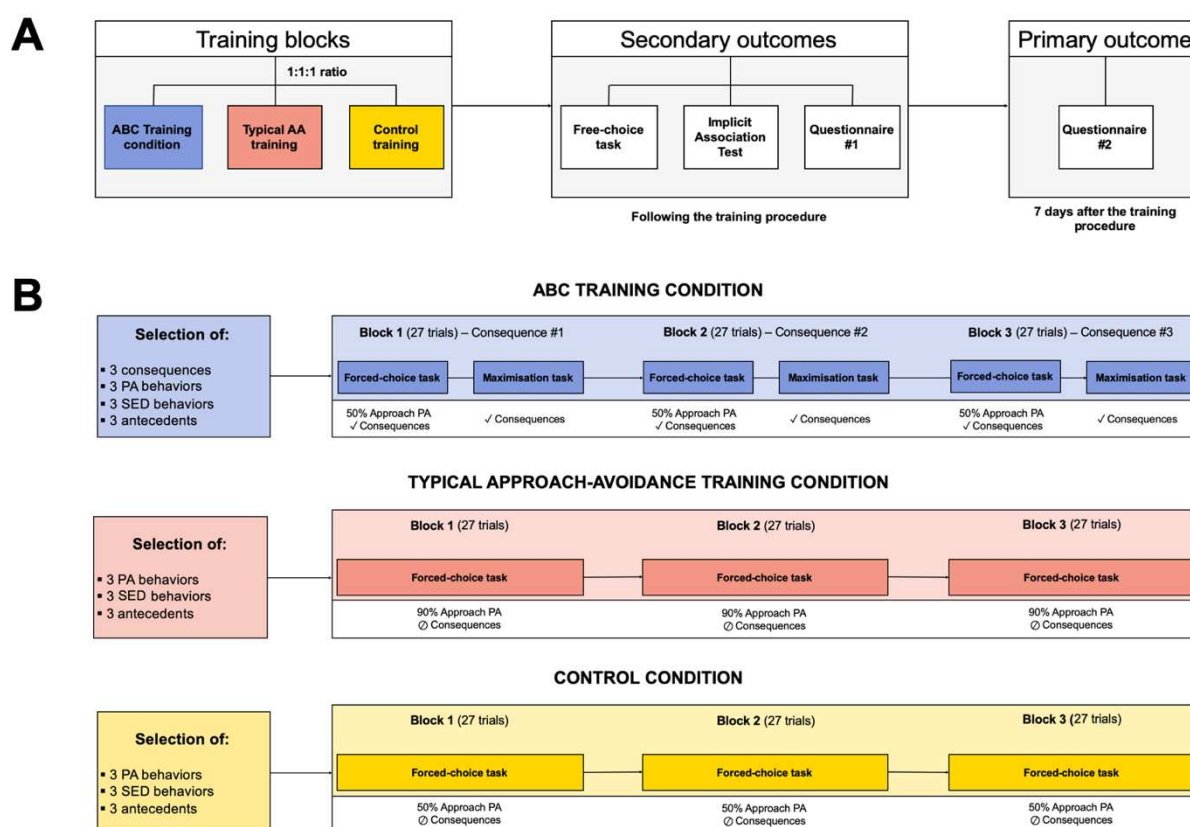
Based on preregistered power analyses (with a conservative medium effect size of  $f = 0.20$ , an allocation ratio of 1:1:1,  $\beta = 90\%$ , and  $\alpha = .05$ ), we planned to recruit 400 participants for the first part of the study. Due to a programming error, 459 participants were finally allowed to enter the first part of the study. We excluded participants who either did not fully complete the first part of the study (i.e., training phase and free-choice task;  $N = 32$ ), who exhibited a high rate of errors or of extreme latencies while completing the training phase or the IAT ( $N = 27$ ), who reported a health issue preventing them to engage in PA ( $N = 19$ ), or who reported a combination of at least two of these criteria ( $N = 21$ ). Finally, 360 participants were included in the analyses for the secondary outcomes that were measured during the first part of the study (53% of women, mean age =  $41 \pm 13$  years; [Table S5](#)). Among them, 335 participants completed the second part of the study seven days later. Three additional participants were excluded from this sample because they reported implausible PA levels (i.e., more than 38 hours of PA across the last seven days), resulting in a sample of 332 participants for the primary outcome (54% of women, mean age =  $41 \pm 13$  years; [Table S5](#)).

### ***ABC training***

In a first phase, participants completed a questionnaire in which they were asked to choose three consequences of PA that they perceived as being the most important to them. Based on previous literature, seven consequences were proposed: competition/ego, enjoyment, mastery, physical appearance, physical health, psychological health, social affiliation (Molanorouzi et al., 2015). Then, participants selected three physical activities, with options being: climbing, cycling, fitness, running, swimming, playing tennis, walking, yoga. Afterwards, they selected three sedentary behaviors that they considered as temptations preventing them to adopt a more physically active lifestyle. The list included: reading a book, playing cards, using one's computer, lazing, using one's numeric tablet, using one's

smartphone, watching television, playing video games. Finally, they were invited to choose three antecedents, described to participants as at-risk situations in which sedentary behaviors that were likely to be particularly tempting and to impede the adoption of PA. Antecedents were selected based on previous research (Cerin et al., 2010) and included: lack of time, lack of willpower, lack of social support, lack of perceived competence, lack of energy, poor perceived health. To ensure that the consequences selected were relevant to participants, they rated the importance of each of the selected consequences after the ABC training procedure. Analyses revealed that all participants reported that the three consequences they selected were at least somewhat important to them (i.e., score > 3 on a seven-point Likert scale).

**Figure 1.** Procedure (A) and training blocks across experimental conditions (B).



*Note.* Typical AA training: Typical approach-avoidance training; PA: Physical activity; SED: Sedentary behaviors; IAT: Implicit Association Test.

Then, participants in the ABC training completed the three-block training phase (i.e., 81 trials in total). As in Van Dessel et al.,' study (2018), each block was composed of a forced-choice task that aimed to teach participants the consequences of each action for their avatar (i.e., approaching PA and sedentary behaviors triggers positive and negative consequences,

respectively; 9 trials) and a maximization task (18 trials). The latter aimed to supercharge the consequences of participants' approach-avoidance choices on the avatar. In each block, one selected consequence of PA was displayed, with the order of blocks being randomized. Each of the nine pairs of PA vs sedentary alternatives was displayed three times in each block.

In the forced-choice tasks, on each trial, participants were first exposed to a selected antecedent for 1000ms (e.g., “When I have little energy”, each antecedent was displayed 27 times across the 81 trials). Then, an avatar appeared in the middle of the screen. Participants were told that this avatar would represent them across the experiment. After 750ms, two pictures were displayed in the upper left and right corners of the screen. They represented a selected PA alternative and a selected sedentary behavior and were displayed in a first-person perspective. One of the stimuli was surrounded by a blue frame, whereas the other was surrounded by a red frame. Participants were instructed to approach pictures displayed in a blue frame and to avoid pictures displayed in a red frame. To move the avatar on the left and on the right, they respectively used the keys “E” and “I” of their keyboard.

When stimuli depicting PA were surrounded by a blue frame and when participants successfully approached them, positive consequences for the avatar were displayed: the level of the “consequence” bar at the bottom of the screen increased and the appearance of the avatar improved (i.e., the avatar was looking happy, raising its arms to the sky). When stimuli depicting sedentary behaviors were surrounded by a blue frame and when participants successfully approached them, negative consequences for the avatar were displayed: the bar level decreased and the appearance of the avatar deteriorated (i.e., the avatar was looking sad, looking down to the ground). In half of the trials, participants had to approach PA, whereas in the other half of the trials, they had to approach sedentary behaviors.

After forced-choice tasks, participants completed the maximization tasks. Trials were modeled on the same structure that in the forced-choice task but, crucially, stimuli were no longer surrounded by colored frames. Participants were asked to make choices that maximize positive consequences for their avatar. Consequences of each action on the avatar was displayed after participants' response, as in the forced-choice tasks. Doing that, they learned to make associations between plausible at-risk situations (e.g., “When I have little time”), self-relevant choice situations between PA (e.g., walking) and tempting sedentary alternatives (e.g., watching TV), and personally meaningful consequences to the goal pursued (e.g., being physically active to improve one's psychological health).

### ***Typical approach-avoidance training***

As in the ABC training, participants in the typical approach-avoidance training first selected three PA behaviors, three sedentary behaviors and three antecedents. However, they did not choose any consequence of PA. Next, participants completed the three-block training phase (81 trials in total). All these three blocks had the same structure that were almost identical to the ABC training. Yet, crucially, actions (e.g., approaching PA behaviors or sedentary behaviors) did not have any consequence for the avatar (i.e., neither a bar was displayed, nor the appearance of the avatar changed). In 90% of the trials, the images surrounded by a blue frame were PA stimuli, while in the remaining 10%, they were sedentary behaviors. This task aimed to teach the participants to approach PA behaviors and to avoid sedentary behaviors, with any consequences for the avatar being displayed as a result of these actions. In other words, the ABC training and the typical approach-avoidance training conditions were strictly equivalent, with the critical exception that, in the ABC training, approach-avoidance actions were paired with self-relevant consequences.

### ***Control condition***

Participants from the control group completed a “sham” approach-avoidance training. The structure of the blocks was the same as in the typical approach-avoidance training, with the only difference being that participants had to approach PA in only 50% of the trials (vs. 90% of trials in the typical approach-avoidance training). In the other half of the trials of each block, they had to approach sedentary behaviors (vs. 10% in the typical approach-avoidance training). This task aimed to teach participants to approach PA behaviors and sedentary behaviors as often. As such, the typical approach-avoidance trainings and the control condition were strictly equivalent, with the critical exception that, in the typical approach-avoidance training, participants were trained to approach PA stimuli with a 90:10 ratio.

### ***Outcomes***

*Choices in the free-choice task (secondary outcome).* Right after the training procedure, participants completed a hypothetical computerized free-choice task modeled on Van Dessel et al. (2018). Specifically, they were asked to freely indicate which of the two behavioral alternatives they would be the more inclined to engage into if they had the choice. Two alternatives were simultaneously displayed on screen: a physically active alternative and a sedentary alternative, with both alternatives being previously selected by participants. However, to account for potential learning effects, stimuli used in this free-choice task were novel (i.e., another set of first-person perspective pictures was used; Figure S3). Likewise, in order to minimize common-method variance, participants had to approach stimuli that were



now on the upper and lower part of the screen, respectively using the keys “T” and “B” of the keyboard. In this block, choices were still preceded by at-risk situations (e.g., when I have little time), but consequences were no longer displayed on screen after participants’ choice. There were 18 trials in total, with all pairs of choices being displayed twice and participants were instructed to answer within a 10s-time window. Choices (i.e., mean proportion of choices towards PA alternatives) and reaction times when choosing PA and sedentary alternatives were assessed as secondary outcomes.

*Implicit attitudes (secondary outcome).* Implicit attitudes towards PA (vs. sedentary behaviors) were measured using the IAT right after the free-choice task (see supplementary material 2; Greenwald et al., 1998). Implicit attitudes towards PA (vs. sedentary behaviors) were computed using the DW-score which has demonstrated good reliability in the PA domain (Chevance et al., 2017). Higher scores were assumed to reflect more positive implicit attitudes towards PA (vs. sedentary behaviors).

*Intention to be physically active (secondary outcome).* Intention was measured after completing the IAT using a two-item scale (e.g., “Across the next seven days, I have the intention to engage in at least 30 minutes of PA by day, on most of the days of the week during my free time”; Ajzen, 2002). Answers were provided on a seven-point Likert scale (from 1, Strongly disagree to 7, Strongly agree) and were summed to create an average score (Cronbach’s alpha = .96).

*Explicit affective and instrumental attitudes (secondary outcome).* Both explicit affective and instrumental attitudes towards PA were assessed after completing the IAT using three-item bipolar scales (e.g., “unenjoyable” (1) – “enjoyable” (7) for affective attitudes; “useless” (1) – “useful” (7) for instrumental attitudes (Ajzen, 2002). Internal consistency was good (i.e., Cronbach’s alphas = .74 and .95 for affective and instrumental attitudes respectively) and average scores were computed for affective and instrumental attitudes separately.

*Self-reported physical activity (primary outcome).* One week after completing the abovementioned procedure, participants were invited to answer a second questionnaire. They completed a modified version of the International Physical Activity Questionnaire (Craig et al., 2003), in which they reported the time they spent practicing moderate and vigorous PA during their leisure time across the last seven days. Answers were summed to reflect participants’ overall PA level over one week. Participants also reported the time spent walking and sitting in leisure time – these outcomes were not further considered as these behaviors were not the target of the training phases.

*Covariates and additional outcomes.* As a first control variable, participants' intention to be active was measured right after they had provided their written consent, using a dichotomous item (*Do you intend to be physically active during your leisure time? Yes/No*; see sensitivity analyses). In contrast to the previously described measure of intention that was used as a secondary outcome, this measure was used as an exclusion criterion in sensitivity analyses. The rationale behind this measure was to ensure that participants reported a minimal intention to be physically active—a requisite to the effectiveness of CBM interventions (Wiers et al., 2013). Participants' gender, age, height, weight and health status were measured during the post-training questionnaire. As another potential control variable, participants' habitual level of PA was also assessed using the Saltin-Grimby questionnaire (Grimby et al., 2015). Expectations towards the intervention were also reported during the post-training questionnaire as an additional outcome (i.e., “Please think about the first part of the first reaction-time task in which you had to approach and to avoid pictures on screen, by moving the avatar towards or away from pictures. To what extent do you consider that this task could help you to be physically active during your leisure time”). Automaticity towards PA, desires towards sedentary behaviors, conflict between desires towards sedentary behaviors and the intention to be active, and resistance towards these desires were also measured during the second part of the study (i.e., one week after the training procedure) but were not examined here.

### **Statistical analysis**

All analyses were computed using the R software ® (version 4.0.4). Descriptive statistics are reported in Table 1 and bivariate correlations between outcomes are provided in [Table S6](#). To examine the effect of experimental conditions on each outcome, linear regression models were fitted. To examine the effect of experimental conditions on each outcome, linear regression models were fitted. We first compared the effects of ABC training relative to the control condition. Then, we compared the effects of the ABC training relative to the typical approach-avoidance condition, as well as the effects of the typical approach-avoidance condition relative to the control condition. These comparisons allow to determine whether repeatedly pairing action-stimuli together (i.e., associative perspective) is effective and whether adding self-relevant consequences to these action-stimuli pairings has an added-value regarding the effectiveness of the manipulation (i.e., inferential perspective).

In a first set of planned sensitivity analyses, the interaction between experimental conditions and participants' profile of PA level on self-reported PA was examined in order to investigate whether more sedentary individuals benefited to a greater extent of the ABC training. As a second set of sensitivity analyses, participants who did not report the intention to

be physically active (i.e., answering “No” on the dichotomous item, right after providing consent) were excluded, resulting in a subsample of  $N = 317$  for secondary outcomes and  $N = 291$  for the primary outcome. Finally, we tested whether expectations regarding the effectiveness of the intervention differed across conditions in order to rule out a potential placebo effect that would explain observed associations (Boot et al., 2013).

## Results

### Self-reported PA

Contrary to our hypothesis (H1), no significant difference was observed between the ABC training and the control condition on self-reported PA,  $b = 25$ ,  $95\text{CI} = [-32; 82]$ ,  $t(329) = -0.863$ ,  $p = .664$ . Moreover, participants in the ABC training did not report significantly higher levels of PA relative to participants in the typical approach-avoidance training,  $b = 43$ ,  $95\text{CI} = [-14; 100]$ ,  $t(329) = -1.472$ ,  $p = .306$ . Finally, participants in the typical approach-avoidance training did not report significantly higher levels of PA relative to participants in the control condition,  $b = -18$ ,  $95\text{CI} = [-75; 40]$ ,  $t(329) = -0.607$ ,  $p = .816$ . In sum, we did not find significant effect of experimental conditions on subsequent PA behaviors.

After inspecting the distribution of the PA variable (i.e., 19% of participants reported having engaged in zero minute of PA, over dispersed right-skewed distribution; [Figure S4](#)) and the residuals of linear models, zero-inflated models with a negative binomial distribution were also computed (see supplementary material for more information). These models predicted the odds of engaging (vs. not engaging) in more than 0 minutes of PA using a binomial model (first step), as well as they modeled the level of engaging in this behavior using a log-link function (second step; Green, 2021; [Table S7](#)). Although in the expected direction (17% vs 23% of participants reporting 0 minutes of PA in the ABC training and in the control condition, respectively, Table 1), results on the first step of the zero-inflated model did not reveal any significant effects of the ABC training on odds of engaging (vs. not engaging) in more than 0 minutes of PA ( $ps. > .269$ ), relative to participants in the control condition. Likewise, results on the second step of the model did not reveal significant effects of the ABC training relative to participants in the control condition. No significant difference was observed between the ABC training vs the typical approach-avoidance training or between the typical approach-avoidance training vs the control condition for either the first step or the second step of the model ( $ps. > .146$ ; [Table S7](#)).

**Table 1.** Descriptive statistics for the outcomes, across experimental conditions.

Outcomes	ABC training		Typical AA training		Control condition	
	Mean (SD)	Range	Mean (SD)	Range	Mean (SD)	Range
Overall self-reported MVPA (in min)	219 (228)	0; 1020	177 (212)	0; 1140	194 (207)	0; 1260
Engaging in > 0 min of PA (N, %)	94 (83%)		87 (79%)		85 (77%)	
Self-reported MVPA in min*	264 (225)	15; 1020	221 (215)	10; 1140	252 (203)	15; 1260
Proportion of choices towards PA (in %)	58 (35)	0; 100	41 (31)	0; 100	41 (31)	0; 100
Proportion of choices towards SED (in %)	42 (35)	0; 100	59 (31)	0; 100	59 (31)	0; 100
Reaction times when choosing PA (in ms)	1400 (578)	467; 2862	1505 (625)	569; 3528	1453 (609)	209; 3918
Reaction times when choosing SED (in ms)	2112 (1430)	551; 7472	1872 (1064)	547; 5850	1499 (628)	369; 3852
Intention to be physically active	5.10 (1.84)	1; 7	5.05 (1.76)	1; 7	5.22 (1.74)	1; 7
Implicit attitudes (DW-Score)	0.89 (0.51)	-0.39; 1.71	0.68 (0.65)	-0.93; 1.75	0.72 (0.56)	-1.21; 1.62
Explicit affective attitudes	4.61 (1.27)	1.67; 7	4.41 (1.40)	1; 7	4.35 (1.25)	1.33; 7
Explicit instrumental attitudes	5.70 (1.80)	1; 7	5.58 (1.83)	1; 7	5.69 (1.69)	1; 7

*Note.* Typical AA training: typical approach-avoidance training; SD: standard-deviation; MVPA: moderate-to-vigorous physical activity. \*: This variable represents self-reported PA in participants having practiced more than > 0 minutes of PA (second step of the zero inflated models).

### Choices and reaction times in the free-choice task

As expected (H2), in the free-choice task, participants in the ABC training reported a higher proportion of choices towards PA alternatives (58% of choices towards PA) relative to both participants in the control condition – 41% of choices towards PA,  $b = 16.81$ , 95CI = [8.56; 25.05],  $t(357) = 4.01$ ,  $p < .001$ ;– and in the typical approach-avoidance training – 41% of choices towards PA,  $b = 17.22$ , 95CI = [8.98; 25.47],  $t(357) = 4.11$ ,  $p < .001$  (Figure S5). No significant difference was observed between the control condition and the typical approach-avoidance training (41% of choices towards PA in both conditions,  $b = -0.42$ , 95CI = [-8.67; 7.83],  $t(357) = -0.10$ ,  $p = .921$ ).

In planned exploratory analyses about reaction times in the free-choice task, a mixed ANOVA model (i.e., 3-between-factor [experimental conditions: ABC training vs the typical approach-avoidance training vs control condition]  $\times$  2-within factor [choice: PA alternatives vs sedentary alternatives]) revealed an interaction between the experimental conditions and participants' choices on reaction times,  $F(2, 354) = 6.17$ ,  $p = .002$  (Figure S5B). When decomposing this interaction, we observed that participants in the ABC training,  $b = -471$ , 95CI = [-672; -271],  $t(267) = -4.605$ ,  $p < .001$ , and participants in the typical approach-avoidance training,  $b = -348$ , 95CI = [-531; -165],  $t(267) = -3.734$ ,  $p = .003$ , were faster when selecting PA alternatives over sedentary ones. In contrast, participants in the control condition were not significantly faster when selecting PA alternatives over sedentary ones,  $b = -65$ , 95CI = [-244;

114],  $t(267) = -0.713$ ,  $p = .980$ . Further analyses were computed to identify to which choices (i.e., PA vs sedentary choices) this effect could be attributed. We observed that reaction times were not statistically different across conditions when PA alternatives were chosen ( $ps > .720$ ). However, relative to participants in the control condition, participants in the ABC training,  $b = 499$ ,  $95CI = [264; 734]$ ,  $t(595) = 4.157$ ,  $p < .001$ , and in the typical approach-avoidance training,  $b = 348$ ,  $95CI = [119; 576]$ ,  $t(588) = 2.979$ ,  $p = .008$ , were slower when choosing sedentary alternatives. This result suggested that the difference in reaction times between the control condition and the two other conditions could be mainly attributed to trials on which participants selected sedentary alternatives over PA ones.

### **Intention to be physically active**

Contrary to H3, no significant difference was observed across experimental conditions on the intention to be physically active ( $ps > .499$ ).

### **Implicit and explicit attitudes**

As predicted (H4), relative to participants in the control condition, participants in the ABC training exhibited higher scores on the IAT,  $b = 0.17$ ,  $95CI = [0.03; 0.32]$ ,  $t(357) = 2.30$ ,  $p = .022$  ([Figure S6](#)). Participants in the ABC training also exhibited higher scores on the IAT than participants in the typical approach-avoidance training,  $b = 0.21$ ,  $95CI = [0.06; 0.35]$ ,  $t(357) = 2.77$ ,  $p = .006$ . The difference between the control condition and the typical approach-avoidance training was not significant,  $b = -0.03$ ,  $95CI = [-0.18; 0.11]$ ,  $t(357) = -0.46$ ,  $p = .645$ . These results suggested that participants in the ABC training had more positive implicit attitudes towards PA (vs. sedentary behaviors) than both participants in the typical approach-avoidance training and in the control condition.

Regarding explicit affective and instrumental attitudes towards PA (H5), any significant difference was observed across experimental conditions ( $ps > .118$ ).

### **Planned sensitivity analyses**

First, participants' PA profiles (i.e., sedentary, some light PA, regular PA, vigorous PA) did not interact with experimental conditions to predict self-reported PA in linear and zero-inflated models. Second, results remain unchanged when analyses only included participants' ( $N = 317$ ) reporting the intention to be active before completing the training procedure (Yes/No dichotomous item). Finally, participants in the ABC training reported higher expectations towards the effectiveness of the intervention than both participants in the control training,  $b = -0.53$ ,  $95CI = [-1.00; 0.06]$ ,  $t(357) = -3.046$ ,  $p = .027$ , and in the typical approach-avoidance training,  $b = -0.73$ ,  $95CI = [-1.19; -0.26]$ ,  $t(357) = -2.223$ ,  $p = .002$ . The difference between the typical approach-avoidance training and the control condition was not significant,  $b = 0.19$ ,

95CI = [-0.66; 0.27],  $t(357) = 0.817$ ,  $p = .415$ . Additional analyses were conducted to determine whether the effects of the ABC training on choices and implicit attitudes remained significant after adjustment for the expectations towards the effectiveness of the intervention. Results remain unchanged when these expectations were controlled for ([Table S8](#)).

## Discussion

### Main findings

This non-clinical randomized controlled trial tested the effects of a single personalized ABC training targeting automatic approach-avoidance tendencies towards PA on self-reported PA, as well as on choices during a free-choice task, the intention to be active, as well as on implicit and explicit attitudes. Relative to both a typical approach-avoidance training and a control condition, the ABC training intervention was not significantly associated with a higher level of PA during leisure time a week later. However, supporting an inferential account of approach-avoidance trainings, relative to a typical approach-avoidance training, the ABC training favored participants' choices towards PA alternatives (vs. sedentary alternatives) in a hypothetical free-choice task and was associated with more positive implicit attitudes towards PA (vs. sedentary behaviors).

### Comparison with previous studies

Any significant difference in the leisure time spent in moderate-to-vigorous PA over the week following the intervention was observed between the three conditions. These non-significant effects add to the inconsistency that characterizes the cognitive bias modification literature (Jayasinghe et al., 2020) and contrast with the promising evidence that was first provided by consequence-based approach-avoidance training in the food domain (Van Dessel et al., 2018). Altogether, these non-significant effects of interventions targeting automatic approach-avoidance tendencies – be they anchored within an associative (i.e., approach-avoidance training without consequences) or an inferential (i.e., approach-avoidance training with consequences) perspective – can be accounted by at least three explanations. First, specific to the typical approach-avoidance training, participants were trained to approach PA, but their actions were contingent on the color of the frame, rather than on the content of the stimuli. Yet, cognitive bias modification training based on task-irrelevant instructions have often yielded weaker effects than procedures wherein participants are instructed to evaluate relevant features of stimuli (Phaf et al., 2014). Second, beyond its self-reported nature that provides a crude estimation of PA levels (Dyrstad et al., 2014), the measure of PA did not meet the correspondence principle as it did not specifically coincide to selected behavioral alternatives. As such, future studies relying upon a personalized approach could benefit from matching the

hypothetical training situations with outcomes that are subsequently measured in real-life settings (e.g., measuring the time spent running). Third, as Cheval et al.'s study (2016), our study was composed of a single session of cognitive bias modification—a dose that may be insufficient to alter individuals' behaviors (Eberl et al., 2014). All the more since, in contrast with Van Dessel et al. (2018) that observed a reduction in (un-)healthy eating in the 24 hours or immediately following the intervention, our primary outcome was self-reported behaviors over a seven-day time window. It seems possible that a single ABC training only triggers short-lived effects that dissipate over a few hours/days. In light of the long-term effects of more intensive procedures (e.g., reduction of alcohol lapses over a year; e.g., Wiers et al., 2011), future interventions involving multiple training sessions and device-based measures of PA are needed before drawing conclusions on the (in-)effectiveness of personalized approach-avoidance trainings on PA behaviors in ecological settings (see Cheval et al., 2021 for an example).

Regarding secondary outcomes, results were, however, more promising. Relative to the control condition, but also to the typical approach-avoidance training, the ABC intervention improved participants' choices towards PA in a free-choice task and their scores on an IAT between PA and sedentary behaviors. In contrast, we observed non-significant differences between the typical approach-avoidance training and the control training. Because hypothetical choices and implicit attitudes were correlated with self-reported PA in our study ([Table S6](#)) and have been shown to predict behaviors in real-life settings (Brand & Schweizer, 2015; Chevance et al., 2019), the ABC training could thus be at least effective at altering some precursors of PA (but see Forscher et al., 2019 for a critical perspective). Closely aligning with previous evidence (Van Dessel et al., 2018), these results fit with an inferential approach of automatic approach-avoidance trainings (Wiers et al., 2020). In other words, pairing approach-avoidance actions with positive consequences seems needed to (temporarily) tip the balance in favor of physically active options and to alter implicit attitudes. Still, considering that even in so-called implicit tasks, participants are able to control their answers (Corneille & Hütter, 2020), it remains critical to provide in-depth evidence on to whether the ABC training is effective at altering the associative system stored in memory (e.g., using QUAD models; Conrey et al., 2005) or at modifying the processes behind decisions in choice-tasks (e.g., using mouse-tracking tasks; Stillman et al., 2017).

Interestingly, in the free-choice task, exploratory analyses showed that, relative to those in the control condition, participants in the ABC training and in the typical approach-avoidance condition were faster when choosing PA alternatives than when choosing sedentary ones. A

step further, this observation could be mainly accounted by trials on which participants selected sedentary alternatives: participants in the ABC training and in the typical approach-avoidance condition were slower than participants in the control condition when selecting sedentary alternatives, while no significant difference emerged between conditions when PA options were chosen. Although speculative, these findings may suggest that after retraining their automatic approach-avoidance tendencies towards the long-term goal, participants may still opt for competing temptations, but may experience a greater motivational conflict when doing so (Fishbach & Shah, 2006). Because inhibiting one's attraction towards sedentary behaviors is critical to successfully engage in PA (Cheval & Boisgontier, 2021), retraining automatic approach-avoidance tendencies towards PA may “warn” individuals when incompatible choices are being made (e.g., reporting the intention to run, while staying in the sofa, watching TV). To shed further light on this idea, future research relying upon ecological momentary assessment could aim to examine how approach-avoidance trainings extends, in real-life settings, on the conflicts (and their resolution) triggered between long-term goals and surrounding temptations (e.g., occurrence and strength of these conflicts, effortful vs effortless mode of resolution; Hofmann et al., 2012).

Finally, relative to the two other training conditions, the ABC training procedure neither significantly influenced the intention to be active, nor explicit instrumental and affective attitudes towards PA. Again, these findings contrast with Van Dessel et al.' study (2018) revealing that a consequence-based training enhanced explicit attitudes towards healthy eating. Beyond potential ceiling effects (see Table 1), one critical difference between this study and ours lies in stimuli that were the target of evaluation. In two out of four experiments, they used stimuli that referred to fictitious food brands (i.e., *Vekte* and *Empeya*), whereas our stimuli corresponded to PA and sedentary alternatives that were familiar to participants. Yet, explicit evaluations are likely more malleable when individuals hold weak knowledge/experiences towards related stimuli (e.g., an unknown food brand), but might resist to new information when the concept of interest are well-known by participants (e.g., being physically active; Shoda et al., 2014).

### **Limitations and strengths**

At least four limitations should be acknowledged. First, this study was conducted online which did not allow us to formally standardize the experimental procedure (e.g., checking for participants' vigilance while completing the tasks). Second, as participants were all adults living in the United States that were recruited from a dedicated platform, our results cannot be generalized to other populations. Third, PA was self-reported, which may have led to



inaccuracies (Dyrstad et al., 2014), and, as mentioned above, the measure did not specifically capture the amount of time participants spent practicing selected behavioral alternatives. Fourth, the dose of the intervention may be insufficient to promote PA in ecological settings. Among the strengths of this study are the inclusion of a preliminary study that allowed to refine the experimental procedure of the main study, the reliance on three experimental conditions that allowed to disentangle whether the effects of the ABC training could be attributed to associative or inferential mechanisms, and its preregistered protocol that can be considered as a good research practice (M. Boisgontier, 2022). Finally, examining expectations about the effectiveness of the interventions allowed to control for potential placebo effects (Boot et al., 2013).

### **Conclusion**

The effectiveness of the ABC training on favoring individuals' engagement in PA in ecological settings remains to be established using more intensive trainings and finer-grained measures of PA. However, thanks to its inferential properties, the ABC training was effective at improving hypothetical choices and implicit attitudes towards PA. We hope that this study will encourage researchers in designing personalized consequence-based trainings in PA and other health-related behaviors in order to uncover mechanisms at work and, above all, to determine whether such low cost and easy-to-deliver interventions could contribute to favor the adoption of a healthier lifestyle among the general population.

## Résumé des résultats principaux de la Contribution empirique n°2

En comparaison à un entraînement placebo, un entraînement personnalisé des tendances automatiques d'approche-évitement à l'égard de l'activité physique en présence de tentations sédentaires, qu'il soit basé sur une approche inférentielle (i.e., entraînement A–B–C, avec conséquence) ou associative (i.e., entraînement traditionnel, sans conséquence), n'est pas associé à davantage d'activité physique auto-rapportée dans les sept jours qui ont suivi la manipulation expérimentale. En revanche, lorsque les tendances automatiques d'approche-évitement à l'égard de l'activité physique sont entraînées de manière contingente à l'obtention de conséquences importantes pour le participant (i.e., approche inférentielle proposée par l'entraînement A–B–C), les préférences sont plus favorables à l'activité physique, en comparaison aux comportements sédentaires, dans une tâche de choix. De plus, suite à l'entraînement A–B–C, les attitudes implicites envers l'activité physique sont augmentées, en comparaison aux deux autres conditions expérimentales. Dans la mesure où ces deux variables constituent des précurseurs des comportements d'activité physique, ces résultats laissent entendre que l'entraînement A–B–C a un certain potentiel. Des analyses exploratoires ont aussi révélé un effet des conditions expérimentales sur les temps de réaction dans la tâche de libre choix. Notamment, lorsqu'ils choisissent les comportements sédentaires (vs. les comportements d'activité physique), les participants dans la condition d'entraînement A–B–C (mais aussi ceux dans la condition d'entraînement traditionnel) sont plus lents que les participants dans la condition placebo. Ces résultats amènent à penser que l'entraînement A–B–C pourrait également être efficace pour altérer les processus décisionnels amenant au choix entre deux alternatives conflictuelles – un allongement des temps de réaction évoquant des processus plus conflictuels lorsque la personne choisit de céder à la tentation sédentaire.

D'autres études intégrant plusieurs sessions d'entraînement restent nécessaires pour mieux comprendre à quelles conditions la manipulation des processus automatiques de contrôle peut influencer les comportements d'activité physique en contexte de vie quotidienne. Par ailleurs, ces résultats soulignent l'importance de cibler des conséquences liées au but à long terme étant valorisées par la personne afin de susciter l'activation des processus automatiques de contrôle de soi – une question que nous continuons d'investiguer dans le Chapitre 8.

## Chapitre 8 – Identifier le rôle de la qualité de la motivation dans les processus automatiques de contrôle de soi

---

### Contribution empirique n°3

#### Présentation de la Contribution empirique n°3

La troisième Contribution empirique s'est inscrite dans notre volonté de mettre à jour l'association entre la motivation autonome et la régulation automatique du comportement d'activité physique. Menée dans le contexte de la pandémie de la covid-19, cette étude avait pour objectifs (1) d'examiner l'effet d'un changement de contexte majeur (i.e., la mise en place d'un confinement et les restrictions qui lui sont associées) sur l'automatisme du comportement d'activité physique, et (2) d'approfondir les voies par lesquelles la motivation autonome envers l'activité physique avait pu contribuer à la (ré-)organisation d'une régulation comportementale automatique au cours de cette période. Les participants étaient 283 adultes vivant en France et en Suisse dont la motivation autonome, les niveaux d'activité physique et l'automatisme ont été mesurés par questionnaire à trois reprises sur une période de deux mois. Des analyses linéaires mixtes et des analyses en pistes causales ont permis de modéliser l'évolution de l'automatisme, ainsi que les relations entre les variables mentionnées ci-dessus, entre le début et la fin du confinement.

**Notes pour le lecteur :** Dans cet article, le terme « habitudes » (*habits*) est utilisé, plutôt que le terme « automatisme » (*automaticity*). En accord avec les travaux précédents (Gardner, 2012; Gardner et al., 2012), la notion d'habitudes est souvent opérationnalisée et mesurée à partir du concept d'automatisme. Cette dernière constitue « l'essence même » de l'habitude dans la mesure où elle renseigne sur les processus par lesquels le comportement se déclenche (i.e., le lien appris entre signal et action conduit au déclenchement de l'action dès que le signal est rencontré).

**Référence** : Maltagliati, S., Rebar, A., Fessler, L., Forestier, C., Sarrazin, P., Chalabaev, A., Sander, D., Sivaramakrishnan, H., Orsholits, D., Boisgontier, M. P., Ntoumanis, N., Gardner, B., & Cheval, B. (2021). Evolution of physical activity habits after a context change: The case of COVID-19 lockdown. *British Journal of Health Psychology*, 26(4):1135–1154. <https://doi.org/10.1111/bjhp.12524>

Le matériel supplémentaire est disponible en [Annexe 4](#).

## **Evolution of physical activity habits after a context change: The case of covid-19 lockdown**

Silvio Maltagliati<sup>1\*</sup>, Amanda Rebar<sup>2</sup>, Layan Fessler<sup>1</sup>, Cyril Forestier<sup>3</sup>, Philippe Sarrazin<sup>1</sup>,  
Aïna Chalabaev<sup>1</sup>, David Sander<sup>4,5</sup>, Hasmini Sivaramakrishnan<sup>6</sup>, Dan Orsholits<sup>7</sup>, Matthieu P.  
Boisgontier<sup>8,9</sup>, Nikos Ntoumanis<sup>6</sup>, Benjamin Gardner<sup>10</sup>, Boris Cheval<sup>4,5\*</sup>

<sup>1</sup>Univ. Grenoble Alpes, SENS, F-38000 Grenoble, France.

<sup>2</sup>Physical Activity Research Group, School of Human, Health and Social Sciences, Central Queensland University, Rockhampton, Queensland, Australia.

<sup>3</sup>Laboratoire Motricité, Interactions, Performance, MIP - EA4334, Le Mans Université, Le Mans, France.

<sup>4</sup>Swiss Center for Affective Sciences, University of Geneva, Geneva, Switzerland

<sup>5</sup>Laboratory for the Study of Emotion Elicitation and Expression (E3Lab), Department of Psychology, University of Geneva, Geneva, Switzerland.

<sup>6</sup>Physical Activity and Well-Being Research Group, School of Psychology, Curtin University, Curtin, Australia.

<sup>7</sup>Swiss NCCR “LIVES – Overcoming Vulnerability: Life Course Perspectives”, University of Geneva, Geneva, Switzerland.

<sup>8</sup>School of Rehabilitation Sciences, Faculty of Health Sciences, University of Ottawa, Ottawa, Canada.

<sup>9</sup>Bruyère Research Institute, Ottawa, ON, Canada.

<sup>10</sup>Department of Psychology, Institute of Psychiatry, Psychology and Neuroscience (IoPPN), Kings College London, London, United Kingdom.

Corresponding authors: Silvio Maltagliati (Univ. Grenoble Alpes, Laboratoire SENS, UFR STAPS, CS 40700 – 38058 Grenoble Cedex 9, France. E-mail: [silvio.maltagliati@univ-grenoble-alpes.fr](mailto:silvio.maltagliati@univ-grenoble-alpes.fr); @Maltagliati\_s); Boris Cheval (Campus, Biotech, Chemin des mines 9, 1202, Genève, Switzerland; [boris.cheval@unige.ch](mailto:boris.cheval@unige.ch); @ChevalBoris).

**Data availability statement:** The datasets generated and/or analysed during the current study are available in the Zenodo repository, [doi: 10.5281/zenodo.4264162].

## Abstract

**Objective.** Habits, defined as well-learned associations between cues and behaviours, are essential for health-related behaviours, including physical activity (PA). Despite the sensitivity of habits to context changes, little remains known about the influence of a context change on the interplay between PA habits and behaviours. We investigated the evolution of PA habits amidst the Spring COVID-19 lockdown, a major context change. Moreover, we examined the association of PA behaviours and autonomous motivation with this evolution.

**Design.** Three-wave observational longitudinal design.

**Methods.** PA habits, behaviours, and autonomous motivation were collected through online surveys in 283 French and Swiss participants. Variables were self-reported with reference to three time-points: before-, mid-, and end-lockdown.

**Results.** Mixed effect modelling revealed a decrease in PA habits from before- to mid-lockdown, especially among individuals with strong before-lockdown habits. Path analysis showed that before-lockdown PA habits were not associated with mid-lockdown PA behaviours ( $\beta = -.02, p = .837$ ), while mid-lockdown PA habits were positively related to end-lockdown PA behaviours ( $\beta = .23, p = .021$ ). Autonomous motivation was directly associated with PA habits ( $ps. < .001$ ), to before- and mid-lockdown PA behaviours ( $ps. < .001$ ; but not to end-lockdown PA behaviours) and did not moderate the relations between PA behaviours and habits ( $ps. > .072$ ).

**Conclusion.** PA habits were altered and their influence on PA behaviours was impeded during the COVID-19 lockdown. Engagement in PA behaviours and autonomous motivation helped in counteracting PA habits disruption.

**Keywords:** Physical activity, habits, autonomous motivation, context change; covid-19.

## **Evolution of physical activity habits after a context change: The case of covid-19 lockdown**

Physical activity (PA) is associated with many beneficial outcomes relating to physical and mental health (Rebar et al., 2015; Warburton, 2006). In particular, during the COVID-19 pandemic, engaging in active behaviours has been shown to be of special relevance to counteract the detrimental mental health effects of lockdown, which was imposed in most parts of the world during Spring 2020 (World Health Organization, 2020). Such detrimental effects include, for instance, anxiety and depression (Xiong et al., 2020). Yet, a fast-growing literature reveals that individuals' PA behaviours were altered during this period: while most individuals decreased their engagement in PA, a portion of the population increased it (Cheval et al., 2020; Constandt et al., 2020; Deschasaux-Tanguy et al., 2020; Gallè et al., 2020; Sañudo et al., 2020). Among other motivational determinants (e.g., intention, self-efficacy), PA habits offer a potential explanation for changes in PA (Kaushal et al., 2020; Rhodes et al., 2020).

Habits, defined as well-learned associations between cues and the enactment of a certain behaviour (Gardner, 2015), are considered a key factor for the regulation of physical activity: people with stronger habits for instigating bouts of PA are more likely to engage in more PA (Gardner et al., 2011; Phillips & Gardner, 2016; Rebar et al., 2016). Indeed, a meta-analysis showed a medium-sized correlation between habits and PA behaviours ( $r = .43$ ; (Gardner et al., 2011). In particular, habits can 'lock in' intentional behaviours such as PA, making engagement in these behaviours less cognitively effortful. Studies have shown that when individuals have strong habits, they are likely to act in line with these habits even when their intention is momentarily weakened – thereby favouring the maintenance of behaviours over time (Gardner, Lally, et al., 2020). When contextual cues are encountered, a mental representation of the cue-behaviour association is activated, triggering an impulse to act with minimal conscious awareness (Neal et al., 2012). Contextual cues that prompt PA can stem from multiple sources, including environmental (e.g., a location in which individuals are used to exercising), temporal (e.g., jogging every Wednesday after work), or social ones (e.g., going to the gym with colleague; Kaushal & Rhodes, 2015; Maher et al., 2021; Pimm et al., 2016). For instance, one study found that 90% of regular exercisers reported that their PA behaviours were automatically prompted by a particular location or a specific time (Tappe et al., 2013).

### **Major context changes and PA habits: the case of Covid-19 lockdown**

Because of this cue-dependent nature (Orbell & Verplanken, 2010), the potential of habits to trigger behaviours is sensitive to a context change (i.e., discontinued exposure to

regular environments; Verplanken & Wood, 2006). According to the discontinuity hypothesis (Verplanken et al., 2008), when contextual cues are no longer available in one's environment, habits are, at least temporarily, disrupted and do not translate in behaviours anymore – an effect especially pronounced among individuals with strong initial habits. Yet, for PA habits, this hypothesis has received little empirical support (Gardner, 2015). Only two studies have provided indirect support to the discontinuity hypothesis by showing a decrease in PA behaviours after holidays (Fredslund & Leppin, 2019) or after a move to university (Wood et al., 2005). However, PA habits were not directly assessed, thereby preventing the assessment of how habits evolved following a context change. To fill this knowledge gap, the present study aimed to examine how PA habits evolved from before to during the Spring 2020 lockdown imposed in France and Switzerland, the countries in which this study was conducted.

Indeed, this period raised an ecological contextual change which may have impacted PA habits. In France and Switzerland, restrictive measures were applied within a few days from each other and only slightly differed between these two countries (Figure 1). In France, restrictive measures included the limitation of individual outdoor activities to one hour with a proof of displacement and the closure of gym and sports clubs. In Switzerland, restrictive measures included the limitation of outdoor activities to a maximum of five persons (but no formal restriction related to outdoor movement) and the closure of gym and sports clubs. There are at least two reasons to expect that, across this period, the influence of PA habits on behaviours has changed. First, associations underpinning PA habits might have been weakened due to discontinued cue exposure (e.g., not packing one's sport bag before going to work), thus having less impact on PA behaviours. Alternatively, PA habits might have remained intact but, because cues were no longer encountered, did not translate in PA behaviours, instead remaining dormant (Gardner, 2012). Regardless the mechanism at work, it is predicted that the association of previous habits with consecutive PA behaviours will decrease following a context change.

#### **Association of PA behaviours with the evolution of PA habits after a context change**

Crucially, as proposed by the discontinuity hypothesis (Verplanken et al., 2008), a context change, such as the one catalysed by lockdown, can also foster a mindset of being in “the mood for change” (Verplanken & Roy, 2016). During this “window of opportunity”, individuals are prone to engage in deliberative processes, leading to the renegotiation of previous behaviours (Verplanken & Roy, 2016). This discontinuity hypothesis may thus explain why some studies observed an increase of PA behaviours during lockdown (Cheval et al., 2020; Constandt et al., 2020; but see Deschasaux-Tanguy et al., 2020; Gallè et al., 2020; Sañudo et al., 2020 for contradictory findings).



In turn, engaging in PA behaviours after a context change may influence the evolution of PA habits. Indeed, one mechanism through which habits can evolve is the habit formation process, which emphasizes the crucial role of behaviours in the development of habits (Gardner & Lally, 2018; Lally & Gardner, 2013). In the first stages of this process, behavioural repetition in a stable context is the most proximal driver of the evolution of habits (Gardner & Lally, 2018; Lally & Gardner, 2013). The context-behaviour repetition fosters the establishment of strong mental cue-behaviour associations, making other alternatives less accessible (Danner et al., 2007). In this line, two studies revealed that the daily practice of the same exercise in the same context leads to a quick increase in habits (Fournier et al., 2017; Lally et al., 2010). Hence, during lockdown, the replacement of previous PA behaviours (e.g., exercising after a teleworking session rather than after a day spent in office) or the instigation of new behaviours (e.g., cycling around home after lunch with one's children), as a response to take advantage of this window of opportunity, may have sustained – or even strengthened – PA habits.

Furthermore, as habits develop, they acquire the capacity to prompt the engagement in behaviours in stable contexts (Gardner et al., 2011; Rebar et al., 2016). Hence, while before-lockdown habits may not translate into PA behaviours during lockdown, any replacing or newly-formed PA habits during the early stages of lockdown may drive consecutive PA behaviours. The same reasoning can be applied to the link between previous PA behaviours and consecutive PA behaviours. Indeed, previous research emphasized that past behaviours are an important predictor of consecutive behaviours (Hagger et al., 2002; McEachan et al., 2011), especially when the context remains stable (Ouellette & Wood, 1998). Hence, before-lockdown PA behaviours seem less likely to be associated with PA behaviours in the early stages of lockdown, than PA behaviours in the early stages of lockdown with PA behaviours at the later stages of lockdown. In sum, the association of previous PA habits and previous behaviours with consecutive habits and behaviours should be less pronounced when a context change occurred between two time points.

### **Association of autonomous motivation with the evolution of PA habits after a context change**

Autonomous motivation, defined as the extent to which a behaviour is consistent with self-endorsed reasons for action (e.g., for pleasure or personal interest; Ryan & Deci, 2017) likely plays an important role in the evolution of habits. The evolution of habits is conceptualised as being a reinforcement process of reward responses from engaging in behaviour in consistent contexts (Wood, 2017). Empirical evidence supports the notion that autonomous motivation impacts the evolution of habits, especially amidst a context change

(Gardner & Lally, 2018; Lally & Gardner, 2013). Theoretically, autonomous motivation may foster the development of habits through several, but not mutually exclusive, pathways: i) directly, ii) indirectly via increased behavioural repetition, and iii) interactively by strengthening the effect of behaviours on habits development. For the first pathway, there is evidence that autonomous motivation is positively and directly associated with PA habits (Gardner & Lally, 2013; Radel et al., 2017), with one study reporting this direct effect within the COVID-19 lockdown context (Kaushal et al., 2020). Regarding the indirect effect, literature showed that autonomous motivation increases engagement in PA (see Ntoumanis et al., 2020 for a review), with two studies observing this association within the COVID-19 lockdown context (Kaushal et al., 2020; Lesser & Nienhuis, 2020). In turn, a greater engagement in PA may promote the development of PA habits (Judah et al., 2013). Regarding the interactive effect, two studies revealed that habits develop more quickly when PA behaviours are performed for autonomous reasons (Gardner & Lally, 2013; Radel et al., 2017).

Further, according to the self-activation hypothesis (Verplanken et al., 2008), the impact of autonomous motivation on the evolution of PA habits could be particularly high following a context change. Indeed, this hypothesis states that values influence behaviours when they are self-endorsed and cognitively activated (Verplanken et al., 2008). Based on the habit discontinuity and self-activation hypotheses, well-integrated values are especially salient in individuals' thoughts system following a context change and, in turn, become particularly likely to guide behaviours. For instance, employees who recently moved house and held pro-environmental values were more likely to engage in sustainable commuting (Verplanken et al., 2008). Hence, because autonomous motivation reflects self-endorsed values (Ryan & Deci, 2017), it should play a key role in predicting PA behaviours and PA habits during lockdown.

### **The present study**

The purpose of the present study was to investigate the association between the COVID-19 lockdown, a major context change, and the evolution of PA habits. Moreover, it aimed to examine the associations of PA behaviours and autonomous motivation with this evolution. Individuals living in France and Switzerland completed three online questionnaires in reference of three time-points (i.e., before, mid-, and end-lockdown) and reported their PA habits, PA behaviours, and motivation towards PA. Our specific hypotheses regarding how habits evolved and the associations of PA habits with behaviours and autonomous motivation are summarized in Table 1 and Figure 2.

**Table 1.** *Hypotheses, underlying theoretical mechanisms and statistical analyses*

	<b>Hypotheses</b>	<b>Theoretical mechanisms</b>	<b>Statistical analyses</b>
<b>H1a</b>	PA habits would decline from before- to mid-lockdown.	Habits are sensitive to context change (such as the COVID-19 lockdown), because of their cue-dependent nature.	Mixed effect models
<b>H1b</b>	The evolution of PA habits would be moderated by before-lockdown habits: individuals with weak (vs. strong) before-lockdown habits would report an increase (vs. a decrease) in habits.	The discontinuity hypothesis states that a context change (e.g., Covid-19 lockdown) can foster the development of habits among individuals with weak pre-existing habits.	Mixed effect models
<b>H2</b>	The association between before- and mid-lockdown PA habits would be weaker than the association between mid- and end-lockdown PA habits.	Habits are sensitive to context change (e.g., COVID-19 lockdown), because of their cue-dependent nature.	Path analysis
<b>H3</b>	PA behaviours would be positively associated with PA habits at all three timepoints (H3).	Behavioural repetition in a stable context (e.g., before or across the COVID-19 lockdown) is the most proximal driver of the evolution of habits	Path analysis
<b>H4</b>	Before-lockdown PA habits would not be significantly related to mid-lockdown PA behaviours, while mid-lockdown PA habits would be positively associated with end-lockdown PA behaviours.	The discontinuity hypothesis states that, after a context change (e.g., COVID-19 lockdown), previous habits do not translate in behaviours, because of their cue-dependent nature.	Path analysis
<b>H5</b>	The association between before- and mid-lockdown PA behaviours would be weaker than the association between mid- and end-lockdown PA behaviours.	Past behaviours drive subsequent behaviours, especially when the context remains stable (e.g., from mid- to end-COVID-19 lockdown).	Path analysis
<b>H6a</b>	Autonomous motivation would be positively associated with PA habits at the three timepoints.	The self-activation hypothesis states that autonomous motivation directly favours the development of habits, especially after a context change (e.g., Covid-19 lockdown).	Path analysis
<b>H6b</b>	Autonomous motivation would be positively associated with PA behaviours at the three timepoints.	The self-activation hypothesis states that autonomous motivation favours the engagement in behaviours, especially after a context change (e.g., Covid-19 lockdown).	Path analysis
<b>H7b</b>	Autonomous motivation would moderate the relationships between PA behaviours and habits: the association between PA behaviours and habits would be stronger when people report strong (vs. weak) autonomous motivation.	Habits develop more quickly when PA behaviours are performed for autonomous reasons.	Path analysis

## Methods

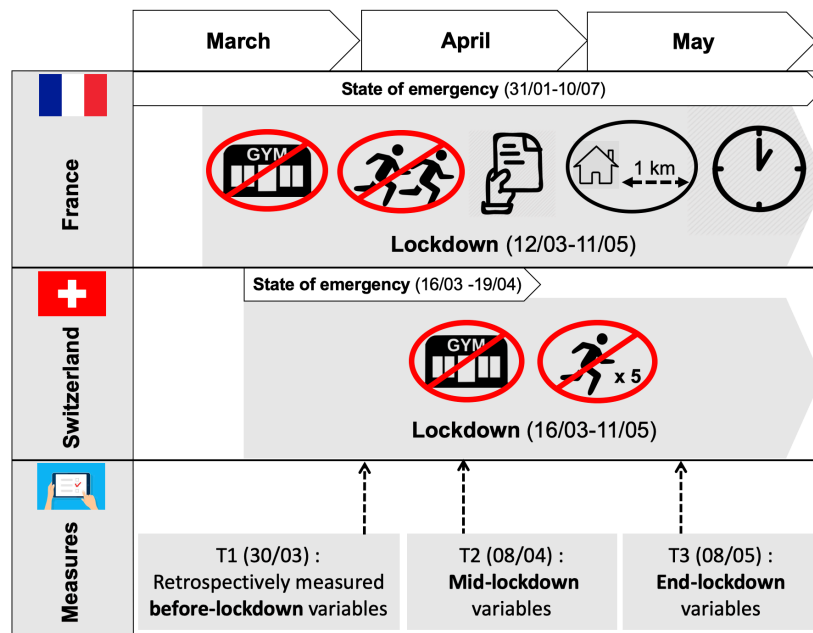
### Participants and Procedure

Participants living in France or Switzerland were recruited through social media and word-of-mouth. They were asked to complete short online questionnaires, written in French, at three time points, spanning different phases of lockdown (Figure 1). To be included in the study,

participants had to live either in France or Switzerland, and be older than 18 years. No other exclusion criteria were specified to recruit a convenience sample as diverse as possible. Questionnaires were completed on a secured web survey hosted by the university supporting this study. The first questionnaire was launched on March 30, during the early lockdown (i.e., two weeks after the start of restrictive measures). However, in this first questionnaire, participants were asked to retrospectively report their before-lockdown PA habits, behaviours, and motivation (e.g., “This part of the questionnaire focuses on your physical activity behaviours before the lockdown period”). After completing the first questionnaire, participants were asked whether they would agree to answer to a second questionnaire and, if so, they were invited to give their e-mail address. The second questionnaire was launched on April 13, corresponding to the early middle of the lockdown. The third questionnaire was launched on May 8, corresponding to the end of lockdown. In the second and third questionnaires, they were invited to indicate their current mid- and end-lockdown PA habits, PA behaviours, and motivation. As an incentive, for each completed questionnaire, a 0.50 Euro donation was made to a foundation studying COVID-19 biomarkers. For sample size estimation, we relied on a RMSEA test and a likelihood ratio test, two approaches which have been widely used to estimate sample size in paths models (MacCallum et al., 2006; Satorra & Saris, 1985). For the RMSEA test, the number of participants needed for a model including up to 33 degrees of freedom, with RMSEA [0.00; 0.08], power = 90%, and  $\alpha$ -rate = .05 was  $N = 150$  (MacCallum et al., 2006). For the likelihood ratio test, the number of participants for a model including up to 33 degrees of freedom, with a small effect size ( $d = .20$ ), power = 90%, and an  $\alpha$ -rate = .05 was  $N = 159$  (Satorra & Saris, 1985). Given that we anticipated a loss of at least 40% from the first to the second wave (Gustavson et al., 2012), we planned to recruit around 250 participants in the first wave. It should be noted, however, that the questionnaires remained open for 8 days, regardless of the amount of collected data.

A total of 283 participants living in France or Switzerland completed the first questionnaire (age =  $40 \pm 18$  years; Body Mass Index [BMI] =  $22.8 \pm 3.7$  kg/m<sup>2</sup>; 60% women; 73% French; see [Table S1](#) for demographical and health-related information). A total of 123 participants completed the second questionnaire (age =  $41 \pm 19$  years; BMI =  $22.8 \pm 3.9$  kg/m<sup>2</sup>; 70% women; 76% French). A total of 113 participants completed the third questionnaire (age =  $43 \pm 18$  years; BMI =  $22.7 \pm 3.5$  kg/m<sup>2</sup>; 68% women; 76% French).

**Figure 1.** Illustration of restrictive measures during the lockdown in France and Switzerland and of the three-wave longitudinal design of the study.



## Measures

### *PA habits*

PA habits were assessed using the four-item automaticity subscale of the Self-Reported Habit Index (Gardner et al., 2012; Verplanken & Orbell, 2003) in reference of before, the middle, and the end of lockdown. Items began with the proposition: “In general, the decision to engage in PA is something that...” and was completed by four statements (e.g., “I do automatically”). Participants answered on a Likert scale ranging from 1 (*Strongly disagree*) to 7 (*Strongly agree*). Items were averaged to create a global score (Cronbach’  $\alpha$  > .87, Table 2).

### *Total PA*

Total PA was assessed in reference of before, the middle, and the end of lockdown using an adapted version of the International PA Questionnaire (Craig et al., 2003), a well-validated tool among healthy adults (Hagströmer et al., 2006). Participants were asked to estimate the weekly average time (in minutes) spent in vigorous and moderate PA during leisure time. Times reported in each intensity were summed to obtain weekly time spent in moderate-to-vigorous PA.

### *Autonomous motivation for PA*

Autonomous motivation towards PA was assessed using a four-item scale (Brunet et al., 2015; Sheldon & Elliot, 1998) in reference of before, the middle, and the end of lockdown.

Participants were invited to rate the degree to which the statements reflected their motivation to adopt a physically active lifestyle during leisure time. Answers were given on a Likert scale ranging from 1 (*Not at all for this reason*) to 7 (*Totally for this reason*). Autonomous motivation was calculated as the average response to the two-item intrinsic (e.g., “Because of the pleasure I feel during PA”) and two-item identified (e.g., “Because I believe it is really important to be physically active”) sub-scales (Cronbach’  $\alpha$ s > .85, Table 2).

### ***Statistical analyses***

To examine the evolution of PA habits across time (H1), linear mixed effect models were computed. This approach handles missing data and takes into account the nested structure of the data (i.e., multiple measurement from the same individuals; (Boisgontier & Cheval, 2016; Judd et al., 2017). In the first step, the linear and quadratic effects of time on habits were entered as fixed effects to assess the evolution of PA habits over time. Then, to examine the moderating influence of before-lockdown PA habits, a two-way interaction between time (both linear and quadratic) and before-lockdown PA habits was added. Based upon the stems of the seven-point Likert scale, participants were categorized as having weak (i.e., a score <3), moderate (a score  $\geq 3$  and <6), or strong (i.e., a score  $\geq 6$ ) PA habits before the lockdown. Models included a random intercept for participants and a random slope for linear time. Standardized beta coefficients ( $\beta$ ) with 95% confidence interval (95CI) are reported. Models were built using the lmerTest and lme4 packages (Bates et al., 2015; Kuznetsova et al., 2015), in R software <sup>®</sup> (R Core Team, 2016).

Second, the associations between PA habits, PA behaviours, and autonomous motivation across time were investigated using path analysis (T. A. Brown, 2006). Based on previous work (Judah et al., 2018), a longitudinal model was computed and included all hypothetical pathways (see Figure 2A). Regarding missing data, after conducting a Hawkins’ test, there was no sufficient evidence to reject that values were missing at complete random ( $p = .452$ ; Jamshidian et al., 2014). Hence, a full information maximum likelihood (FIML) approach was used in subsequent analysis. In comparison with case-deletion or multiple imputation, this approach has been shown to produce unbiased estimates (Enders & Bandalos, 2001) and valid model fit information (Enders, 2001). Given the high rate of missing values in our sample, auxiliary variables were also added to the fitted model to reduce bias in estimation (Collins et al., 2001; Graham, 2003). The following auxiliary variables were included: participants’ gender, age, body mass index, zone of residence, number of children, number of individuals at home during the COVID-19 lockdown (see Table S1 for descriptive statistics).

Although some auxiliary variables displayed missing values, previous research suggests that it may not be a problematic issue (Enders, 2008). Multiple indices were computed to examine the goodness of the fitted model: the Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA), the Standardized Root Mean Squared Residual (SRMR), the Comparative Fit Index (CFI), and the Tucker-Lewis Index (TLI; Brown, 2006; MacCallum & Austin, 2000). An acceptable model fit is indicated by RMSEA, SRMR < .08, and TLI, CFI > .90. Given the complexity of the hypothesized model, we planned to adopt a backward strategy (Kline, 2015), whereby variables that do not improve the fit of the model are removed, based on inspection of the  $z$  Wald-test statistic.  $\beta$  and 95CI were computed to examine the strength of the associations between variables. All analyses were conducted using the lavaan package (Rosseel, 2012). To compare the strength of the associations, the overlapping of  $\beta$  and 95CI were examined. When coefficient intervals overlapped by less than 50%,  $\beta$  coefficients could be considered significantly different from each other, with  $p < .05$  (Cumming, 2009; [Figure S1](#)).

## Results

Before lockdown, participants engaged in moderate-to-vigorous PA for  $232 \pm 195$  minutes a week (with 53 % above the recommended 150-minutes threshold), reported moderate PA habits ( $M = 4.60 \pm 1.79$ ) and a high autonomous motivation ( $M = 6.01 \pm 1.18$ ; Table 2).

**Table 2.** Descriptive statistics

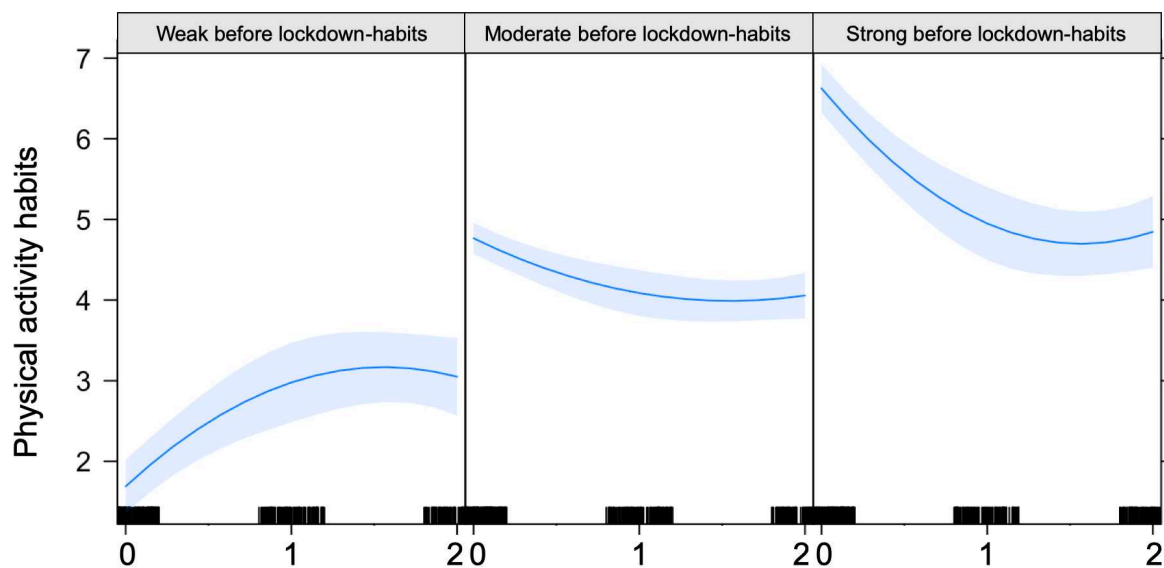
Variables	Mean $\pm$ SD	Range	$\alpha$	ICC
<b>PA habits</b>				
Before-lockdown	$4.60 \pm 1.79$	1 – 7	.88	
Mid-lockdown	$4.06 \pm 1.75$	1 – 7	.89	.71
End-lockdown	$4.07 \pm 1.79$	1 – 7	.91	
<b>Moderate-to-vigorous PA (min/week)</b>				
Before-lockdown	$232 \pm 195$	0 – 960	-	
Mid-lockdown	$224 \pm 187$	0 – 945	-	.56
End-lockdown	$224 \pm 199$	0 – 1260	-	
<b>Autonomous motivation</b>				
Before-lockdown	$6.01 \pm 1.18$	1 – 7	.86	
Mid-lockdown	$6.07 \pm 1.22$	1 – 7	.87	.89
End-lockdown	$5.97 \pm 1.19$	1 – 7	.89	

*Note.* SD: standard-deviation; PA: Physical Activity; ICC: intra-class correlations coefficient. ICC reflects stability in the construct at the participant-level across time.

## Evolution of PA habits across time

Mixed effect modeling revealed a significant effect of quadratic time on PA habits ( $p < .001$ ), with PA habits decreasing from before to mid-lockdown ( $\beta = -.16$ , 95CI [-.25; -.07],  $p < .001$ ), but not significantly evolving from mid- to end-lockdown ( $\beta = .13$ , 95CI [-.00; .27],  $p = .058$ ). A significant interaction between time and before-lockdown PA habits was observed (Figure 3). Simple effects revealed that participants with strong before-lockdown PA habits exhibited a decline in PA habits from before- to mid-lockdown ( $\beta = -.30$ , 95CI [-.46; -.13],  $p < .001$ ), but PA habits did not significantly evolve from mid- to end-lockdown ( $\beta = .26$ ; 95CI [-.05; .56],  $p = .100$ ). On the contrary, participants with weak before-lockdown PA habits exhibited an increase in PA habits from before- to mid-lockdown ( $\beta = .58$ , 95CI [.40; .75],  $p < .001$ ), but this increase was significantly decelerated from mid- to end-lockdown ( $\beta = -.51$ , 95CI [-.84; -.20],  $p = .002$ ). Evolution of PA behaviours and autonomous motivation across time is presented in supplementary material (Figures S2 and S3).

**Figure 2.** Evolution of PA habits across time, as a function of before-Lockdown PA habits



*Note.* Evolution of PA habits was plotted as a function of the quadratic effect of time; PA: Physical activity; Time 0: before-lockdown; Time 1: mid-lockdown; Time 2: end-lockdown.

## Associations between variables across time

In the path analysis, when all the hypothetical pathways were included, the model demonstrated inadequate fit to the data (CFI = 0.886; TLI = 0.829, RMSEA = .083 90CI [.066; .100], SRMR = 0.070). Interactive terms between PA behaviours and autonomous motivation at the three time-points did not improve model fit and were non-significant ( $z_s < 1.80$ ,  $p_s >$



.072). When these associations were removed, the adjusted model showed acceptable fit to the data (CFI = 0.994; TLI = 0.988, RMSEA = .026, 90CI [0.000; 0.061], SRMR = 0.027) and was thus retained (Figure 2B). The model explained 24, 44, and 66% of variance in PA habits before, in the middle, and at the end of lockdown, respectively, and 12, 19 and 42% of PA behaviours before, in the middle, and at the end of lockdown.

### **Associations between PA habits across time (H1a & H1b)**

Before-lockdown PA habits were significantly associated with mid-lockdown PA habits ( $\beta = .17$ , CI = [.02; .32],  $p = .035$ ). Mid-lockdown PA habits were also significantly associated with end-lockdown PA habits ( $\beta = .45$ , CI = [.30; .59],  $p < .001$ ). The association of PA habits from before-lockdown to mid-lockdown was significantly lower than that from mid-lockdown to end-lockdown (percentage of CIs' overlapping < 50%).

### **Associations between PA behaviours and PA habits across time (H2)**

PA behaviours were positively associated with PA habits at the three time-points ( $\beta = .30$ , 95CI [.19; .41],  $p < .001$  for before-lockdown,  $\beta = .41$ , 95CI [.27; .56],  $p < .001$  for mid-lockdown,  $\beta = .18$ , 95CI [.05; .31],  $p = .012$  for end-lockdown). No significant difference in the magnitude of these associations was found (percentage of CIs' overlapping > 50%).

### **Associations between previous PA habits and behaviours with consecutive PA behaviours across time (H3a, H3b, H3c, H3d)**

Before-lockdown PA habits were not significantly associated with mid-lockdown PA behaviours ( $\beta = -.02$ , 95CI [-.20; .16],  $p = .837$ ). Mid-lockdown PA habits were positively associated with end-lockdown PA behaviours ( $\beta = .23$ , 95CI [.03; .42],  $p = .021$ ). The association between before-lockdown PA habits and mid-lockdown PA behaviours was significantly lower than that of mid-lockdown PA habits and end-lockdown PA behaviours (percentage of CIs' overlapping < 50%).

Before-lockdown PA behaviours were positively associated with mid-lockdown PA behaviours ( $\beta = .26$ , 95CI [.10; .43],  $p = .002$ ). Mid-lockdown PA behaviours were positively associated with end-lockdown PA behaviours ( $\beta = .46$ , 95CI [.29; .64]  $p < .001$ ). The association between before-lockdown PA behaviours and mid-lockdown PA behaviours was significantly lower than that of mid-lockdown PA behaviours and end-lockdown PA behaviours (percentage of CIs' overlapping < 50%).

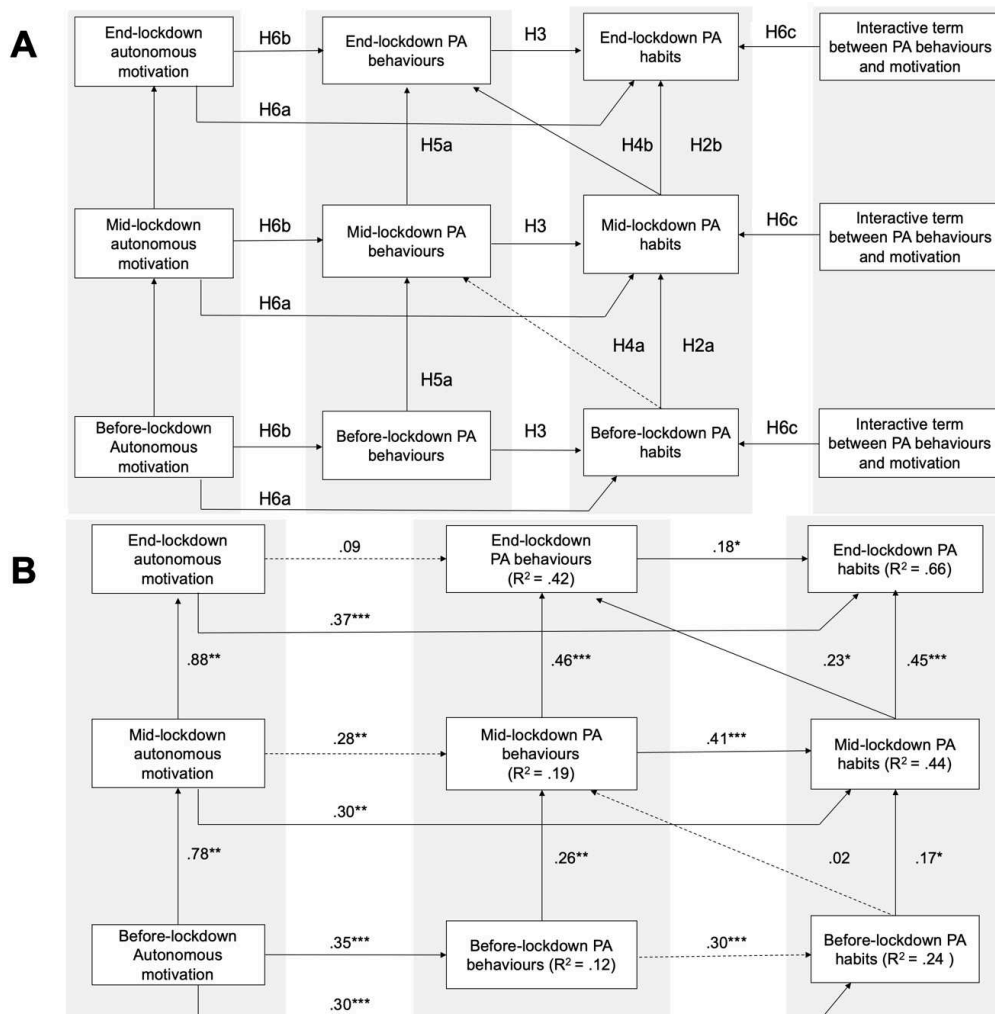
### **Associations of autonomous motivation with PA habits across time (H4a, H4b, H4c)**

Autonomous motivation was directly and positively related to PA habits at the three timepoints ( $\beta = .30$ , 95CI [.19; .41],  $p < .001$  for before-lockdown;  $\beta = .30$ , 95CI [.15; .45],  $p =$

.001 for mid-lockdown;  $\beta = .37$ , 95CI [.25; .50],  $p < .001$  for end-lockdown). No significant differences in the magnitude of these three associations were found (percentage of CIs' overlapping  $> 50\%$ ).

Autonomous motivation was significantly related to before-lockdown PA behaviours ( $\beta = .35$ , 95CI [.23; .46],  $p < .001$ ), to mid-lockdown behaviours ( $\beta = .28$ , 95CI [.11; .45],  $p = .001$ ) but not to end-lockdown PA behaviours ( $\beta = .09$ , 95CI [-.07; .26],  $p = .270$ ). No significant difference in the magnitude of these associations was found (percentage of CIs' overlapping  $> 50\%$ ).

**Figure 3.** Path Diagrams illustrating the hypothetical (A) and evidenced associations (B) of PA behaviours and autonomous motivation for PA with PA habits.



*Note.* Significant and non-significant associations are represented with solid and dashed lines, respectively. Standardized beta coefficients ( $\beta$ ) and R-squared ( $R^2$ ) are reported. \*\*\*:  $p < .001$ ; \*\*:  $p < .01$ ; \*:  $p < .05$ ; ^:  $p < .10$ . PA: Physical activity. The interactive terms between PA behaviours and autonomous motivation are not represented in Figure 3B as these variables were not included in the final model.

## **Discussion**

### **Main findings**

The present study investigated the association between the COVID-19 lockdown, a major context change, and the evolution of PA habits. Moreover, it aimed to examine the association of PA behaviours and autonomous motivation with this evolution. Findings revealed a global decrease in PA habits across the COVID-19 lockdown, but this evolution depended on before-lockdown PA habits. Individuals with strong before-lockdown PA habits exhibited a sharp decrease, while individuals with weak before-lockdown PA habits demonstrated the reverse pattern (i.e., a short increase in habit strength, then followed by a quick deceleration). These findings, in addition to the weak association between before-lockdown and mid-lockdown habits, support the assumption that habits are sensitive to a context change. In addition, results showed that before-lockdown PA habits were not significantly associated with PA behaviours once the context changed. However, engaging in renewed PA behaviours during lockdown and exhibiting autonomous motivation counteracted such disruption of PA habits.

### **Comparisons with other studies**

Findings showed that PA habit strength decreased following a context change – especially among individuals with strong before-lockdown habits. These results are in line with the discontinuity hypothesis (Verplanken et al., 2008), proposing that a context change can disrupt existing habits (Verplanken & Wood, 2006). Nevertheless, while previous studies only indirectly inferred PA habits' disruption through changes in behaviours (Fredslund & Leppin, 2019; Wood et al., 2005), our study is the first to provide a formal test of this assumption by assessing habits both before and after a context change. By contrast, an increase in PA habits was observed among individuals with weak before-lockdown habits. As proposed by the discontinuity hypothesis (Verplanken et al., 2008), this finding may result from the fact that a context change can also foster the development of habits. One possible adjuvant of this development may rely on the disruption of other habits, such as the ones related to sedentary behaviours. Indeed, while sedentary opportunities act as temptations, distracting individuals from their intention to be physically active (Cheval et al., 2015, 2017; Cheval, Radel, et al., 2018), lockdown settings may have reduced individuals' exposure to some of these cues. For example, someone who was used to have a drink in a bar or to go to the cinema after work was deprived of such opportunities during lockdown, thereby opening new perspectives on the adoption of more physically active behaviours. Nevertheless, this reasoning only applies for outside-home sedentary behaviours as, on the opposite, individuals were particularly exposed to sedentary opportunities at home during lockdown (e.g., watching TV).

Further, results revealed that before-lockdown PA habits were not significantly related with mid-lockdown PA behaviours. These results also align with the discontinuity hypothesis (Verplanken et al., 2008), which proposes that pre-existing habits do not drive behaviours after a context change. Although two previous studies observed significant associations between previous habits and PA behaviours during lockdown (Kaushal et al., 2020; Rhodes et al., 2020), the strength of the association ( $r = .24$  for Rhodes et al., 2020;  $r = .34$  for Kaushal et al., 2020) was weaker than the commonly reported relationship between habits and behaviours ( $r = .43$ ; Gardner et al., 2011). These results can be explained by the fact that, during lockdown, some contextual cues were no longer encountered during lockdown (e.g., going to the gym club on Wednesdays after work with colleagues), which, in turn, made habits dormant and impeded their influence on behaviours (Gardner, 2012). Likewise, the discontinuity to cues exposure is also likely to decrease PA habits, which in turn became too weak to instigate behaviours.

By contrast, mid-lockdown PA habits were positively associated with end-lockdown PA behaviours. This result suggests that people may have quickly adjusted existing habits (e.g., exercising after a teleworking session rather than after a day spent in office) or developed new habits (e.g., cycling around home with one's children) that could effectively guide PA behaviours in the new context. Nevertheless, other mechanisms such as the re-activation of old habits (e.g., coming back to one's parents' home and walking around the neighbourhood as one used to before leaving parental home) might also explain this pattern. Moreover, the association between previous and consecutive PA behaviours was more salient from mid- to end-lockdown, than from the before- to end-lockdown. In other words, similarly to the influence of habits on behaviours, past behaviours seem especially likely to drive consecutive behaviours when the context remains stable (Ouellette & Wood, 1998). This study focused on the associations between PA habits and PA behaviours, following the COVID-19 lockdown. However, a growing number of studies highlight the numerous and complex pathways through which habits may explain, in conjunction with other socio-cognitive variables (e.g., intention, self-regulatory skills) PA behaviours (Fleig et al., 2013; Gardner, Lally, et al., 2020). In this perspective, a more comprehensive account of changes in PA behaviours could be provided by including additional variables alongside with habits.

Autonomous motivation was directly and positively associated with PA habits before and during lockdown. These results align with the idea that autonomous motivation can foster the development of PA habits (Gardner & Lally, 2018; Lally & Gardner, 2013). Moreover, as found in previous studies conducted within COVID-19 lockdowns in the United States and Australia (Kaushal et al., 2020; Lesser & Nienhuis, 2020), autonomous motivation was

positively associated with before and mid-PA behaviours. In turn, these higher levels of PA behaviors were positively related to PA habits. These results support the mediated association of autonomous motivation with PA habits (Gardner & Lally, 2013; Judah et al., 2013; Radel et al., 2017). They also align with the self-activation hypothesis which states that, after a context change, autonomous motivation is especially likely to guide behaviours, thereby potentially energizing the development of habits (Verplanken et al., 2008).

However, autonomous motivation was not associated with end-lockdown PA behaviours at the end of the lockdown, nor moderated the association between PA behaviours and habits. This non-expected finding may result from the fact that autonomous motivation can only foster PA behaviours when individuals have control over the considered behaviour (Hagger & Chatzisarantis, 2014). Yet, during lockdown, behaviours for which individuals were autonomously motivated might have been disallowed by restrictive measures (e.g., swimming, playing football in a club). Hence, it seems plausible that, at the end of lockdown, some individuals were no longer engaging in PA for autonomous reasons (e.g., the intrinsic pleasure of the performed activity). A second explanation lies in the fact that the COVID-19 lockdown represents a unique period, which cannot be compared with other context changes, such as moving house (Verplanken et al., 2008). In particular, the COVID-19 lockdown was imposed on individuals and transitory (at the time of the study, it was expected to last for about three months in France and Switzerland). Hence, at odds with the self-activation hypothesis (Verplanken et al., 2008), this context change might not have triggered a long-term activation of any particular self-endorsed values for action.

### **Strengths and limitations**

The present study has several strengths. At the theoretical level, the present study advances existing literature on PA habits by providing direct evidence about the association between a context change and the evolution of PA habits. Further, it sheds light on the role of behaviours and autonomous motivation in this evolution, in particular by testing the self-activation hypothesis on PA habits. Moreover, the use of a longitudinal design with repeated measurements of PA habits, behaviours, and autonomous motivation were also strengths.

However, this study includes at least four limitations. First, the Self-Report Habit Index was used to capture a global habit strength – i.e., an overall perception of the automaticity of a category of actions, such as physical activity, across multiple contexts – (Gardner et al., 2012) but the scale did not specify any cue-behaviour links (see Sniehotta & Penseau, 2012 for a discussion). Consequently, the way we used the scale prevents the disentanglement of whether the evolution of habits and of their associations with behaviours result from dormant habits, a

degradation of before-lockdown habits, or to the development of new PA habits. Future studies assessing specific PA habits and the cues on which they are based upon should seek to unravel these different mechanisms. Similarly, we did not assess the extent to which participants experienced a change in their before-lockdown PA behaviours due to the COVID-19 lockdown (e.g., walking around home was not as strongly affected by the context as practicing in a sport or in fitness club). Accordingly, as the context would have differentially impacted PA behaviours depending on the type of PA participants usually engaged in, measuring the extent to which individuals experienced a change in their PA behaviours is recommended for future research. Second, the reliance on self-reported measures has been criticized for the assessment of PA habits (Hagger et al., 2015; Rebar et al., 2018) and behaviours (Dyrstad et al., 2014). Furthermore, before-lockdown variables were retrospectively assessed during the early period of the COVID-19 lockdown, which might have resulted in recall bias. Third, our sample size was relatively small, with a somewhat large attrition rate, thereby limiting the generalization of the present findings. Fourth, this longitudinal design did not enable to infer causality in the associations between the variables.

### **Conclusion**

This study drew on the COVID-19 lockdown to examine how PA habits evolved following a major context change. Our findings suggest that, although such disruptive settings can weaken existing habits, individuals can quickly renegotiate or develop new PA habits. Encouraging the engagement in PA behaviours and manifesting an autonomous motivation towards PA may be important in interventions aiming at sustaining PA habits after a context change.

**Footnotes:**

<sup>1</sup>Habit can manifest in behaviour in two ways: people may be habitually triggered to ‘decide’ to engage in PA (i.e. ‘habitually instigated’ PA), or habit may aid fluid performance of the sequence of acts included in a bout of PA (i.e. ‘habitually executed’ PA; (Phillips & Gardner, 2016). Social cognition research demonstrating the contribution of habit to PA has tended to focus on habitual instigation only (Gardner, Rebar, et al., 2020; Verplanken & Melkevik, 2008). In this paper, we use the terms ‘habit’ as synonymous with habitual instigation and habitually instigated behaviour

### Résumé des résultats principaux de la Contribution empirique n°3

Les résultats de cette étude mettent en évidence que, suite à un changement de contexte majeur (i.e., le confinement lié à la pandémie de la covid-19), l'automatisme de la régulation du comportement d'activité physique est perturbée. Les personnes qui présentaient un niveau d'automatisme élevé avant cet événement se sont distingués par une rupture dans l'automatisme de leur régulation comportementale dans les premiers temps du confinement – confirmant que le déploiement d'un mode de régulation automatique dépend de la stabilité d'associations apprises entre signaux et action. À l'inverse, les individus avec un faible niveau d'automatisme envers l'activité physique avant cet événement se caractérisaient par une augmentation de l'automatisme dans les premiers temps du confinement – suggérant qu'un changement de contexte puisse aussi être propice au développement d'habitudes nouvelles. Ensuite, nos résultats révèlent des relations directes de la motivation autonome vers l'automatisme, mais aussi des associations indirectes, par l'intermédiaire du comportement d'activité physique. En somme, ces observations soutiennent notre hypothèse selon laquelle la motivation autonome favorise la (ré-)organisation d'un mode de régulation automatique de l'activité physique, en dépit des perturbations contextuelles vécues par les individus.

Les mécanismes de contrôle de soi par lesquels la motivation autonome pourrait favoriser cette régulation automatique du comportement sont au cœur de la Contribution empirique n°4.



## Contribution empirique n°4

### Présentation de la Contribution empirique n°4

Par une série de cinq études, la quatrième Contribution empirique avait pour objectif de déterminer si la motivation autonome (vs. contrôlée) envers l'activité physique permettait de réduire les désirs envers les alternatives sédentaires et si cette relation pouvait s'expliquer par la mise en place d'une régulation automatique du comportement d'activité physique. Pour examiner plus directement les mécanismes automatiques de contrôle de soi, nous avons ensuite étudié les relations entre la qualité de la motivation et la vitesse à approcher (vs. éviter) des stimuli d'activité physique en présence de stimuli conflictuels (i.e., des comportements sédentaires). Après avoir testé, auprès de 249 participants, les effets de la motivation autonome et contrôlée sur l'évolution des désirs envers les alternatives sédentaires au cours du confinement lié à la pandémie de la covid-19 (Étude 1, sept temps de mesure), nous avons examiné, dans une étude transversale, le rôle médiateur de l'automaticité dans la relation motivation-désirs (Étude 2, N = 289). Dans les trois études suivantes, nous avons investigué les effets de la motivation autonome et de la motivation contrôlée – mesurées par questionnaire (Étude 3, N = 192) ou activées par des tâches d'amorçage supraliminal (Étude 4, N = 346) et subliminal (Étude 5, N = 193) – sur les tendances automatiques d'approche-évitement de l'activité physique en présence de tentations (i.e., des comportements sédentaires). Pour analyser l'ensemble de ces données, des analyses de croissance par classes latentes (Étude 1), des modélisations par équations structurelles (Étude 2) et des modèles mixtes linéaires (Études 3, 4 et 5) ont été utilisés.

Cet article est en phase finale de préparation.

Le matériel supplémentaire est disponible en [Annexe 5](#).

**It's not only a kind of magic: how autonomous motivation favors automatic self-control**

Silvio Maltagliati<sup>1,\*</sup>, Luc Pelletier<sup>2</sup>, Philippe Sarrazin<sup>1</sup>, Meredith Rocchi<sup>2</sup>, Aïna Chalabaev<sup>1</sup>,  
Boris Cheval<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup>Univ. Grenoble Alpes, SENS, F-38000 Grenoble, France.

<sup>2</sup>University of Ottawa, Ottawa, Canada.

<sup>3</sup>Swiss Center for Affective Sciences, University of Geneva, Geneva, Switzerland.

<sup>4</sup>Laboratory for the Study of Emotion Elicitation and Expression (E3Lab), Department of Psychology, University of Geneva, Geneva, Switzerland.

\*Corresponding author: Silvio Maltagliati (Univ. Grenoble Alpes, Laboratoire SENS, UFR STAPS, CS 40700 38041 Grenoble Cedex 9, France. E-mail: [silvio.maltagliati@univ-grenoble-alpes.fr](mailto:silvio.maltagliati@univ-grenoble-alpes.fr); @Maltagliati\_s).

### Abstract

Why does it seem easier for some people to successfully achieve long-term goals, such as being physically active, despite surrounding (sedentary) temptations? Across five studies ( $N_{\text{total}} = 1269$ ), we examined the association of autonomous and controlled motivation with desires accompanying the pursuit of long-term goals (Studies 1 and 2) and automatic self-control processes (Studies 3, 4, 5). After showing that a higher autonomous motivation was associated with less desires for temptations in a seven-wave design (Study 1), we demonstrated that automaticity mediated the negative relationship between autonomous motivation and desires for temptations (Study 2). To more directly examine the automatic self-control mechanisms that may underlie this observation, we used a conflictual approach-avoidance task and showed that, among autonomously motivated individuals, the presence of temptations increased the difference between the automatic approach-avoidance tendencies towards the long-term goal (Study 3). To better gauge causality, these transversal findings were extended using a supraliminal (Study 4) and subliminal (Study 5) priming procedure of autonomous vs. controlled motivation: after being primed with autonomous (vs. controlled) motivation, the presence of temptations again increased the difference between the automatic approach-avoidance tendencies towards the long-term goal. Taken together, these studies highlight the key role of autonomous motivation in promoting an automatic mode of behavioral regulation. Moreover, they suggest that temptations, far from disappearing, may promote the enactment of automatic self-control, provided that participants' autonomous motivation is activated.

**Keywords:** self-regulation, self-control, desire, conflict, self-determined motivation.

## **It's not only a kind of magic: how autonomous motivation favors automatic self-control**

“One dream, one soul,  
One prize, one goal,  
One golden glance of what should be  
It's a kind of magic”, Queen, 1986

Eating healthy, working on a project with a tight deadline, or saving money are common examples of goals that individuals pursue in their daily life. Among these long-term goals, being physically active is emblematic – a laudable resolution that millions of people make every year. Unfortunately, successfully achieving these goals is often where the shoe pinches (Sheeran, 2002). Despite the extensive health benefits, approximately half of people who intend to be physically active fail to translate their intention into action (Rhodes & de Bruijn, 2013). In trying to understand this intention-action gap, the temptations that surround individuals are often mentioned. Who has never felt torn between a planned run or a walk after work and the irresistible call of the soft sofa (Cheval, Radel, et al., 2018 ; Cheval & Boisgontier, 2021)? However, according to the self-determination theory (Ryan & Deci, 2017), the occurrence of such conflicts may depend on the quality of the motivation towards the long-term goal: when people pursue their goals for autonomous rather than controlled reasons, they may experience less desires for tempting alternatives. It seems unlikely, however, that an autonomous motivation would *magically* make all of the tempting alternatives disappear from the environment. The present work aimed to highlight the role of autonomous and controlled motivation in favoring *automatic self-control tricks*, which could explain why some individuals experience less desires for tempting alternatives and complete their long-term goals.

We first define self-control and its various facets, and then, integrate conceptual and empirical evidence supporting the role of the quality of the motivation on self-control mechanisms. Finally, we present a series of five studies designed to examine the relationship between autonomous motivation, desires for temptations, and automaticity (Studies 1 and 2), the association of autonomous motivation with automatic self-control mechanisms (i.e. automatic approach-avoidance tendencies towards the long-term goals in presence of temptations (Study 3), and to provide initial evidence for a causal effect of autonomous motivation on such self-control mechanisms (Studies 4 and 5).

### **The key role of self-control**

We define self-control as the process of advancing a long-term goal over a more proximal second goal when the two are in conflict (Inzlicht et al., 2021). As such, self-control represents one of the many dimensions of self-regulatory processes, which range from goal setting, action planning, and self-monitoring to goal disengagement (Baumeister & Vohs, 2007). In conjunction with these other self-regulatory processes, self-control is central to the successful pursuit of long-term goals (de Ridder et al., 2012). Indeed, there is substantial evidence that, on the one hand, individuals often experience desires that conflict with their long-term goal, and, on the other hand, that their ability to manage these desires is critical to achieving their goal (Hofmann et al., 2012).

According to the strength model (Baumeister et al., 1998), self-control was originally conceptualized as dependent on the effortful inhibitory mechanism that could be activated to override undesirable behavioral tendencies. From this perspective, individuals were thus expected to rely on the strength of their “willpower” to resist desires for behavioral alternatives that compete with one’s long-term goal (e.g., lying down when one has the intention to be physically active). Despite the enduring vision of self-control as synonymous with willpower (Gennara et al., 2023), this construct is now viewed in a broader perspective (Fujita, 2011; Gillebaart & de Ridder, 2015; Inzlicht et al., 2021). Self-control may have more to do with the very processes that suppress the need to rely on the effortful inhibition of one’s desires for competing alternatives (Hofmann et al., 2012; Schneider et al., 2019). This broader perspective on self-control has led researchers to investigate strategies (or *tricks*) by which people can precisely avoid the occurrence of these desires (e.g., not buying chocolate in the supermarket ; Duckworth et al., 2016). Even more, not only self-control goes beyond willpower or effortful strategies (e.g., planning not to buy chocolate at the supermarket to avoid feeling tempted when you get home), but it also encompasses more automatic, effortless mechanisms (Fujita, 2011; Gillebaart & de Ridder, 2015).

Previous research has shown that individuals can rely on automatic counteractive mechanisms to achieve their long-term goal. After being primed with a temptation, individuals were faster to recognize long-term goal-related words (Fishbach et al., 2003) – a finding that has also been demonstrated in the context of physical activity (Cheval et al., 2017). Based on previous evidence on automatic approach-avoidance tendencies (Fishbach & Shah, 2006), it has recently been proposed to measure automatic approach-avoidance tendencies in the presence of temptations in order to gain more insight into the direction of automatic self-control in physical activity (Maltagliati et al., 2023). Consistent with findings observed in closely

related experimental paradigms (Cheval et al., 2017; Fishbach et al., 2003; Fishbach & Shah, 2006), physically active participants were faster to approach (vs. to avoid) physical activity stimuli, and the presence of sedentary stimuli (vs. neutral stimuli) accentuated the difference between approach and avoidance tendencies.

These results support the counterintuitive idea that the presence of temptations may automatically help individuals protect their long-term goals (Fishbach & Converse, 2010). Indeed, the activation of these mechanisms has been shown to be associated with less desires for tempting alternatives in the food domain (Haynes et al., 2014) and a more successful goal pursuit (Fishbach & Shah, 2006). These automatic mechanisms, in conjunction with other self-control *tricks*, may represent building blocks of an automatic mode of behavioral regulation that would protect individuals from perceived desires for temptations when pursuing their long-term goals (Galla & Duckworth, 2015). While the antecedents of these automatic self-control mechanisms remain poorly identified, the quality of the motivation towards the long-term goal stands out as a particularly relevant candidate.

### **The reasons behind self-control**

In this regard, self-determination theory distinguishes between goals pursued for autonomous reasons and goals pursued for controlled reasons (Ryan & Deci, 2017). Goals pursued because they are inherently pleasurable (intrinsic motivation) or because they are personally important to the individual (identified regulation) correspond to autonomous forms of motivation. In contrast, goals that are pursued because of external pressures, including external rewards or punishments (external regulation), or because of internal pressures, such as guilt or shame (introjected regulation), belong to controlled forms of motivation. There is a plethora of evidence suggesting that a high (vs. low) autonomous motivation is associated with a successful pursuit of long-term goals, whereas a high (vs. low) controlled motivation does not appear to be associated with the completion of long-term goals (Koestner et al., 2008), including in physical activity (Ntoumanis et al., 2021). However, the pathways through which self-determined motivation favors such a successful goal pursuit remain controversial.

Could self-control be one of them? At first glance, one might think that autonomous motivation would completely obviate the need to rely on self-control, when the latter is defined as the effortful inhibition of one's attraction to temptations. Since the hallmark of an autonomous motivation is precisely a sense of integration, of harmony, such motives would shield individuals from the pitfalls that can litter goal pursuit (Hofmann et al., 2012). Only individuals with high levels of controlled motivation, whose regulation depends on the vicissitudes of the situation, would experience conflicts between their long-term goals and

temptations, and would therefore try to resist these desires, as best they could. We argue that, given the ubiquitous presence of temptations in our modern environments, individuals, however autonomously motivated, must still rely on self-control. However, the latter should be understood more broadly than simply the effortful inhibition of one's attraction to temptations (Fujita, 2011; Gillebaart & de Ridder, 2015). Supported by growing empirical evidence, we propose that automatic self-control mechanisms may explain how autonomous (but not controlled) motivation favors goal pursuit, while reducing the occurrence of perceived desires for tempting alternatives. The “magic” of autonomous motivation would therefore not come from the disappearance of self-control, but from the possibility of silently staging it.

### **The interplay between automatic self-control and self-determined motivation**

Indeed, it has been shown that individuals with high (vs. low) autonomous motivation experience fewer temptations (or obstacles) when pursuing their long-term goal (Leduc-Cummings et al., 2017, 2022; Milyavskaya et al., 2015) and are, in turn, more likely to achieve their goal with ease (Werner et al., 2016). For example, in a hypothetical scenario in which participants could choose the location of a new bakery in their city, those with a higher autonomous motivation for healthy eating chose the location furthest from their home. Conversely, a high controlled motivation was associated with a less strategic choice in the location of these potential obstacles: people with high controlled motivation placed the bakery closer to their home in this hypothetical scenario (Leduc-Cummings et al., 2022). Thus, an autonomous motivation towards the long-term goal might prevent the very emergence of desires for tempting alternatives. Conversely, reporting a high (vs. low) controlled motivation was associated with stronger desires for temptations (Milyavskaya et al., 2015). However, such associations are still unexplored in the field of physical activity as current evidence mostly stems from cross-sectional data, with motivation and desires being assessed at a single point in time. This makes it impossible to assess the temporal precedence between these variables. In our first study, we therefore aimed to determine how the quality of motivation influences longitudinal trajectories of desires for tempting alternatives (e.g., sedentary temptations) when pursuing a long-term goal (e.g., being physically active).

Regarding the processes underlying the link between self-determined motivation and desire, the idea that individuals with a high autonomous motivation may rely on an automatic mode of behavioral regulation has recently gained traction (Werner & Milyavskaya, 2018b). Indeed, positive associations between autonomous motivation and automaticity have been consistently observed across multiple domains (Radel et al., 2017), including in physical activity (Gardner & Lally, 2013; Maltagliati et al., 2021). In turn, when pursuing a long-term

goal, automaticity has been shown to reduce the experience of desires for tempting alternatives (Galla & Duckworth, 2015). In sum, on the one hand, autonomous motivation promotes automaticity, and on the other hand, automaticity reduces desires for competing alternatives – suggesting that an automatic mode of behavioral regulation may mediate the association between autonomous (controlled) motivation and desires for temptations. In our second study, therefore, we sought to examine this potential mediation for the first time, in order to better explain why autonomous motivation may be related to lower desires for tempting alternatives.

Finally, evidence suggest that engaging in automatic self-control processes may depend on the quality of the motivation towards the long-term goal. As observed for other self-regulatory processes, such as implementation intentions (Koestner et al., 2008) or action planning (Maltagliati et al., 2022), high autonomous motivation may indeed be required to develop automatic self-control mechanisms that reduce the occurrence of desires for tempting alternatives. In a series of two studies, using an Implicit Association Test (IAT) and an Affect Misattribution Procedure (AMP), Milyavskaya and colleagues (2015) found that autonomous (but not controlled) motivation was associated with more positive automatically-activated attitudes towards healthy food and less positive automatically-activated attitudes towards unhealthy food. These latter findings may reflect that autonomously motivated individuals, as part of their self-control toolbox (Fujita et al., 2020), could increase the value of their long-term goals, while decreasing their attraction to potential temptations. As interesting as these findings may be, these tasks were yet not specifically designed to measure the extent to which individuals automatically respond to their long-term goal when the presence (vs. absence) of tempting alternatives is experimentally manipulated. To address this limitation, in Study 3, we targeted automatic self-control processes by measuring automatic approach-avoidance tendencies towards the long-term goal in the presence (vs. absence) of temptations (Maltagliati et al., 2023) and tested their transversal association with autonomous and controlled motivation.

### **Establish causal links between automatic self-control and self-determined motivation**

Not only is the current literature documenting the relationship between self-determined motivation and automatic self-control remains scarce, but it is also dominated by cross-sectional studies, which prevents to infer causality between these constructs. Evidence is still lacking on whether self-determined motivation causally influences the enactment of automatic self-control (see Milyavskaya et al., 2015 for a discussion). Thus, experimental manipulation of self-determined motivation remains warranted to provide stronger evidence for a potential causal effect of autonomous (controlled) motivation on automatic self-control. In Studies 4 and 5, the quality of motivation (i.e., autonomous vs. controlled motivation) was primed supraliminally



and subliminally, respectively (Weingarten et al., 2016). While participants in a supraliminal procedure are consciously aware of the primes but unaware of their effect, participants in a subliminal procedure are not even consciously aware of the primes to which they are exposed. – the latter are usually displayed very briefly on the screen (e.g., a few tens of milliseconds). For the supraliminal procedure (Study 4), autonomous (vs. controlled motivation) was activated using a scrambled sentence task (Levesque & Pelletier, 2003) – which has been shown to influence participants' enjoyment during a cycling task or their intention to continue exercising (Banting et al., 2011; Brown et al., 2016; Magaraggia et al., 2014 ; but see Murphy & Taylor, 2022 for a failed replication). For the subliminal procedure (Study 5), autonomous (vs. controlled motivation) was primed using a subliminal foveal procedure – with previous studies showing that participants primed with intrinsic words (e.g., enjoyment, pleasure) exerted greater force on a handgrip (Aarts et al., 2008) or reported greater effort and performance when learning a new motor task (Radel et al., 2009). In summary, although supraliminal and subliminal procedures appear to be well suited for manipulating self-determined motivation for goal-directed behaviors, neither supraliminal (Study 4) nor subliminal (Study 5) priming procedures have been used to investigate the causal relationship of autonomous and controlled motivation with automatic self-control processes.

### **The current study**

The current study aims to further our understanding of the role of autonomous and controlled motivation in facilitating successful goal pursuit through automatic forms of self-control (as assessed by automatic approach-avoidance tendencies in the presence of temptations), which may lead to reduced desires for temptations. In Study 1, we examined the longitudinal relationships of autonomous and controlled motivation with desires for sedentary behaviors that may conflict with the long-term goal of being physically active. In Study 2, we tested whether this relationship between motivation and desires was mediated by automaticity. Studies 3, 4, and 5 examined whether autonomous and controlled motivation were associated with automatic approach-avoidance tendencies towards physical activity in the presence of sedentary temptations, a construct thought to reflect automatic self-control. Whereas Study 3 examined the transversal associations between these constructs, in Studies 4 and 5, primed autonomous and controlled motivation supraliminally (Study 4) and subliminally (Study 5) and examined their association with automatic self-control was investigated.

### **Study 1**

Study 1 aimed was to examine the longitudinal associations of autonomous and controlled motivation with desires for (sedentary) temptations that conflict with one's long-

term goal (i.e., to be physically active). This study was conducted in the context of the COVID-19 pandemic. During this period, restrictive measures were implemented in France and Switzerland – the countries where the study was implemented. Such a massive context change may have strengthened desires for sedentary behaviors due to increased availability of tempting alternatives (e.g., staying at home and watching TV, instead of cycling with friends, Maltagliati et al., 2021). Across a seven-wave longitudinal measurement design (with a total duration of 10 weeks), we predicted that a higher autonomous motivation and a lower controlled motivation would be associated with more favorable trajectories of desires for sedentary behaviors (H1.1) and of conflict between physical activity and sedentary behaviors and (H1.2, i.e., lower and decreasing desires and conflict over time).

## **Materials and methods**

### **Procedure and measures**

Data were collected on seven timepoints among participants older than 18 years old and living in France. A first online questionnaire was disseminated between March 30 and April 10 2021, a period during which restrictive measures were set up in France and Switzerland (e.g., stay-at home instructions, outside-home movements limited to one hour and to a one-km perimeter, closure of gyms and sport clubs, see Teran-Escobar et al., 2021 for a detailed description). After the first questionnaire, participants received an email every nine days to complete a new questionnaire, with a delay of three days for answering the survey. The final seventh wave of measurement occurred two months and a half after the releasing of restrictive measures. Before analyzing data, participants reporting a very low intention to be physically active were excluded (i.e., score  $\leq 2$  on a Likert scale ranging from 1 to 7) as a motivational conflict may only emerge among individuals holding the intention to pursue the long-term goal. In the first wave, 249 individuals completed the survey and the median number of completed surveys was three out of the seven possible ([Table S1](#)).

Autonomous and controlled motivation towards physical activity were measured at baseline (Wave 1) using a short version of the Behavioral Regulation in Exercise Questionnaire (Boiché et al., 2019; Markland & Tobin, 2004). For each type of regulation (i.e., intrinsic, identified, introjected, external), two items were used and participants were asked to indicate the degree to which these statements reflected their motivation to adopt a physically active lifestyle during leisure time using a Likert scale ranging from “Not at all for this reason” (1) to “Totally for this reason” (7). Autonomous motivation was calculated as the average response to the two-item intrinsic (e.g., “Because of the pleasure I feel during physical activity”) and two-item identified (e.g., “Because I believe it is really important to be physically active”) sub-

scales (Cronbach'  $\alpha$  = .88). Controlled motivation was computed as the average response to the two-item introjected (e.g., "Because I would feel guilty of not being physically active") and two-item external (e.g., "Because people push me to be physically active") sub-scales ( $\alpha$  = .61).

Desires and conflicts were measured on each wave (Forestier et al., 2018; Hofmann et al., 2012). Desires strength was derived from the question "How strong are your desires for sedentary behaviors?". Participants answered with a scale ranging from "Very weak" (1) to "Very strong" (7). Conflict between sedentary behaviors and physical activity was measured using the following item: "When you experience desires for sedentary behaviors, to what extent do these desires conflict with your intention to be physically active?". Participants answered using a scale ranging from "Do not conflict at all" (1) to "Strongly conflict" (7).

### **Statistical analysis**

We computed latent class growth analyses in order to examine the temporal trajectories of desires and conflicts. This approach allows to examine whether a grouping variable can be inferred from a set of indicators in order to examine typical trajectories on a variable, with different patterns of change and stability across time (Jung & Wickrama, 2008). First, a succession of models with an increasing number of trajectories (from one to five) was run for desires and conflict separately. These models intended to identify the most accurate and parsimonious number of profiles that could be used to describe the temporal evolution of variables. Several statistical indices were inspected to select the best-fitting model, including the Akaike Information Criterion (AIC), the Bayesian Information Criterion (BIC), the Adjusted BIC (ABIC) and the entropy score. The best-fitting models referred to the smallest values of AIC, BIC, and ABIC and the highest log-likelihood and entropy scores. Second, after the selection of the best-fitting model, autonomous motivation and controlled motivation were separately entered as covariate to examine whether motivation could predict the odds of belonging into one of these trajectories of desires and conflict.

### **Results**

Descriptive statistics are reported in Tables 1 and 2. Autonomous motivation negatively correlated with participant' average desires for sedentary behaviors over the seven waves of measurement ( $r = -.20$ ,  $t(247) = -3.26$ ,  $p = .001$ ), but not with the conflicts between physical activity and sedentary behaviors ( $r = .01$ ,  $t(247) = 0.12$ ,  $p = .981$ , Table 1). Controlled motivation was associated with desires for sedentary behaviors ( $r = .19$ ,  $t(247) = 3.06$ ,  $p = .002$ ) and with the conflicts between physical activity and sedentary behaviors ( $r = .17$ ,  $t(247) = 2.73$ ,  $p = .006$ ).

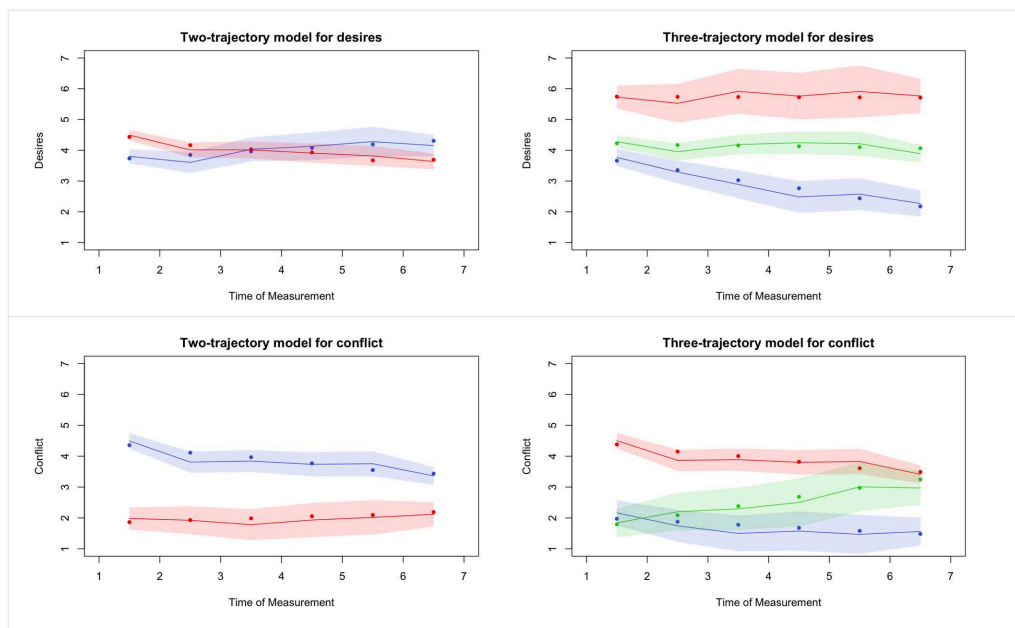
**Table 1.** Descriptive statistics and bivariate correlations in Study 1.

Variables	Mean (SD)	Range	1.	2.	3.	4.
1- Autonomous motivation	5.68 (1.24)	1; 7	–			
2- Controlled motivation	2.76 (0.96)	1; 5.75	.18***	–		
3- Desires	4.06 (1.14)	1; 7	-.20**	.19**	–	
4- Conflict	3.42 (1.34)	1; 7	.01	.17**	.40***	–

Note. SD: Standard-deviation; \*\*\*:  $p < .001$ ; \*\*:  $p < .01$ ; \*:  $p < .05$ . Desires and conflict were averaged at the participant level.

Regarding the estimations of the trajectories, for desires for sedentary behaviors, the log-likelihood, the BIC and the ABIC and the entropy indice indicated that the third-class model provided the better fit to the data, whereas only the AIC favored the two-class model (Table 3). The three-class solution was retained. It was characterized by a “Moderate-and-decreasing desire” trajectory (favorable profile, 20% of the sample, intercept = 3.96, 95CI [3.48; 4.45],  $p < .001$ , linear effect of time = -0.30; 95CI [-0.39; -0.21],  $p < .001$ ), a Moderate-and-stable desire” trajectory (intermediate profile, 67% of the sample, intercept = 4.26, 95CI [4.01; 4.51],  $p < .001$ , linear effect of time = -0.03; 95CI [-0.09; 0.02],  $p = .260$ ) and a “High-and-stable Desire” trajectory (unfavorable, profile, 11% of the sample, intercept = 5.75, 95CI [5.26; 6.24],  $p < .001$ , linear effect of time = -0.01; 95CI [-0.12; 0.10],  $p = .914$ ).

**Figure 1.** Classes of trajectories for desires and conflict across time in Study 1.



Regarding H1.1, relative to odds of belonging to the “Moderate-and-decreasing Desire” trajectory (favorable profile), a higher autonomous motivation at baseline predicted lower odds of belonging to the “Moderate-and-stable desire” trajectory (intermediate profile,  $b = -0.54$ ,  $95\text{CI} = [-1.04; -0.04]$ ,  $p = .033$ ,) and to the “High-and-stable desire” trajectory (unfavorable profile,  $b = -0.78$ ,  $95\text{CI} = [-1.31; -0.26]$ ,  $p = .003$ ). On the contrary, a higher controlled motivation at baseline predicted lower odds of belonging to the “High-and-stable desire” trajectory (unfavorable profile,  $b = 0.92$ ,  $95\text{CI} = [0.35; 1.49]$ ,  $p = .002$ ,), but was not associated with odds of belonging to the “Moderate-and-stable desire” trajectory (intermediate profile,  $b = -0.34$ ,  $95\text{CI} = [-0.88; 0.19]$ ,  $p = .203$ ).

For the conflicts between sedentary behaviors and physical activity, the AIC, the BIC and the ABIC indicated that the two-class model provided the better fit to the data whereas the log likelihood and the entropy favored the three-class model (Table 2). After a visual inspection of the overlap between trajectories (Figure 1), the two-class solution was retained. It was characterized by a “High-and-decreasing conflict” trajectory (73% of the sample, intercept = 4.54,  $95\text{CI} [4.26; 4.82]$ ,  $p < .001$ , linear effect of time = -0.18;  $95\text{CI} [-0.25; -0.12]$ ,  $p < .001$ ) and a “Low-and-stable conflict” trajectory (27% of the sample, intercept = 1.79,  $95\text{CI} [1.26; 2.33]$ ,  $p < .001$ , linear effect of time = 0.07;  $95\text{CI} [-0.06; 0.20]$ ,  $p = .286$ ). Regarding H1.2 neither autonomous motivation, nor controlled motivation significantly predicted odds of belonging to a specific profile ( $ps > .065$ ).

**Table 2.** Fit of models depending on the number of trajectories in Study 1.

	<b>Log likelihood</b>	<b>AIC</b>	<b>BIC</b>	<b>ABIC</b>	<b>Entropy</b>
<b>Desires for sedentary behaviors</b>					
1-class model	-1648.34	3308.67	3329.85	3310.83	1.00
2-class model	-1645.40	3310.81	3346.10	3314.40	0.44
<b>3-class model</b>	<b>-1640.02</b>	<b>3308.04</b>	<b>3357.45</b>	<b>3313.07</b>	<b>0.63</b>
4-class model	-1703.85	3443.70	3507.23	3450.17	0.44
5-class model	-1701.53	3447.05	3524.70	3454.96	0.62
<b>Conflict between desires for sedentary behaviors and the intention to be active</b>					
1-class model	-1805.31	3622.61	3643.81	3624.79	1.00
<b>2-class model</b>	<b>-1796.97</b>	<b>3613.93</b>	<b>3649.27</b>	<b>3617.57</b>	<b>0.64</b>
3-class model	-1794.09	3616.18	3665.65	3621.27	0.68
4-class model	-1793.43	3622.86	3686.46	3629.40	0.55
5-class model	-1793.27	3630.54	3708.27	3638.53	0.57

*Note.* AIC: Akaike Information Criterion; BIC: Bayesian Information Criterion; ABIC: adjusted BIC.

## **Discussion**

Using a seven-wave design, our results showed that reporting a higher autonomous and a lower controlled motivation towards physical activity was associated with higher odds of belonging to a “moderate-and-decreasing” desires trajectory (i.e., the most favorable profile). However, neither autonomous motivation nor controlled motivation was significantly associated with the trajectories of the conflicts between physical activity and sedentary behaviors. These findings extend research examining other domains of self-control (e.g., academic goals, healthy eating, Milyavskaya et al., 2015; Werner et al., 2016) and support the fact that pursuing goals for self-determined reasons may protect individuals from experiencing desires for temptations that conflict with their long-term goal.

Some researchers have claimed that autonomous motivation, rather than controlled motivation, would predict fewer desires because such motives could favor a more automatic mode of behavioral regulation (Werner & Milyavskaya, 2018b). This explanation would perfectly fit the context of the COVID-19 during which the Study 1 was conducted. Specifically, after this massive context change triggered the disruption of one’s previous behaviors (e.g., switching from competitive sports to at-home fitness classes), autonomous motivation may have helped individuals to quickly (re-)build an automatic mode of behavioral regulation (Maltagliati et al., 2021). This automatic mode of regulation may, in turn, had reduced desires for, yet ubiquitous, temptations (Galla & Duckworth, 2015). Whether automaticity mediates the association of autonomous and controlled motivation with desires and conflict remains to be empirically demonstrated – a gap that Study 2 aimed to fill.

### **Study 2**

The aim of Study 2 was to replicate the findings of Study 1 (i.e., the associations of autonomous and controlled motivation with desires for sedentary behaviors) and to extend them by testing whether automaticity mediates these relationships. Using a transversal design, we predicted that autonomous and controlled motivation would be respectively with weaker and stronger desires for sedentary behaviors (H2.1). In addition, we expected that automaticity to mediate the association between motivation and desires for sedentary behaviors (H2.2). In contrast to Study 1 in which only the strength of desires for sedentary behaviors was measured, in Study 2, the frequency of desires for sedentary behaviors was also collected – as this variable has been associated with conflicts in previous research (Hofmann et al., 2013).

## **Materials and methods**

### ***Procedure***

We used data from three independent studies, whose common goal was to assess self-control mechanisms using computerized tasks among French students. In the three studies, participants first answered an online questionnaire (assessing the variables retained in this study) and then completed an online computerized reaction time task measuring choices in a mouse-tracking task or automatic approach-avoidance tendencies towards physical activity. The same inclusion criteria as in Study 1 were retained, resulting in a total sample of 289 students (56% of women,  $21 \pm 3$  years).

### ***Measures***

Measures were the same as in Study 1 ( $\alpha = .82$  for autonomous motivation and  $\alpha = .68$  for controlled motivation). Automaticity was assessed using a four-item scale (Gardner et al., 2012). After the stem “In general, the decision to engage in physical activity is something...”, participants were asked to indicate the extent to which they agreed with four statements (e.g., “that I do automatically”,  $\alpha = .90$ ). Answers were reported on a Likert scale ranging from 1 (Strongly disagree) to 7 (Strongly agree). Based on previous research (Hofmann et al., 2013), a measure capturing the frequency of desires for sedentary behaviors was added using the following item: “With which frequency do you experience desires for sedentary behaviors?” and was scored on a scale ranging from “Very rarely” (1) to “Very often” (7).

### ***Statistical analysis***

Descriptive statistics and Pearson bivariate correlations were first computed to test H2.1 and H2.2. To test the mediating effect of automaticity on the association of autonomous and controlled motivation with desires and conflict, structural equation models were computed. After creating a baseline model in which latent variables were specified using the different items, hypothesized paths were entered between latent variables. The goodness of the model fit was estimated based on the comparative fit index (CFI), the Tucker-Lewis Index (TLI), the root mean square errors of approximation (RMSEA) and the Standardized Root Mean Square Residual, with a CFI, TLI  $> .90$ , RMSEA and SRMR  $< .08$  being indicative of an acceptable fit (Brown, 2006).

To formally test the mediating role of automaticity on the association between motivation and self-control measures, we adopted the component approach (Yzerbyt et al., 2018). According to this approach, a significant indirect effect is supported when the two paths of the indirect effect (i.e., from the independent variable to the mediating variable [a path] and

from the mediating variable to the dependent variable [b path]) are significant ( $p < .05$ ). In comparison with bootstrapped approaches (e.g., single test of a mediational index), this approach is expected to reduce risks of Type 1 errors, while preserving statistical power (Yzerbyt et al., 2018). Autonomous motivation and controlled motivation were entered in distinct models. All variables were first standardized and the structural equation model was specified using the *lavaan* package in R (Rosseel et al., 2012).

### Results

Regarding bivariate correlations (H2.1 and H2.2, Table 3), autonomous motivation was negatively correlated with the strength ( $r = -.24$ ,  $t(287) = -4.26$ ,  $p < .001$ ) and frequency ( $r = -.25$ ,  $t(287) = -4.37$ ,  $p < .001$ ) of desires for sedentary behaviors and positively with the automaticity towards physical activity ( $r = .36$ ,  $t(287) = 6.64$ ,  $p < .001$ , Table 4). Autonomous motivation was also associated with the conflict between sedentary behaviors and physical activity ( $r = -.13$ ,  $t(287) = -2.23$ ,  $p = .026$ ). Controlled motivation was positively associated with the strength of desires ( $r = .12$ ,  $t(287) = 1.09$ ,  $p = .049$ ) and with conflict ( $r = .12$ ,  $t(287) = 2.07$ ,  $p = .040$ ), but not with the frequency of desires or with automaticity.

**Table 3.** Descriptive statistics and Pearson correlations between variables of Study 2.

Variables	Mean (SD)	Range	1.	2.	3.	4.	5.	6.
1. Autonomous motivation	6.02 (1.09)	1-7	–					
2. Controlled motivation	2.81 (1.19)	1-6	.01	–				
3. Automaticity	4.57 (1.62)		.36***	.03	–			
4. Strength of desires	4.30 (1.44)	1-7	-.24***	.12*	-.23***	–		
5. Frequency of desires	4.63 (1.47)	1-7	-.25***	.10	-.26***	.71***	–	
6. Conflict	3.89 (1.89)	1-6	-.13*	.12*	-.18**	.35***	.27***	–

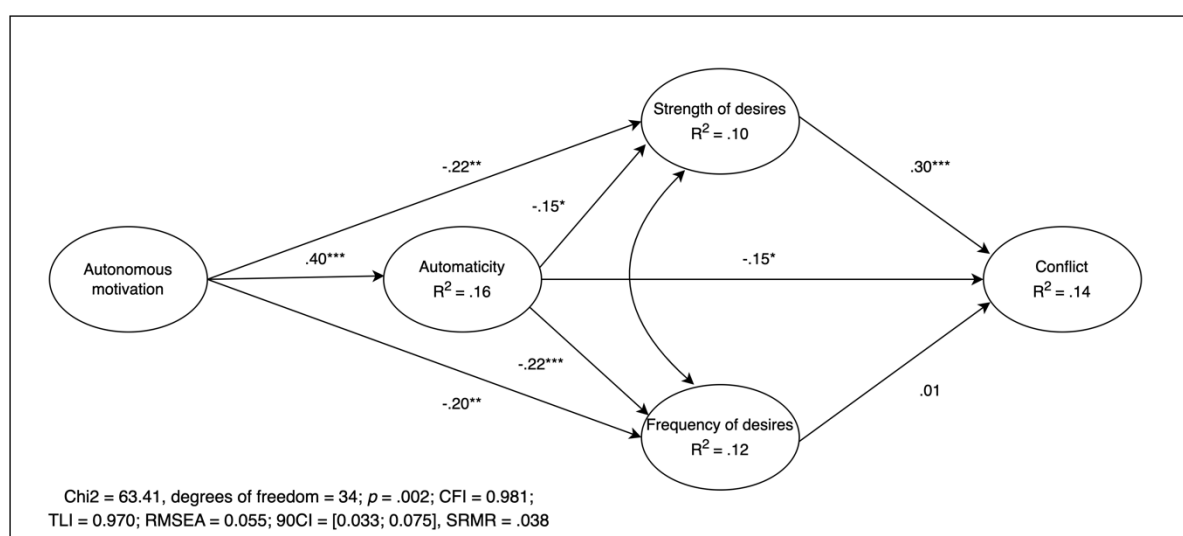
Note. SD: Standard-deviation; \*\*\*:  $p < .001$ ; \*:  $p < .05$ .

The structural equation model including autonomous motivation demonstrated excellent fit to the data ( $\chi^2 = 63.41$ , degrees of freedom = 34;  $p = .002$ ; CFI = 0.981; TLI = 0.970; RMSEA = 0.055; 90CI = [0.033; 0.075], SRMR = .038, Figure 2). Regarding H2.2, autonomous motivation was positively associated with automaticity ( $a$  path,  $\beta = .40$ , 95CI = [.29; .50],  $p < .001$ ), which was in turn negatively related to both the strength ( $b_1$  path,  $\beta = -.15$ , 95CI = [-.27; -.03],  $p = .020$ ) and the frequency ( $b_2$  path,  $\beta = -.22$ , 95CI = [-.34; -.09],  $p = .001$ ) of desires for sedentary behaviors. Autonomous motivation remained significantly associated with the strength ( $c_1$  path,  $\beta = -.22$ , 95CI = [-.35; -.10],  $p = .002$ ) and with the frequency ( $c_2$  path,  $\beta = -.20$ , 95CI = [-.32; -.07],  $p = .004$ ) of desires, when controlling for automaticity. In sum, these results suggested that the association between autonomous motivation and desires for sedentary



behaviors was partially mediated by automaticity ( $c_1$  path, total effect,  $\beta = -.28$ , 95CI =  $[-.39; -.17]$ ,  $p < .001$ , 24% of percentage mediated for the strength of desires;  $c_2$  path, total effect,  $\beta = -.28$ , 95CI =  $[-.39; -.17]$ ,  $p < .001$ , 31% of percentage mediated for the frequency of desires). In turn, the strength of desires ( $\beta = .30$ , 95CI =  $[.15; .45]$ ,  $p < .001$ ), but not their frequency ( $\beta = .01$ , 95CI =  $[-.15; .16]$ ,  $p = .905$ ), was associated with the conflict between sedentary behaviors and physical activity. Moreover, automaticity remained significantly associated with conflict, when controlling for desires ( $\beta = -.15$ , 95CI =  $[-.27; -.04]$ ,  $p = .010$ ).

**Figure 2.** Structural equation model from Study 2, with autonomous motivation.



*Note.* To improve the clarity of the figures, item loadings are not represented. Standardized beta coefficients are represented. \*\*\*:  $p < .001$ ; \*\*:  $p < .01$ ; \*:  $p < .05$ .

The structural equation model including controlled motivation demonstrated poor fit to the data, based on three out of four indicators ( $\chi^2 = 141.58$ , degrees of freedom = 34;  $p < .001$ ; CFI = 0.922; TLI = 0.885; RMSEA = 0.099; 90% CI =  $[0.082; 0.116]$ , SRMR = .078). In this model and consistent with bivariate correlations, controlled motivation was neither significantly associated with automaticity, nor with the frequency of desires for sedentary behaviors ( $p > .05$ ). We did not conduct further analyses and concluded that controlled motivation did not significantly relate to self-control measures through automaticity.

## Discussion

As predicted, a higher autonomous motivation (but not controlled motivation) was negatively associated with the strength and frequency of desires for sedentary behaviors. In searching for the variables underlying these associations, we found, for the first time, that automaticity partially mediated the relationship between autonomous motivation and desires

for sedentary behaviors. Although the cross-sectional nature should temper the conclusions that can be drawn from this study, our findings conciliate previous evidence showing, on the one hand, that autonomous motivation favors the development of automaticity (Gardner & Lally, 2013; Maltagliati et al., 2021; Radel et al., 2017), and, on the other hand, that individuals can rely on an automatic behavioral mode of regulation to downregulate their desires for potentially tempting alternatives (Galla & Duckworth, 2015). In sum, these two previous studies provide support to the idea that autonomous motivation relates to the experiences that accompany the pursuit of long-term goals: it promotes a more automatic mode of behavioral regulation, which may, in turn, reduce desires for conflicting alternatives.

At this stage, one might wonder how autonomously motivated individuals, despite being surrounded by temptations, may still rely on an automatic mode of behavioral regulation. Could it be possible that, far from “simply” suppressing the presence of temptations around them, they could strategically use them to achieve their long-term goal? As theoretically argued, but rarely empirically tested (Werner & Milyavskaya, 2018b), we propose that a high autonomous motivation favors the development of automatic self-control that, in turn, facilitates the success in the long-term goal. To support this hypothesis, the following three studies examined whether autonomous motivation is associated with automatic self-control – here indexed by automatic approach-avoidance tendencies towards physical activity, in the presence of sedentary (vs. neutral) stimuli.

### **Study 3**

In Study 3, we examined the cross-sectional association of autonomous and controlled motivation with automatic approach-avoidance tendencies towards a long-term goal (i.e., physical activity), in the presence of (sedentary) temptation) vs of neutral stimuli. The present study corresponds to a secondary analysis of the original data of Maltagliati et al. (2023). We predicted that automatic approach-avoidance tendencies towards physical activity would be reinforced by the presence of sedentary (vs. neutral) stimuli, only when individuals reported a high (vs. low) autonomous motivation (H3.1) or a low (vs. high) controlled motivation (H3.2) towards physical activity.

#### **Materials and methods**

##### ***Procedure***

Participants were students recruited from diverse local French universities. In total, 206 participants completed the study and 192 participants (29% of women, mean age of  $22 \pm 3$  years) met inclusion criteria (i.e., to be free of self-reported physical impairment that made physical activity impossible when completing the study, to report a minimal intention to be

physically active (score  $\geq 2$  on a 10-point Likert scale), to report a good vision with or without correction, to report an error rate  $< 30\%$  in the reaction-time task). No course credit or financial compensation were offered in exchange for participation.

Participants first completed a questionnaire assessing, among other variables, their autonomous and controlled motivation towards physical activity. Items were the same as in Studies 1 and 2. After completing the questionnaire, participants were invited to complete a conflictual manikin task (see Maltagliati et al., 2023 for more details). Across two blocks in a counterbalanced order, participants were asked to virtually approach or to avoid physical activity stimuli (i.e., words, such as “running” or “sport”), as fast and accurately as possible, by moving a manikin on screen towards or away from these stimuli using two keys of their keyboard. Concurrent to the presence of physical activity stimuli, in half of the trials, participants were exposed to sedentary stimuli (i.e., words, such as “sofa” or “television”) – labelled as “conflictual trials”. In the other of trials, neutral stimuli were displayed on screen (i.e., words, such as “neutral” or “classical”) – labelled as “non-conflictual trials”. Each block was composed of 128 trials in total, for an average duration of six minutes. Participants’ reaction times were recorded for each trial.

Before analyzing data, incorrect responses (4.89%), as well as responses below 150 ms (0.32%) and above 1,500 ms (1.58%) were excluded, as recommended by Krieglmeier & Deutsch (2010). Reliability was estimated using the split-half method (Zenko & Ekkekakis, 2019) and was good in this study ( $r > .88$ ).

### ***Statistical analysis***

Linear mixed effects models were used to analyze reaction times. In contrast with traditional approaches (e.g., ANOVA), these models allow a correct estimation of parameters with multiple cross-random effects (i.e., participants are crossed with stimuli), decreases the risk of type-I error (Boisgontier & Cheval, 2016), and keeps the variability of the responses within each condition by avoiding to average observations over participants (Judd et al., 2012, 2017).

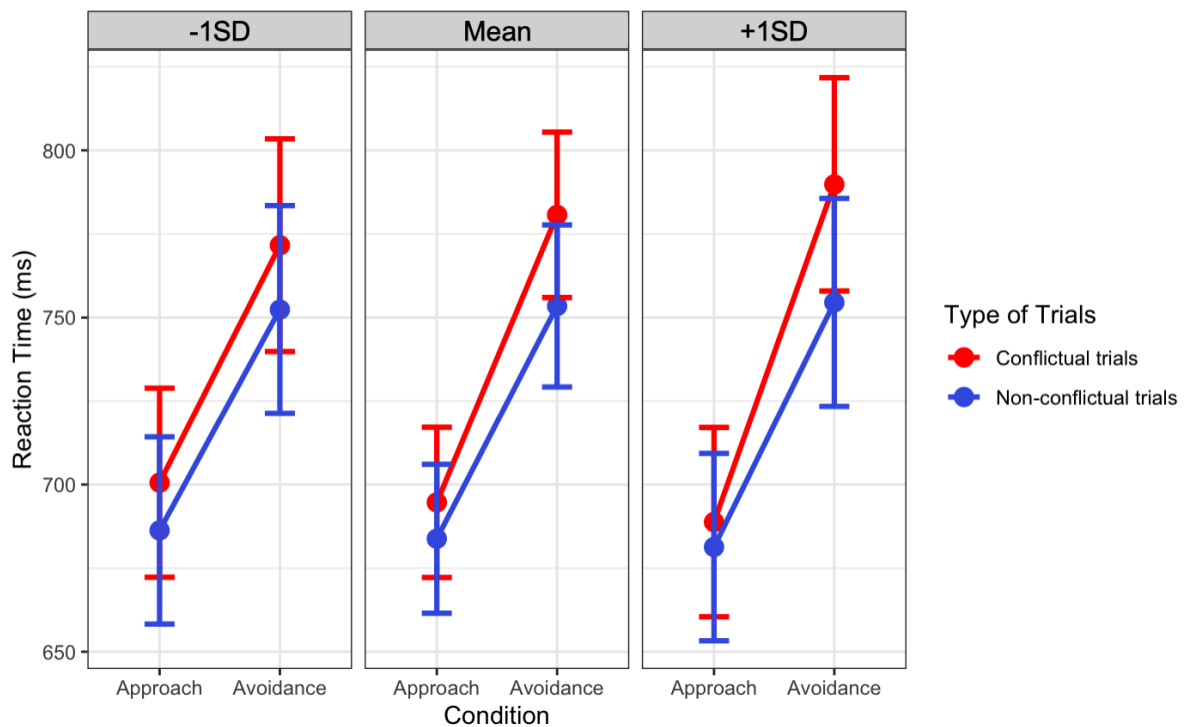
To test our first hypothesis (H3.1), a model was computed by specifying the condition (i.e., approach vs avoidance), the type of trials (i.e., conflictual vs non-conflictual), participants’ autonomous motivation (continuous variable), and their interaction as fixed effects. To test our second hypothesis (H3.2), the same model was computed, but we entered controlled motivation instead of autonomous motivation and its interaction with the condition and the type of trials as fixed effects. Simple slopes were computed to decompose the potential interactions between fixed effects. In both models, participants and stimuli (i.e., stimuli depicting physical activity

and stimuli depicting sedentary behaviors or neutral stimuli) were specified as random factors. Moreover, condition, the type of trials, and their interaction were included as random factors for the participants.

### Results

For autonomous motivation, we observed a significant three-way condition  $\times$  type of trials  $\times$  participants' autonomous motivation interaction ( $b = -8.19$ ,  $95\text{CI} = [-14.40; -2.90]$ ,  $t(358) = -2.90$ ,  $p = .004$ ). As hypothesized (H3.1, Figure 3), when participants' autonomous motivation was high (+1 standard-deviation), they were overall faster to approach than to avoid physical activity stimuli and this difference was more pronounced in the presence of sedentary stimuli ( $b = 76.98$ ,  $95\text{CI} = [68.06; 85.90]$ ,  $p < .001$ ), than of neutral stimuli ( $b = 50.09$ ,  $95\text{CI} = [41.37; 58.81]$ ,  $p < .001$ ). When participants' autonomous motivation was low (-1 standard-deviation), participants were also overall faster to approach than to avoid physical activity stimuli, but this difference was not accentuated in the presence of sedentary stimuli ( $b = 37.61$ ,  $95\text{CI} = [28.70; 46.53]$ ,  $p < .001$ ) vs of neutral stimuli ( $b = 35.40$ ,  $95\text{CI} = [26.70; 44.10]$ ,  $p < .001$ ).

**Figure 3.** Estimated mean reaction times towards physical activity stimuli across conditions and types of trial, depending on participants' autonomous motivation.



Note. SD: standard-deviation, ms: milliseconds.

Contrary to our hypothesis (H3.2), for controlled motivation, the three-way condition  $\times$  type of trials  $\times$  participants' controlled motivation interaction was not significant ( $p = .806$ ).

## **Discussion**

This cross-sectional study provides evidence that autonomous motivation, but not controlled motivation, is related to automatic self-control. Specifically, we observed that the presence of sedentary temptations reinforced automatic approach-avoidance tendencies towards physical activity, but only when autonomous motivation was high. While these findings are consistent with theoretical suggestions (Werner et Milyavskaya, 2018b), it is the first time that such association is demonstrated using a reaction-time task specifically developed to tap automatic self-control mechanisms (Maltagliati et al., 2023).

However, the cross-sectional nature of this study makes it impossible determine whether autonomous motivation and automatic self-control simply covary or whether motivation actually influences the self-control processes. It is also possible to consider a reciprocal relationship, namely that the use of such automatic self-control mechanisms to complete one's long-term goal and resist temptations may also favor autonomous forms of motivation (Milyavskaya et al., 2015). To provide stronger evidence on the potential effects of autonomous and controlled motivation on automatic self-control, an experimental manipulation of self-determined motivation was needed. We filled this gap using two priming procedures: a supraliminal priming procedure that tested the effects of autonomous (vs. controlled motivation) on automatic self-control at the between-person level (Study 4) and a subliminal priming procedure testing the effects of autonomous (vs. controlled motivation) on automatic self-control at the within-person level (Study 5).

### **Study 4**

In Study 4, autonomous and controlled motivation were experimentally manipulated using a scrambled sentence task and a between-subject design (Levesque & Pelletier, 2003). Using the same reaction-time task as in Study 3 in order to assess automatic self-control, we expected that the presence of sedentary temptations would reinforce automatic approach (vs. avoidance) tendencies towards physical activity, only in participants who were primed with autonomous (vs. controlled motivation, H4). Preregistration for analyses is available at <https://osf.io/sfmr8/>.

## **Materials and methods**

### **Procedure**

Participants were recruited from a Canadian University's research participation pool in exchange for partial course credits. Participants were screened on the platform to ensure that

they all reported sufficient knowledge on French. All participants followed the procedure online and were asked to complete the study on a computer, in a quiet environment.

Participants first completed an online computerized French version of the scrambled sentence task (Levesque & Pelletier, 2003). They were pseudo-randomized to either the “autonomous motivation” condition or the “controlled motivation” condition. In this task, they were asked to form grammatically correct four-word sentences using five words that were displayed on screen in a scrambled order. Two solutions were possible for each sentence: a solution that included a motivation-related prime and a solution that included a neutral prime. For the “autonomous motivation” condition, motivation-related primes related to autonomy, pleasure, or intrinsic motives (e.g., “delighted”, “challenge”, “mastery”) were incorporated in 12 of the 15 items (80% of them, see [Table S2](#) for a full description of the sentences). An example of a sentence for the “autonomous motivation” condition was: “souvent est elle ravie neutre” (i.e., often is she delighted neutral”), with the two potential being solutions (“She is often delighted”/“She is often neutral”). For the “controlled motivation” condition, primes were related to control, boredom, or extrinsic motives (e.g., “frustrated”, “bored”, “fail”) were incorporated in 12 of the 15 sentences ([Table S2](#)). An example of a sentence for the “controlled motivation” motivation condition was: “tout lu il a échoué” (i.e., everything read has he failed”), with two potential solutions (“He has failed everything”/“He has read everything”). The words composing the sentences were identical across the two experimental conditions, except for the motivation-related primes. Participants in the “autonomous motivation” condition formed a correct sentence in 71% of trials, and used the “autonomous motivation” prime in 49% of trials in which such primes were available. Participants in the “controlled motivation” condition formed a correct sentence in 74% of trials, and used the “controlled motivation” prime in 33% of trials in which such primes were available.

Immediately after the scrambled sentence task, participants were invited to complete the same conflictual manikin task as in Study 3. As previously described, incorrect responses (6.94%), as well as responses below 150 ms (0.42%) and above 1,500 ms (1.09%) were excluded from analyses. Reliability was good across conditions and types of trials ( $r > .89$ ).

Finally, participants completed a questionnaire in which they were asked to report, among other variables, their intention to be physically active, their self-reported physical activity level using the international physical activity questionnaire (Craig et al., 2003), their autonomous and controlled motivation towards physical activity (see preregistered additional analyses in supplementary material). Following the completion of the study, participants received a written debriefing, were thanked and received course credit as compensation.

In total, 444 participants entered the study and signed the consent form. Of those, 346 participants fully completed the study and met preregistered inclusion criteria (i.e., to be free of self-reported physical impairment that made physical activity impossible when completing the study, to report a minimal intention to be physically active [score  $\geq 2$  on a 10-point Likert scale], to report a sufficient knowledge in French; to report a good vision with or without correction, to report an error rate  $< 30\%$  in the reaction-time task, to report an error rate  $< 50\%$  in the scrambled sentence task). The analyzed sample ( $N = 346$ , with 180 participants in the autonomous motivation condition and 166 participants in the controlled motivation condition) was composed of 240 women (69%) and 106 men (31%), with a mean age of  $20 \pm 3$  years. More participants were recruited than it was preregistered, however, results were unchanged when restraining the planned sample entering the study (i.e., to the first 250 participants completing the study).

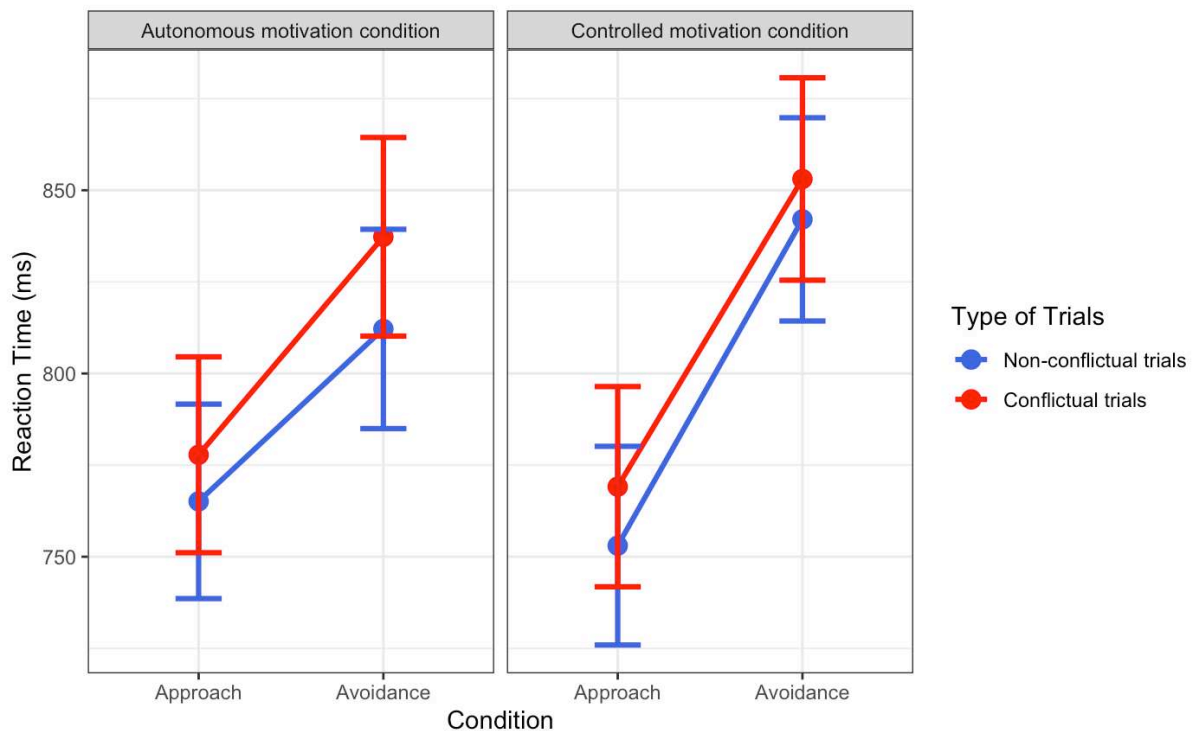
### **Statistical analysis**

We adopted the same modeling strategy as in Study 3: reaction times in the conflictual manikin task were analysed in linear mixed effect models. To test our hypothesis, the condition (i.e., approach vs avoidance), the type of trials (i.e., conflictual vs non-conflictual), the experimental condition (“autonomous motivation” vs “controlled motivation”), and their interaction were entered as fixed effects. The same random structure as in Study 3 was specified. In preregistered sensitivity analyses, autonomous and controlled motivation towards physical activity were separately entered as control variables.

### **Results**

We observed a significant three-way condition  $\times$  type of trials  $\times$  experimental conditions interaction ( $b = -17.51$ ,  $95\text{CI} = [-29.69; -5.33]$ ,  $t(814) = -2.12$ ,  $p = .005$ ). As hypothesized (H4, Figure 4), this interaction shows that, when participants were primed with autonomous motivation, they were overall faster to approach than to avoid physical activity stimuli and, crucially, that this difference was more pronounced in the presence of sedentary temptations ( $b = 58.69$ ,  $95\text{CI} = [43.89; 73.45]$ ,  $p < .001$ ) than of neutral stimuli ( $b = 45.90$ ,  $95\text{CI} = [31.42; 60.38]$ ,  $p < .001$ ). Further analyses showed that this difference in reaction times between trials with sedentary stimuli versus neutral stimuli conflictual could be mainly attributed to avoidance trials: participants were not faster to approach physical activity in the presence of sedentary stimuli vs neutral stimuli ( $b = -12.54$ ,  $95\text{CI} = [-27.22; 2.14]$ ,  $p = .097$ ), but they were slower to avoid physical activity in the presence of sedentary stimuli vs neutral stimuli ( $b = -25.32$ ,  $95\text{CI} = [-40.29; -10.35]$ ,  $p < .001$ ).

**Figure 4.** Estimated mean reaction times across conditions and types of trial towards physical activity stimuli, depending on experimental condition (Study 4).



Note. SD: standard-deviation, ms: milliseconds.

When participants were primed with controlled motivation, they were also faster to approach (vs. to avoid) physical activity. However, reaction times to approach and avoid physical activity were not different in the presence of sedentary temptations ( $b = 83.17$ ,  $95\text{CI} = [67.74; 98.60]$ ,  $p < .001$ ) and of neutral stimuli ( $b = 87.89$ ,  $95\text{CI} = [72.80; 102.98]$ ,  $p < .001$ ). Results remain unchanged when autonomous and controlled motivation towards physical were entered as control variables in the model.

### Discussion

To the best of our knowledge, Study 4 provides the first evidence for a potential causal effect of autonomous (vs. controlled) motivation on automatic self-control as indexed by automatic approach-avoidance tendencies towards physical activity. Only participants who were supraliminally primed towards autonomous (vs. controlled) forms of motivation manifested automatic self-control: among them, the presence of sedentary temptations was associated with slower reaction times to avoid physical activity.



## Study 5

In Study 5, autonomous and controlled motivation were experimentally manipulated using a subliminal foveal priming procedure and a within-subject design (Aarts et al., 2008). In contrast to Study 4, the use of a subliminal priming procedure at the within-person level allowed us to go a step further in testing the automatic nature of these mechanisms, as well as in capturing their within-person variations. Again, we expected that the presence of sedentary temptations would reinforce automatic approach (vs. avoidance) tendencies towards physical activity, only after participants had been primed towards autonomous motivation (vs. controlled motivation, H5). Preregistration for analyses is available at <https://osf.io/sfmr8/>.

### Materials and methods

#### *Procedure*

French-speaking participants were recruited from a Swiss University's research participation pool in exchange for partial course credits. All participants followed the procedure online and were asked to complete the study on a computer, in a quiet environment.

Participants first answered a questionnaire in which the same set of variables as in Study 3 and 4 was measured (i.e., notably, their intention to be physically active, their self-reported physical activity level using the international physical activity questionnaire (Craig et al., 2003), their autonomous and controlled motivation towards physical activity (see preregistered additional analyses in supplementary material). Then, they completed a primed conflictual manikin task, which was inspired by previous work about subliminal priming (Aarts et al., 2008). The task was the same as in Study 3, with the critical exception that a prime was briefly displayed in the middle of the screen (i.e., 35 milliseconds) before participants had to approach or to avoid physical activity, in the presence of sedentary or neutral stimuli. A mask (#####) appeared for a fixed duration of 35 milliseconds before and after the prime. Primes were either referring to autonomous motivation (i.e., interesting; fulfilled; autonomous; choosing; having fun; freedom; challenge; pleasure) or to controlled motivation (i.e., imposed; upset; constrained; forcing; boredom; obligation; pressure; regret) and were selected by two experts in the field of self-determination theory. Incorrect responses (5.67%), as well as responses below 150 ms (0.29%) and above 1,500 ms (2.01%). Reliability was good across conditions and types of trials ( $r > .86$ ). Following the completion of the study, participants received a written debriefing, were thanked and received course credit as compensation.

In total, 210 participants fully completed the study and 193 participants met preregistered inclusion criteria (i.e., to be free of self-reported physical impairment that made physical activity impossible when completing the study, to report a minimal intention to be

physically active [score  $\geq 2$  on a 10-point Likert scale], to report a sufficient knowledge in French; to report a good vision with or without correction, to report an error rate  $< 30\%$  in the reaction-time task, and to report that their data could be used for research purposes). The final sample was predominantly composed of women (70%), with a mean age of  $20 \pm 2$  years.

### ***Statistical analysis***

Linear mixed effect models were computed to analyse reaction times in the primed conflictual manikin task. To test our hypothesis, the condition (i.e., approach vs avoidance), the type of trials (i.e., conflictual vs non-conflictual), the type of primes (“autonomous motivation condition” vs “controlled motivation” primes), and their interaction were entered as fixed effects. The same random structure as in Study 3 was specified, with the addition of the type of primes and their interaction with condition the type of trials at the participant level.

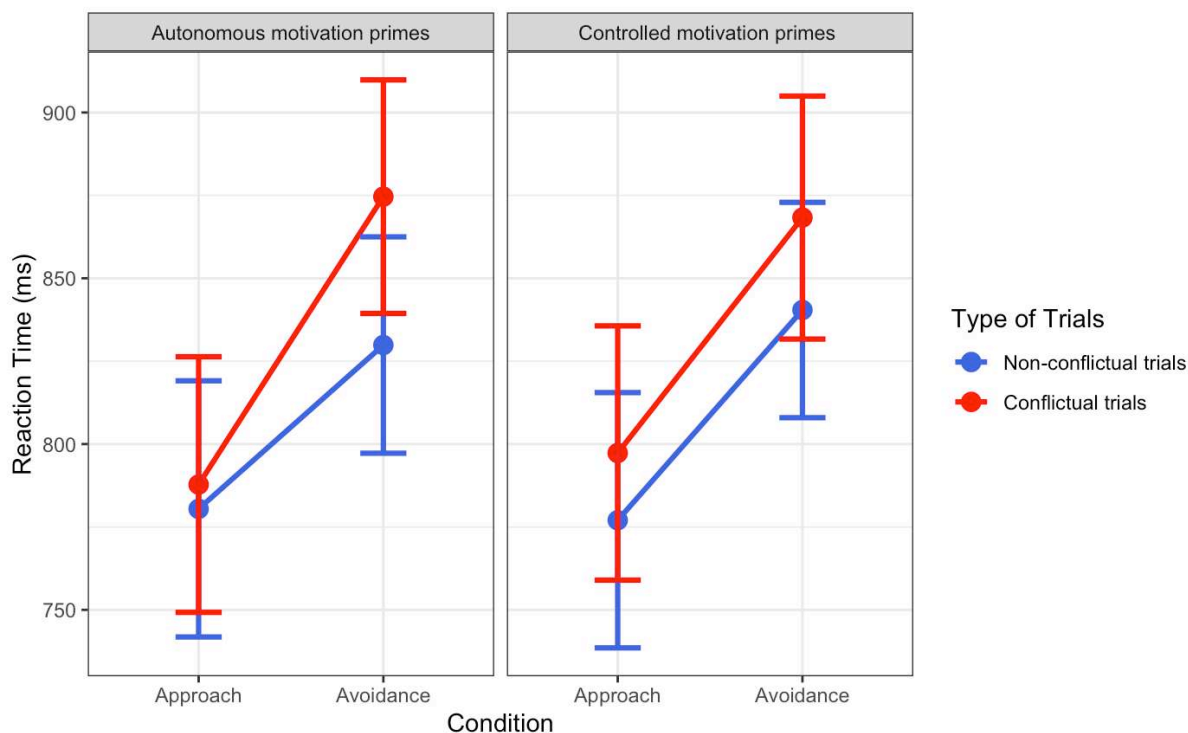
## **Results**

### ***Main analyses***

We observed a significant three-way condition  $\times$  type of trials  $\times$  primes interaction ( $b = -29.45$ , 95CI = [-51.56; -7.34],  $t(21170) = -2.61$ ,  $p = .009$ ). As hypothesized (H5, Figure 5), after being primed with autonomous motivation, participants were overall faster to approach than to avoid physical activity stimuli, and, crucially this difference was more pronounced in the presence of sedentary temptations ( $b = 86.52$ , 95CI = [53.45; 119.59],  $p < .001$ ) than of neutral stimuli ( $b = 49.45$ , 95CI = [17.23; 81.67],  $p < .001$ ). Further analyses showed that this difference between conflictual and non-conflictual trials could be attributed to avoidance trials: participants were not faster to approach physical activity in the presence of sedentary stimuli vs neutral stimuli ( $b = -7.64$ , 95CI = [-24.58; 9.23],  $p = .374$ ), but they were slower to avoid physical activity in the presence of sedentary stimuli vs neutral stimuli ( $b = -44.75$ , 95CI = [-62.09; -27.40],  $p < .001$ ).

After being primed with controlled motivation, participants were also faster to approach than to avoid physical activity, but this difference was not reinforced in the presence of sedentary temptations ( $b = 71.06$ , 95CI = [38.18; 103.30],  $p < .001$ ) versus of neutral stimuli ( $b = 66.58$ , 95CI = [32.52; 94.70],  $p < .001$ ). Results remain unchanged when autonomous and controlled motivation towards physical were entered as control variables in the model.

**Figure 5.** Estimated mean reaction times across conditions and types of trial towards physical activity stimuli, depending on primes (Study 5).



*Note.* SD: standard-deviation, ms: milliseconds.

### Discussion

The results of Study 5 suggest that subliminally priming autonomous (vs. controlled) motivation favors automatic self-control: the presence of sedentary temptations accentuated the difference between automatic approach and avoidance tendencies towards physical activity only after participants had been primed with autonomous (vs. controlled motivation). Specifically, after priming with autonomous motivation, participants were slower to avoid physical activity in the presence of sedentary temptations. These findings not only extend our previous observation that a priming procedure was effective at altering self-control mechanisms at an automatic level, but they also suggest that this automatic self-control is likely to fluctuate at the within-person level, depending on the motivation that is currently activated in each individual.

### General discussion

#### Main findings

Why do, despite living in the same environment, some individuals seem to achieve their long-term goals effortlessly, without experiencing desires for tempting alternatives? Our two first studies provide support for the idea that when individuals pursue their long-term goal for autonomous reasons (i.e., engaging in physical activity for its pleasure or its importance), they

experience weaker (Study 1) and fewer desires (Study 2) towards sedentary temptations in part because they have developed an automatic mode of behavioral regulation (Study 2). Moreover, focusing on potential underlying automatic self-control processes, the last three studies showed that measured (Study 3) or experimentally manipulated (using supraliminal or subliminal priming procedures in Studies 4 and 5, respectively) autonomous motivation favors the enactment of automatic self-control mechanisms. The presence of sedentary temptations accentuated the difference between automatic approach and avoidance tendencies towards physical activity – by increasing reaction times to avoid physical activity-related stimuli – only when autonomous motivation was high (Study 3) or experimentally activated (Studies 4 and 5). The implications of these findings for research on self-control and on self-determined motivation are discussed.

### **Autonomous motivation reduces the occurrence of desires through automaticity**

Our findings build on recent research suggesting that, contrary to initial conceptualizations, experiencing fewer desires for tempting alternatives is a core feature of self-control mechanisms. That is, consistent with previous work about eating or academic goals (Leduc-Cummings et al., 2017, 2022; Milyavskaya et al., 2015), autonomous motivation towards physical activity was negatively associated with desires for sedentary behaviors (Studies 1 and 2). Using a longitudinal design in the context of the COVID-19 lockdown in France (Study 1), we revealed that the strength of these desires was moderate and decreasing (vs. high and stable) across the seven waves of measurement when individuals reported a high autonomous motivation towards physical activity. One possible explanation was that individuals with a high autonomous motivation were quickly able to rely again upon an automatic mode of behavioral regulation to downregulate desires that conflicted with their long-term goal – the pursuit of which was, however, disrupted by massive contextual changes (e.g., switching from running in the park around the workplace to running around home). Automaticity emerged as a potential mediator of relationship between autonomous motivation and desires.

Results from Study 2 provided support for this unexplored hypothesis: automaticity mediated the negative association of autonomous motivation with both the strength and the frequency of desires that conflict with the long-term goal. This result align with previous evidence showing the one hand that autonomous motivation promotes automaticity (Gardner & Lally, 2013a; Radel et al., 2017), and that automaticity, in turn, reduces the experiences of desires for tempting alternatives (Galla & Duckworth, 2015). For example, with regard to the automaticity-desires link, in the food domain, it has been shown that developing an automatic

mode of behavioral regulation during a learning experimental phase helps to avoid indulging in temptations (e.g., M&Ms), in favor of goal-directed behaviors (e.g., choosing carrots ; Lin et al., 2016). Taken together, the relationship of autonomous motivation with less desires through automaticity supports to idea that when long-term goals fit with one's interests (Sheldon & Elliot, 1999), the associated behaviors have an inherent value that shield against temptations and can be enacted effortlessly when prompting cues are encountered.

In contrast, controlled motivation was inconsistently associated with desires for tempting alternatives (Studies 1 and 2). Collectively, these findings add to the inconsistency that characterizes the literature examining the role of controlled motivation in goal pursuit (Werner & Milyavskaya, 2018b). Theoretically, controlled motivation should nonetheless lead to greater conflict: individuals may feel strong desires for tempting alternatives, while experiencing external (e.g., being forced to exercise by a doctor) or internal pressures (e.g., feeling ashamed not exercising enough) to achieve their long-term goal. At least two methodological explanations could explain why we did not find this (potential) pattern. First, the samples were mostly composed of individuals reporting low levels of controlled motivation – thereby leaving too little inter-individual variance to correlate with measures of self-control (e.g., desires). Second, self-desirability biases may partly explain why, even when reporting a high level of controlled motivation, individuals may be reluctant to report the desires that conflict with their long-term goal. More research is needed to identify the conditions under which controlled motivation may impede (or favor) goal pursuit through its potential effect on self-control mechanisms.

### **Autonomous motivation favors automatic self-control**

Inspired by previous findings (Cheval et al., 2017; Fishbach et al., 2003; Fishbach & Shah, 2006), another contribution of this study was to propose that automatic self-control mechanisms may underlie the beneficial effects of autonomous motivation on the development of this more automatic mode of behavioral regulation. We provide robust evidence that autonomous motivation is paired with the enactment of automatic self-control (Studies 3, 4 and 5). Having shown that autonomous (but not controlled) motivation was transversely associated with automatic self-control (Study 3), we observed that only individuals who were supraliminally (Study 4) and subliminally (Study 5) primed with autonomous (vs. controlled) motivation showed a reinforcement of their automatic approach-avoidance tendencies towards their long-term goal in the presence of temptations. While these findings are consistent with previous work (Milyavskaya et al., 2015), they are the first to provide causal support for the effects of autonomous motivation on a specific measure of self-control mechanisms. In contrast

to existing research that provides a transversal assessment of motivation and automatic self-control processes (as measured using an Implicit Association Test or an Affect Misattribution Procedure; Milyavskaya et al., 2015), autonomous and controlled motivation were experimentally manipulated using priming procedures, prior to capturing self-control mechanisms.

Interestingly, across studies, the effect of autonomous motivation on automatic self-control could be attributed mainly to avoidance (vs. approach) trials. Namely, autonomous motivation was associated with slower reaction times to avoid physical activity in the presence of sedentary temptations, rather than to faster reaction times to approach this long-term goal. Consistent with the call to disentangle between approach and avoidance mechanisms in self-control (Sklar & Fujita, 2020), the presence of temptations may not allow some individuals to actively engage in their long-term goal, but could at least allow to shield it (e.g., “Seeing this sofa does not push me to run, but it reminds me not to give up on my physical activity goal; Shah et al., 2002). This assumption correspond with previous evidence showing that individuals can shield their long-term goal when they feel autonomously supported (e.g., having a choice ; Falk et al., 2022). Even more, it would be consistent with the idea that autonomous motivation relates to a more flexible goal pursuit through which surrounding behavioral alternatives can be strategically used to align one’s interests and values with one’s current behaviors (e.g., Holding et al., 2017).

Altogether, these findings parallel recent conceptualizations of self-control that integrate the reasons behind self-control (Werner & Milyavskaya, 2018b) or that emphasize the role of the assigned value to competing alternatives (e.g., value assigned to the long-term goal and to the temptations) on the processes through which individuals resist to their desires (Berkman, 2018). The motives underlying the pursuit of long-term goals may shape the self-control toolbox that individuals can rely on to complete their long-term goals. In our case, we revealed that assigning high intrinsic or identified values to goal-related alternatives is needed to enact automatic self-control mechanisms. In layman’s terms, what are the chances that seeing a sofa will automatically trigger one’s urge to run if that person is not autonomously motivated by physical activity?

The good news is that possible to shift individuals’ motivations towards more autonomous reasons – as shown through priming procedures. Priming procedures have often (but not always) shown to be effective in activating certain types of motivations and in influencing goal pursuit (e.g., intention, persistence, effort; e.g., Banting et al., 2011; Levesque & Pelletier, 2003; Radel et al., 2009). However, their influence on self-control mechanisms –

as measured during a computerized reaction time-task – had not been tested. From this perspective, the use of two different priming procedures advances the literature in several ways. First, while supraliminal and subliminal priming procedures have sometimes yielded different effects on goal pursuit (e.g., Gillath et al., 2008), we demonstrate the robustness of our findings across priming procedures. Second, although we did not rigorously test whether participants were unaware of the subliminal primes (e.g., using a forced-choice prime detection task; Naccache & Dehaene, 2001), the significant effect of the subliminal priming procedure supports the idea that the self-control mechanisms under investigation are likely to occur at an automatic level (i.e., without requiring awareness, intentionality, or control and with efficiency, but see Fiedler & Hütter, 2014 for a critical perspective). Third, in Study 5, the significant effect of a subliminal priming at the within-person level, rather than a supraliminal priming procedure at the individual level (e.g., as in Study 4, with two between-group conditions), suggests that automatic self-control mechanisms are flexible and that their enactment may depend on the motivation that is activated at the very moment.

Taken together, these findings reinforce the need to promote more autonomous motivation towards the long-term goals (Pope et al., 2018). Engaging in long-term goals for the sake of pleasure or the importance seems to be of paramount importance in promoting the automatization of goal pursuit. Future studies could, for example, investigate whether being surrounded by autonomy-supportive elements could favor the development of a more automatic mode of behavioral regulation (Conroy & Kim, 2020). Furthermore, intervention studies retraining automatic self-control mechanisms (e.g., automatic approach-avoidance tendencies) may benefit from personalizing cognitive bias modification procedures, so that targeted behavioral alternatives or selected consequences are perceived as self-relevant (Maltagliati, Muller et al., 2023; Wiers et al., 2018). More broadly, guiding individuals to select goals for which they are autonomously motivated and that satisfy their three basic psychological needs (i.e., competence, autonomy, relatedness) could promote reliance on automatic forms of self-control (Werner & Milyavskaya, 2018a).

### **Limitations and strengths**

Some limitations should yet be acknowledged. First, we uniformly assumed that desires for sedentary behaviors were in conflict with the long-term goal to be physically active. However, not all desires are problematic (Inzlicht et al., 2021): being attracted to sitting sedentary activities can sometimes be congruent with the intention to be physically active (e.g., to recover energy after a tiring day, before running) or may not conflict with the long-term goal (e.g., to lie down on the sofa after completing a running session). In this perspective, ecological

momentary assessment could be useful to provide finer-grained data on the extent to which desires for competing alternatives actually conflict with one's long-term goal, as well as on the role of self-determined motivation in these situations. Second, in line with previous findings (Milyavskaya et al., 2015; Werner et al., 2016), it would be tentative to conclude that autonomous motivation favors automatic self-control as we consistently found that autonomous motivation was associated with perceived desires for temptations (Studies 1 and 2), and that higher autonomous motivation (but not lower controlled motivation) was transversely associated with automatic self-control (Study 3). However, Studies 4 and 5 did not include a third "neutral" experimental condition, which would have allowed the causal effects of autonomous and controlled motivation on self-control to be disentangled. It remains likely that the results we observed in Studies 4 and 5 were not due the beneficial effect of autonomous motivation on automatic self-control, but to the detrimental effect of controlled motivation, or to both. Third, mediation analyses in Study 2 should be interpreted with caution given the transversal nature of the data. It could be proposed that reduced desires also promote automaticity and autonomous motivation through a smoother behavioral enactment. Fourth, with the exception of Study 1, these studies were conducted among students and focused on physical activity goals. Therefore, our results cannot be generalized to other populations or other long-term goals (Chalabaev et al., 2023).

However, these limitations are outweighed by at least four strengths. First, these studies were based on uniquely large sample sizes for reaction-time tasks and priming procedures. Second, we used a variety of designs (i.e., cross-sectional, longitudinal, experimental) and methodological procedures (i.e., supraliminal and subliminal priming) to provide the most robust evidence to date on the relationship between self-determined motivation and automatic self-control. Third, we used a range of sophisticated analyses (i.e., latent class growth analyses, structural equation modelling and linear mixed effects models) to analyze the data. Finally, Studies 3, 4 and 5 were preregistered – which can be considered a good research practice (M. Boisgontier, 2022) and which is highly recommended for priming procedures (Murphy & Taylor, 2022).

### **Conclusion**

Overall, using the example of physical activity and sedentary temptations, the present series of studies supports the key role of autonomous motivation in the automatic pursuit of long-term goals – characterized here by fewer desires for competing alternatives and supported by the enactment of automatic self-control. These findings underscore the need to increase individuals' autonomous motivation if we are to stand a chance of getting them to achieve their



long-term goals. Part of the trick may be to rely on a more automatic mode of behavioral regulation in order to overcome the sometimes almost inevitable presence of surrounding temptations.

### Résumé des résultats principaux de la Contribution empirique n°4

Les résultats des cinq études de cette 4<sup>ème</sup> Contribution empirique soulignent tout d'abord que la motivation autonome est longitudinalement associée à des désirs plus faibles envers les comportements sédentaires au cours de la pandémie liée à la covid-19 (Étude 1) et qu'une régulation plus automatique de l'activité physique pourrait, au moins partiellement, médier cette association négative (Étude 2). Les associations entre motivation contrôlée, désirs envers les alternatives sédentaires et régulation automatique de l'activité physique sont en revanche plus inconsistantes. Les résultats indiquent ensuite que la motivation autonome module le déploiement des processus automatiques de contrôle de soi (Études 3, 4, 5). Les participants sont plus rapides à approcher (vs. à éviter) les stimuli d'activité physique en présence de stimuli sédentaires (vs. de stimuli neutres) quand ils ont une motivation autonome élevée à l'égard de l'activité physique, que celle-ci soit mesurée par questionnaire (Étude 3) ou amorcée de manière supraliminale (Étude 4) ou subliminale (Étude 5).

Dans l'ensemble, ces résultats soutiennent l'influence de la motivation autonome dans le déploiement de processus automatiques de contrôle de soi. Cette observation pourrait expliquer comment les individus avec une forte motivation autonome parviennent à organiser un mode de régulation automatique du comportement d'activité physique et pourquoi ils éprouvent moins de désirs à l'égard d'alternatives sédentaires, malgré les changements de contexte qu'ils vivent (e.g., confinement lié à la pandémie de la covid-19).

## Chapitre 9 – Discussion générale

---

L'enjeu central de ce programme doctoral était d'examiner les processus automatiques de contrôle de soi pouvant être déclenchés dans des situations exposant les personnes à des alternatives liées à l'activité physique et à des comportements sédentaires ([Figure 7](#)). Plus spécifiquement, nous avons visé à mieux identifier la direction de ces mécanismes, leurs associations avec les comportements d'activité physique, ainsi que le rôle de la qualité de la motivation dans leur activation. Ces processus automatiques de contrôle de soi ont été appréhendés au travers des tendances automatiques d'approche-évitement qui renseignent sur la direction des mécanismes motivationnels à l'œuvre et qui sont supposées jouer un rôle proximal dans la régulation des comportements d'activité physique. Une série de trois questions permet de retracer ces objectifs : (1) La présence de tentations sédentaires facilite-t-elle l'approche automatique du but d'activité physique et/ou entrave-t-elle son évitement ? (2) Le niveau d'activité physique est-il, d'une part, associé à l'activation de ces processus automatiques de contrôle de soi, et, d'autre part, peut-on entraîner ces mécanismes afin de renforcer le lien de causalité qui les relie aux comportements d'activité physique ? (3) La motivation autonome envers l'activité physique facilite-t-elle la mise en place des processus automatiques de contrôle de soi ?

Après avoir apporté des éléments de réponse à ces questions de recherche, les contributions théoriques et les implications pratiques de cette thèse seront présentées. Les limites, les forces et les perspectives de ce travail doctoral précéderont la conclusion générale.

### **La présence de tentations sédentaires facilite-t-elle l'approche automatique du but d'activité physique et/ou entrave-t-elle son évitement ?**

Dans la continuité des travaux ancrés dans la théorie contre-active du contrôle de soi (Fishbach & Converse, 2010), l'étude de Cheval et al. (2017) avait révélé que l'amorçage par des tentations sédentaires facilitait la détection de mots liés à l'activité physique. Cette étude restait néanmoins peu informative quant à la direction des mécanismes de contrôle de soi déclenchés à l'égard du but à long terme par la présence de tentations. Autrement dit, cette étude ne permettait pas de savoir si la présence de tentations sédentaires facilitait l'approche automatique du but d'activité physique et/ou entravait son évitement. Pour répondre à cette

question, la Contribution empirique n°1 (Chapitre 6) visait précisément à mesurer l'effet de la présence de tentations sédentaires sur les tendances automatiques d'approche-évitement à l'égard de l'activité physique.

Après avoir développé une tâche du mannequin conflictuelle, nous avons montré, à travers d'une série de trois études, que les tendances automatiques des participants à approcher l'activité physique plutôt qu'à s'en éloigner étaient renforcées en présence de stimuli sédentaires (vs. de stimuli neutres). Autrement dit, si les participants étaient, dans l'ensemble, plus rapides pour s'approcher des stimuli liés à l'activité physique que pour s'en éloigner, cette différence était plus marquée lorsque des stimuli sédentaires étaient simultanément présentés, plutôt que lorsque des stimuli neutres étaient affichés à l'écran. Des analyses complémentaires ont révélé, qu'en présence de stimuli sédentaires (vs. de stimuli neutres), les participants étaient plus lents à s'éloigner de l'activité physique. En revanche, les participants n'étaient pas significativement plus rapides pour s'approcher de l'activité physique en présence de stimuli sédentaires versus de stimuli neutres. Ce pattern pourrait signifier que la présence de tentations sédentaires entrave l'évitement de l'activité physique plus qu'elle ne facilite l'approche de celle-ci. Relevons également que des patterns d'activation similaires ont été observés dans la Contribution empirique n°2 du Chapitre 7, ce qui renforce la robustesse de ce résultat.

Dans l'ensemble, ces résultats confirment que des processus automatiques de contrôle de soi peuvent être déclenchés à l'égard du but d'activité physique dans des situations où les personnes sont exposées à des tentations sédentaires. Comme le propose la théorie contre-active du contrôle de soi (Fishbach & Converse, 2010), la présence de ces alternatives tentantes ne semble donc pas toujours constituer une menace pour la poursuite du but. Au contraire, ces tentations pourraient, sous certaines conditions (voir Chapitre 8), susciter une protection automatique du but.

## **Quelles sont les associations entre les processus automatiques de contrôle de soi et les comportements d'activité physique ?**

Les travaux antérieurs ont suggéré l'existence de liens récursifs entre les processus automatiques de contrôle de soi et la régulation comportementale. Ils soutenaient, dans l'ensemble, que le déploiement de processus automatiques de contrôle de soi dépend du succès dans l'atteinte de leur but, mais aussi que ces mécanismes automatiques peuvent favoriser

l'atteinte du but (e.g., Fishbach et al., 2003). Les preuves d'une association entre processus automatiques de contrôle de soi et comportements d'activité physique restaient néanmoins faibles (e.g., Cheval et al., 2017), tout comme la possibilité que ces mécanismes puissent prédire le comportement après leur manipulation expérimentale. Pour répondre à ces limites, nous avons examiné l'effet modulateur de l'activité physique dans le déploiement des processus automatiques de contrôle de soi (Chapitre 6) et nous avons testé les relations causales entre ces mécanismes et les comportements d'activité physique en contexte écologique, à la suite d'une manipulation expérimentale (Chapitre 7).

### **1) Le niveau d'activité physique est-il associé à l'activation des processus de contrôle de soi ?**

Dans les deux premières études de la première Contribution empirique (Chapitre 6), nous avons effectivement mis en évidence, chez des participants actifs physiquement (i.e., 147 personnes rapportant pratiquer plus de 150 minutes d'activité physique par semaine), le déploiement de processus automatiques de contrôle de soi. En revanche, dans l'Étude 3 de cette Contribution empirique n°1, lorsque nous avons testé l'hypothèse d'un effet modulateur du niveau d'activité physique sur les tendances automatiques d'approche-évitement en présence (vs. en l'absence) de tentations, nos résultats ont révélé un effet d'interaction triple non significatif. Les participants les plus actifs physiquement n'étaient pas plus rapides pour s'approcher que pour s'éloigner des stimuli liés à l'activité physique, et cet effet n'était pas significativement différent en présence ou en l'absence de tentations sédentaires.

D'autres auteurs ont aussi échoué à répliquer l'association transversale entre l'atteinte du but et l'activation des processus automatiques de contrôle de soi (Francis et al., 2022). Ainsi, plus que le succès dans l'atteinte du but, d'autres variables modulatrices, comme la qualité de la motivation, pourraient jouer dans l'activation des processus automatiques de contrôle de soi, comme nous l'avons montré dans le Chapitre 8.

### **2) Peut-on entraîner les mécanismes de contrôle de soi afin de renforcer le lien de causalité qui les relie aux comportements d'activité physique ?**

Dans la Contribution empirique n°2 (Chapitre 7), les processus automatiques de contrôle de soi ont été manipulés soit à partir d'une approche associative (i.e., le participant était entraîné

à approcher l'activité physique en présence de tentations sédentaires) ou d'une approche inférentielle (i.e., le participant était entraîné à approcher l'activité physique en présence de tentations sédentaires pour obtenir des conséquences virtuelles valorisées personnellement, comme améliorer sa santé mentale ou ses relations sociales). En comparaison à une condition placebo (i.e., le participant était entraîné à approcher l'activité physique autant qu'à approcher les tentations sédentaires), ni l'entraînement fondé sur une approche associative, ni l'entraînement fondé sur une approche inférentielle, n'étaient significativement associés au niveau auto-rapporté d'activité physique dans la semaine suivant l'intervention.

Nos résultats indiquent cependant qu'un entraînement des processus automatiques de contrôle de soi, lorsqu'il était fondé sur une approche inférentielle (i.e., entraînement A-B-C ; Wiers et al., 2020) permettait d'agir les préférences dans une tâche de libre choix et les attitudes implicites envers l'activité physique. Dans la mesure où ces deux construits constituent des précurseurs des comportements d'activité physique (Brand & Schweizer, 2015 ; Conroy et al., 2010), cette observation laisse penser que les mécanismes automatiques de contrôle de soi pourraient tout de même être liés à la régulation comportementale. En revanche, plusieurs sessions d'entraînement de ces processus automatiques seraient nécessaires pour altérer les niveaux d'activité physique en contexte écologique (voir Cheval, Finckh, et al., 2021 pour un protocole). Par exemple, concernant la consommation d'alcool, certains travaux soulignent que six sessions constituent la dose d'entraînement optimale pour agir efficacement sur les tendances automatiques d'approche-évitement (Eberl et al., 2014).

Pris ensemble, ces résultats ne viennent pas soutenir notre hypothèse concernant les associations récursives entre les processus automatiques de contrôle de soi et les comportements d'activité physique. Ces résultats sont en décalage avec l'une des propositions de la théorie contre-active du contrôle de soi : la répétition de succès dans l'atteinte du but favorise le développement de mécanismes automatiques de contrôle de soi, qui, en retour, participent à la poursuite du but (Fishbach & Converse, 2010). Nous pouvons ainsi nous interroger sur le rôle des processus contre-actifs dans la régulation comportementale. D'une part, il convient de rappeler que, de manière générale, l'exposition à des tentations a tendance à empêcher l'atteinte du but (Hofmann et al., 2012). Les processus contre-actifs de contrôle de soi ne pourraient donc avoir un effet bénéfique sur l'engagement dans l'activité physique uniquement si la force de ces processus excède l'impact négatif lié à l'exposition aux tentations (Fishbach et al., 2010). En l'état, aucune donnée probante ne nous permet de supporter cette proposition. D'autre part, le

fait que la présence de tentations entrave automatiquement l'évitement du but (i.e., diminue la vitesse d'éloignement de l'activité physique), plutôt qu'elle ne facilite son approche (i.e., augmente la vitesse d'approche de l'activité physique), nous amène à être d'autant plus mesurés quant aux effets de ces mécanismes sur les comportements d'activité physique. En effet, les mécanismes tournés vers l'évitement du but pourraient être moins efficaces pour déclencher le comportement visé que ceux tournés vers l'approche, comme cela a par exemple été démontré concernant la planification de l'action (Otis & Pelletier, 2008) et proposé théoriquement (e.g., Higgins, 1997). En somme, d'autres études sont à mener pour mettre en évidence à quelles conditions les processus automatiques de contrôle de soi pourraient favoriser l'engagement dans l'activité physique.

### **La motivation autonome envers l'activité physique facilite-t-elle l'activation des processus automatiques de contrôle de soi ?**

Davantage que la réussite dans l'atteinte de leur but, le déploiement d'un mode de régulation automatique du comportement d'activité physique pourrait dépendre de la qualité de la motivation à l'égard de ce but (Werner & Milyavskaya, 2018b). Aussi, à travers la Contribution empirique n°3 et les Études 1 et 2 de la Contribution empirique n°4 du Chapitre 8, nous avons investigué les relations entre la motivation autonome (et contrôlée), l'automaticité et les désirs envers les tentations sédentaires, notamment dans le cadre du confinement lié à la pandémie de la covid-19. Pour mettre en évidence les mécanismes pouvant sous-tendre la capacité à réguler de manière automatique les comportements, nous avons ensuite examiné les relations entre la qualité de la motivation et les tendances automatiques d'approche-évitement envers l'activité physique en présence de tentations sédentaires (Études 3, 4, 5 de la Contribution empirique n°4). À travers ces trois études, la qualité de la motivation était d'abord mesurée de manière transversale par questionnaire (Étude 3), puis manipulée expérimentalement pour renforcer les liens causaux entre motivation et contrôle de soi (Études 4 et 5).

Nos résultats soutiennent tout d'abord que, suite à un changement de contexte – à savoir des restrictions liées aux déplacements, à la fermeture des structures sportives lors du confinement imposé durant la pandémie de la covid-19 – la possibilité de s'appuyer sur un mode de régulation automatique de l'activité physique était compromise (Contribution empirique n°3). La motivation autonome pouvait cependant favoriser la (ré-)organisation d'une régulation

automatique du comportement d'activité physique soit directement, soit indirectement en favorisant la répétition du comportement d'activité physique. Ensuite, dans l'Étude 1 de la Contribution empirique n°4, nos résultats ont mis en évidence l'existence de trois patterns d'évolution des désirs à l'égard des comportements sédentaires au cours du confinement : un pattern caractérisé par des désirs modérés dont la force diminuait au cours du confinement (trajectoire la plus favorable), un pattern caractérisé par des désirs modérés et stables au cours du confinement (trajectoire intermédiaire) et un pattern caractérisé par des désirs élevés et stables au cours du confinement (trajectoire la moins favorable). Plus important, les résultats de cette étude ont révélé que les participants rapportant une forte motivation autonome pour l'activité physique au début du confinement avaient plus de chances d'appartenir au premier profil, comparativement aux deux autres. Dans l'Étude 2 de cette Contribution empirique n°4, l'automatisme du comportement d'activité physique médiait partiellement la relation entre la motivation autonome et les désirs envers les alternatives sédentaires. Notamment, plus les personnes étaient motivées de manière autonome pour l'activité physique, plus elles manifestaient une régulation automatique de ce comportement et, en retour, moins la force et la fréquence de leurs désirs envers les alternatives sédentaires étaient élevées. Dans l'ensemble, ces études confirment que la motivation autonome facilite le développement d'une régulation automatique du comportement d'activité physique et qu'un tel mode de régulation permet de protéger les individus contre l'occurrence de désirs problématiques liés aux alternatives sédentaires.

Ensuite, nos résultats ont confirmé le rôle de la motivation autonome dans l'activation des processus automatiques de contrôle de soi. Nous avons d'abord observé une plus grande rapidité pour approcher (vs. éviter) les stimuli d'activité physique en présence de stimuli sédentaires (vs. de stimuli neutres) quand les participants avaient une motivation autonome élevée à l'égard de l'activité physique, celle-ci étant mesurée par questionnaire (Étude 3). Plus encore, ce renforcement de la différence entre les tendances automatiques d'approche-évitement a été observé après que la motivation autonome ait été amorcée de manière supraliminale (Étude 4) ou subliminale (Étude 5). En d'autres termes, la présence de tentations sédentaires renforçait la différence entre les tendances automatiques d'approche-évitement seulement lorsqu'une motivation de qualité était activée expérimentalement envers le but à long terme. Conjointement, ces trois études apportent, pour la première fois, des éléments de preuve concernant les effets de la motivation autonome sur le déploiement des processus automatiques de contrôle de soi.



Figure 7. Résumé graphique du programme doctoral et des résultats principaux.



## **Contributions théoriques**

Au moment de commencer ce travail doctoral, les recherches portant sur les processus sous-jacents à l'activité physique étaient surtout focalisées sur les forces poussant à s'engager dans ce comportement de santé, mais n'abordaient que rarement, ou de manière indirecte, les forces susceptibles de s'opposer à cet engagement. Ces forces contraires semblent notamment à trouver dans l'omniprésence d'alternatives sédentaires (Cheval, Radel, et al., 2018; Cheval & Boisgontier, 2021) et quelques travaux soulignaient déjà l'importance de modéliser des situations de choix entre activité physique et sédentarité (e.g., Epstein & Roemmich, 2001). Ainsi, comprendre comment certains individus parviennent non seulement à s'engager régulièrement dans l'activité physique malgré la présence d'alternatives sédentaires, mais aussi à le faire « sans effort », constituait le point de départ de notre questionnement. Si les processus automatiques de contrôle de soi nous semblaient constituer un mécanisme explicatif pertinent, ils étaient jusqu'ici rarement examinés dans le domaine de l'activité physique. Par ailleurs, plusieurs questions restaient en suspens, autour de la direction des processus automatiques d'approche-évitement envers l'activité physique déclenchés par la présence de tentations sédentaires, des relations récursives entre ces mécanismes et les comportements d'activité physique, ainsi que les conditions de leur déploiement. En proposant des éléments de réponse à ces questions, ce travail doctoral apporte au moins trois contributions théoriques.

### **1) De la nécessité d'envisager conjointement le but et les tentations**

L'originalité de ce travail doctoral se situe dans le souci d'envisager, à chaque étape de notre réflexion, les processus qui régulent la présence concomitante de buts d'activité physique et de tentations sédentaires qui s'opposent à leur atteinte. La Contribution théorique présentée dans le Chapitre 2 met notamment en évidence que les personnes poursuivent souvent le but d'être actives physiquement, notamment pour les bénéfices procurés sur le long terme, mais éprouvent, dans le même temps, des désirs envers des alternatives sédentaires. Parce que les modèles centrés sur le contrôle de soi envisagent de manière plus directe la manière dont certaines alternatives comportementales peuvent entraver la poursuite d'un but, nous avons souligné la pertinence de ces modèles pour compléter les modèles sociocognitifs ou les modèles hybrides.

Quelques travaux soulignaient déjà l'importance de considérer l'attraction des individus vers les tentations sédentaires pour mieux comprendre leur engagement dans l'activité physique (Cheval et al., 2015; Cheval, Sarrazin, & Pelletier, 2014). Nous avons prolongé cet effort au niveau expérimental en modélisant, plus directement, des situations de conflit entre but et tentations. À notre connaissance, nos travaux sont les premiers à examiner l'effet de la présence de tentations sur les tendances automatiques d'approche-évitement à l'égard du but (Chapitre 6 et 8) et cette perspective pourrait être d'ailleurs appliquée dans d'autres contextes (e.g., domaine de l'alimentation ou domaine académique). Dans notre cas, le fait que les tendances automatiques d'approche-évitement envers l'activité physique soient altérées par la présence de tentations sédentaires a donné du crédit à la nécessité d'aborder de manière conjointe les processus entre but et tentations. Les précautions méthodologiques employées (i.e., choix des stimuli, tâche de détection) renforcent aussi l'idée selon laquelle ces effets sont davantage imputables à des mécanismes motivationnels qu'à des mécanismes perceptuels (e.g., complexité des stimuli à traiter).

Cette logique a été étendue dans le cadre d'une étude expérimentale (Chapitre 7) où les tendances automatiques d'approche de l'activité physique étaient manipulées en présence de tentations sédentaires, suivant le principe de l'entraînement A-B-C (Wiers et al., 2020). Contrairement aux interventions antérieures où les participants étaient entraînés à approcher des stimuli liés à leur but et à éviter ceux liés à des tentations de manière séparée (Cheval, Sarrazin, Pelletier, et al., 2016; Preis et al., 2021), nous avons mis en évidence la pertinence d'envisager l'entraînement de l'approche de l'activité physique dans des situations exposant simultanément les participants à des tentations sédentaires. Plus encore, cette étude expérimentale a permis de souligner que toutes les situations de choix entre activité physique et comportements sédentaires ne se valaient pas. Les alternatives sédentaires ne sont pas perçues comme uniformément tentantes (e.g., regarder la télévision vs paresser), tout comme les opportunités d'activité physique sont plus ou moins pertinentes pour chaque individu (e.g., courir vs. nager). En ce sens, afin d'agir au plus près des processus déclenchés entre le but et les tentations, nous avons mis en exergue l'importance d'identifier, pour chaque individu, les situations spécifiques qui sont les plus susceptibles de générer un conflit. À nouveau, cet effort est inédit dans le domaine de l'activité physique et vient enrichir une littérature jusqu'ici lacunaire.

## 2) De l'intérêt d'examiner les processus (automatiques) de contrôle de soi

La plupart des travaux précédents se sont centrés sur des processus de contrôle de soi délibératifs, coûteux du point de vue des ressources de l'individu et reposant uniquement sur l'inhibition de l'attraction vers les tentations. Pour rendre compte du fait que les individus les plus en réussite dans l'atteinte de leur but sont ceux qui ont justement le moins besoin de recourir à ces processus coûteux, nous avons axé ce travail doctoral autour des processus automatiques de contrôle de soi. S'inscrivant dans la lignée des avancées théoriques les plus récentes (Inzlicht et al., 2021), nos Contributions empiriques nourrissent une littérature quasiment inexistante dans le domaine de l'activité physique et très maigre concernant la psychologie de la santé en général.

Nos études sont les premières à distinguer la direction des mécanismes de contrôle de soi, en capturant les tendances automatiques d'approche-évitement. Nos résultats permettent d'affiner les propositions formulées par la théorie contre-active du contrôle de soi en suggérant que la présence de tentations pourrait permettre de « protéger » le but à long terme, sans qu'elle ne vienne directement susciter sa poursuite (Fishbach & Converse, 2010). En effet, nous avons observé de manière consistante que la présence de tentations sédentaires altérait les tendances automatiques d'évitement à l'égard de l'activité physique, plutôt que les tendances automatiques d'approche (Contribution empirique n°1 et Contribution empirique n°4). Dans la Contribution empirique n°3, nos résultats soulignaient aussi que l'entraînement des processus automatiques de contrôle de soi exerçait une influence sur les temps de réaction pour choisir les alternatives sédentaires, mais pas sur les temps de réaction pour choisir les alternatives d'activité physique. En ce sens, ces éléments viennent nourrir la nécessité d'envisager avec davantage de précision la manière dont sont orientées les forces motivationnelles dans des situations de conflit (e.g., approche-évitement du but ou de la tentation; Sklar & Fujita, 2020).

En somme, ce travail doctoral invite à adopter un regard nuancé sur les processus automatiques de contrôle de soi et appelle à mieux définir comment ces processus pourraient contribuer à la régulation des comportements d'activité physique. Notamment, soulignons que parler de « *contrôle de soi automatique* » peut constituer, selon certains, une aporie (e.g., Shenhav, 2017). Si certains mécanismes ou certaines stratégies permettent d'éviter l'occurrence de conflits entre but et tentations, notamment par l'automatisation de la régulation comportementale, alors ces mécanismes rendent justement caduque la nécessité d'exercer du

contrôle *in situ*. Suivant ce raisonnement, ces mécanismes ne pourraient donc pas relever du contrôle de soi (Shenhav, 2017) mais peuvent en revanche être classés comme des processus automatiques d'autorégulation, au sens plus large du terme (Werner & Milyavskaya, 2018b). Dans la mesure où les tâches que nous avons développées dans le cadre de ce travail doctoral répondent précisément à des situations de conflit et qu'elles sont censées permettre d'accéder à des processus automatiques, nous pensons apporter des éléments de preuve qui soutiennent l'existence de processus automatiques de contrôle de soi (e.g., Fujita, 2011). Nous reviendrons plus en détails dans la partie « Limites » sur les précautions à adopter quant à la nature des mécanismes mesurés. Mais nous souhaitons mettre ici en évidence que ce travail doctoral souligne l'importance de mieux définir les contours des processus automatiques de contrôle de soi, ainsi qu'à identifier les paradigmes expérimentaux qui permettent de les mesurer.

### **3) Vers une approche intégrative entre la poursuite des buts et les raisons qui les sous-tendent**

Ce travail doctoral apporte les premières preuves de l'effet de la motivation autonome dans l'activation des processus automatiques de contrôle de soi – un lien qui était jusqu'ici proposé théoriquement mais qui n'avait été jamais testé directement (Werner & Milyavskaya, 2018b). Les effets de l'activation de la motivation autonome (vs. contrôlée) lors de tâches d'amorçage supraliminal et subliminal sur les processus automatiques de contrôle de soi sont particulièrement intéressants à relever. D'une part, ces résultats renforcent le fait que des états motivationnels puissent être activés à des niveaux automatiques, par des procédures d'amorçage (Levesque & Pelletier, 2003). D'autre part, tandis que la littérature existante a examiné les effets de l'activation d'états motivationnels sur la poursuite du but (e.g., persistance) ou sur les expériences rapportées lors de la poursuite de ce but (e.g., plaisir éprouvé ; e.g., Banting et al., 2011), nos résultats suggèrent que ces états motivationnels influencent les réactions automatiques dans des situations conflictuelles. Comme le propose la théorie de l'autodétermination (Ryan & Deci, 2017), une motivation autonome envers le but à long terme pourrait ainsi non seulement permettre de déployer une forte quantité d'effort pour atteindre le but visé (Sheldon & Elliot, 1998), mais aussi de poursuivre automatiquement ce but, malgré les tentations.

Ce travail doctoral suggère que la protection automatique du but d'activité physique en présence de tentations pourrait être l'un des mécanismes expliquant pourquoi les personnes

avec une motivation autonome élevée éprouvent moins de désirs à l'égard des alternatives sédentaires – ces dernières ne disparaissant que rarement des environnements proches – et sont les plus en réussite dans la poursuite de leur but. Nous avons notamment révélé qu'en dépit des changements de contexte vécus par les individus (i.e., le confinement lié à la pandémie de la covid-19), la motivation autonome favorisait un mode de régulation automatique du comportement et prédisait négativement les désirs envers les alternatives sédentaires. Ces résultats constituent ici un trait d'union entre les travaux précédents qui envisageaient de manière disjointe les relations entre motivation autonome et automaticité (Gardner & Lally, 2013; Radell et al., 2017), automaticité et désirs (Galla & Duckworth, 2015) ou entre motivation autonome et désirs (ou obstacles ; Leduc-Cummings et al., 2017, 2022; Milyavskaya et al., 2015).

Ces résultats amènent plus largement à discuter des relations qui peuvent relier la qualité de la motivation avec le contrôle de soi. À première vue, envisager le rôle de la motivation autonome dans le contrôle de soi peut sembler antinomique lorsque ce dernier est seulement conceptualisé comme le processus coûteux d'inhibition de l'attraction vers une tentation. Un individu motivé de manière autonome pourrait justement ne pas avoir à exercer ce contrôle coûteux puisque sa régulation comportementale est identifiée, intégrée. Le fait que la motivation autonome soit associée à une réduction des désirs problématiques, notamment grâce à mise en place de stratégies proactives (Leduc-Cummings et al., 2022) ou encore à l'altération automatique de la valeur attribuée aux tentations (Milyavskaya et al., 2015), donne du crédit à cette suggestion. Mais relevons aussi que les relations entre motivation autonome et désirs problématiques sont d'une magnitude faible (i.e.,  $r \approx .20$  dans nos études). En d'autres termes, même motivée de manière autonome, une personne échappe-t-elle complètement aux conflits entre buts et tentations ? Envisager le contrôle de soi sous un angle plus large permet alors d'identifier les processus qui permettent aux personnes motivées de manière autonome de compléter leur but, « sans effort », nonobstant la présence d'alternatives potentiellement tentantes. Les mécanismes automatiques de contrôle de soi pourraient correspondre à l'une de ces voies. À l'instar de l'effort qui devient moins coûteux lorsque les personnes sont motivées de manière autonome (Milyavskaya, Galla, et al., 2021), ces mécanismes pourraient finalement refléter une forme d'intégration du « contrôle dans le soi ».

En révélant ce réseau d'associations entre la motivation et le contrôle de soi, ce travail doctoral renforce la pertinence d'une intégration théorique entre les modèles centrés sur la

manière dont les individus poursuivent leurs buts, en situations conflictuelles notamment, et les modèles examinant les raisons qui sous-tendent ces buts (Werner & Milyavskaya, 2018b). Plus encore, cette intégration théorique gagnerait à envisager les relations entre des processus automatiques (e.g., tendances automatiques d'approche-évitement) et des processus plus délibératifs (e.g., la motivation autonome ou contrôlée) – dépassant ainsi l'artificielle opposition entre ces deux niveaux processuels. Notamment, les raisons derrière les buts semblent influencer la typologie des mécanismes que les personnes sont capables de déployer lorsque qu'elles sont confrontées à des situations de conflit. Pour reprendre Lewis (2017, p. 14), l'automatisme constitue comme un « *sillon creusé par l'eau de pluie dans un jardin* ». Nos travaux suggèrent que ce sillon – ce mode de régulation comportementale – est d'autant plus susceptible de se creuser que le contexte dans lequel évolue les individus est stable et qu'ils s'engagent dans leur but pour des raisons autonomes.

## Perspectives appliquées

Même si ce travail doctoral avait essentiellement une portée théorique, nos travaux permettent de faire émerger plusieurs perspectives appliquées. En premier lieu, au moment de promouvoir l'activité physique, nos résultats pointent l'importance d'envisager les forces sédentaires pouvant s'opposer à la traduction de l'intention en action. Au regard de l'omniprésence des tentations sédentaires, envisager les processus conflictuels pouvant émerger entre l'intention d'être actif physiquement et l'attraction vers le moindre effort s'avère essentiel pour concevoir et mettre en œuvre des interventions plus efficaces.

« *Encourager une personne [...] à « utiliser sa volonté » revient à lui demander de construire une maison avec un tas de bois* » (Fujita et al., 2020, p. 150, traduction libre). Comme le suggère cette citation de Fujita, à l'inverse d'une vision dispositionnelle du contrôle de soi proposant que la résistance aux tentations repose sur la seule volonté des personnes, nos travaux ouvrent ensuite à la possibilité d'entraîner des mécanismes plus automatiques de contrôle de soi. Notamment, nous avons mis en évidence, dans le Chapitre 7, la faisabilité et le potentiel d'une intervention en ligne proposant un entraînement personnalisé des processus automatiques de contrôle de soi. Cet entraînement pourrait venir compléter des interventions ciblant des stratégies de contrôle de soi plus délibératives (e.g., centrées sur la modification de la situation ; Duckworth et al., 2016). Enrichir, diversifier, entretenir la « boîte à outils » des stratégies de contrôle de soi, aux niveaux délibératif et automatique, constituent une perspective pertinente pour des études interventionnelles futures.

Nos résultats invitent aussi à accorder une attention particulière à la qualité de la motivation envers le but à long terme. Une forte motivation autonome favorise non seulement une régulation automatique du comportement, mais elle semble aussi constituer aussi un ingrédient actif dans la résolution du conflit entre activité physique et tentations sédentaires (Chapitre 8). Réitérant les suggestions d'autres auteurs (e.g., Pope et al., 2018), le développement d'une motivation autonome pour l'activité physique mérite d'être placé au cœur des campagnes de promotion de l'activité physique, et doit être renforcée à travers l'ensemble des expériences d'activité physique que vivent les personnes. La théorie de l'autodétermination offre ici une multitude de paramètres sur lesquels il est possible de jouer pour susciter le développement de ce type de motivation (Ryan & Deci, 2017). Nos résultats indiquent que l'amorçage de motivations plus autonomes grâce à de subtils signaux environnementaux



pourrait favoriser la mise en place d'une résolution automatique du conflit entre le but et les tentations. Plus largement, la satisfaction des trois besoins fondamentaux de l'individu (i.e., besoin d'autonomie, besoin de compétence et besoin de proximité sociale), par l'environnement social ou par la personne elle-même (*need crafting*), peut favoriser le développement de motivations plus autonomes (Ryan & Deci, 2017). Inviter les personnes à se fixer des buts qui soient associés à des motivations plus autonomes semble également favoriser leur poursuite (Werner & Milyavskaya, 2018a). Dans la Contribution théorique n°1, nous insistions plus encore sur le rôle des expériences affectives envers l'activité physique – une composante clé de la motivation intrinsèque, forme archétypique d'une motivation autonome – pour rééquilibrer la balance décisionnelle entre activité physique et comportements sédentaires. En lien avec l'attention croissante accordée aux processus affectifs (Dukes et al., 2021), des travaux sont menés pour favoriser l'accumulation d'expériences affectives positives envers l'activité physique. Notamment, laisser aux personnes le soin de sélectionner elles-mêmes l'intensité de l'effort physique fourni, manipuler la répartition de l'intensité de l'effort physique fourni, ou encore pratiquer dans des contextes agréables (e.g., dans la nature ou en musique) constituent autant de leviers prometteurs pour nourrir des expériences affectives positives et, *in fine*, faciliter la régulation du comportement d'activité physique malgré la présence d'alternatives sédentaires.

L'ensemble de notre travail, et les perspectives appliquées qui en découlent, ont le défaut de mettre l'accent sur la responsabilité de l'individu dans sa capacité à atteindre les buts fixés. En insistant sur le développement des stratégies de contrôle de soi, qu'elles soient délibératives ou automatiques, le risque est d'ignorer les conditions et les environnements dans lesquels les personnes évoluent. Il nous semblerait illusoire d'attribuer la diminution des niveaux d'activité physique et l'explosion du temps consacré aux activités sédentaires au cours des deux dernières décennies à un mystérieux effondrement du contrôle de soi des personnes. Pour reprendre les termes de Loewenstein (2018, p.100, traduction libre) « *les meilleures politiques publiques pour combattre les problèmes tels que l'obésité ou les problèmes d'épargne ne sont pas celles qui développent le contrôle de soi, mais celle qui en suppriment la nécessité* ». Appliquant ce raisonnement à l'activité physique, nous souhaitons insister sur le fait que la promotion de ce comportement de santé doit être accompagnée par des changements environnementaux où le choix d'être actif physiquement, plutôt que sédentaire, devient la réponse par défaut (e.g., aménager des voies cyclables pour susciter l'usage du vélo plutôt que la voiture). De plus, la promotion de l'activité physique ne peut être pensée en dehors des inégalités socio-

économiques qui continuent de peser sur comportements de santé (Chalabaev et al., 2022 ; Maltagliati, Saoudi, et al., 2022).

Pour résumer, les perspectives appliquées de ce travail peuvent conduire les études futures à considérer de manière conjointe les processus liés à l'activité physique et à la sédentarité, à envisager l'entraînement des processus automatiques de contrôle de soi, à identifier les motivations sous-tendant l'engagement dans l'activité physique, tout en intégrant ces mécanismes dans l'environnement au sein duquel évoluent les personnes.

### **Limites, forces et perspectives du programme de recherche**

Au-delà des limites évoquées pour chacune des Contributions empiriques, les conclusions pouvant être tirées de ce travail doctoral sont à nuancer au regard d'au moins quatre limites communes à l'ensemble des études menées.

La première limite concerne l'opérationnalisation des processus automatiques de contrôle de soi à travers la tâche que nous avons développée et qui mesurait les tendances automatiques d'approche-évitement envers le but en présence de tentations. En l'absence d'autres marqueurs comportementaux (e.g., poursuite oculaire ; e.g., Cheval, Miller, et al., 2019) ou neuronaux (e.g., activation des ondes N200 ou P300 ; e.g., Cheval, Cabral, et al., 2021), il est difficile de conclure, à partir de l'analyse des seuls temps de réaction, quant au caractère conflictuel des processus déclenchés par la co-présence du but et de tentations. Dans une même logique, la nature « automatique » des mécanismes investigués peut être interrogée (Fiedler & Hütter, 2014). À cet égard, les modèles multinomiaux invitent à distinguer la contribution des processus contrôlés et automatiques à l'œuvre (Conrey et al., 2005). Il semble aussi pertinent de manipuler certains paramètres expérimentaux pour cibler certaines composantes de l'automaticité (e.g., le caractère efficient de ces processus ; Payne, 2008). Enfin, le recours à des mesures continues (e.g., tâches de *mouse-tracking* ou de *reach-tracking*, Erb et al., 2016; Freeman et al., 2011) pourrait non seulement permettre de capturer la dynamique des processus de contrôle de soi, mais aussi d'obtenir des indicateurs plus précis pour juger de leur nature automatique. Des données en *mouse-tracking* ont été récoltées dans le cadre de ce travail doctoral et sont en cours d'analyse.

La seconde limite concerne la validité prédictive des processus automatiques de contrôle de soi. En effet, en dépit de notre volonté de manipuler ces mécanismes puis de tester leur relation avec les comportements d'activité physique (Chapitre 7), notre travail doctoral n'a pas permis d'identifier l'association entre ces processus et la manière dont les personnes agissent dans des situations conflictuelles. À un premier niveau, en contexte de laboratoire, développer des tâches exposant les individus à des choix entre activité physique et comportements sédentaires aurait pu permettre de répondre à cette limite, comme cela est par exemple proposé dans le domaine de l'alimentation (e.g., Haynes et al., 2014). À un second niveau, en contexte plus écologique, la méthodologie de l'échantillonnage de l'expérience pourrait permettre d'identifier les relations causales entre les fluctuations dans les mécanismes automatiques de contrôle de soi et les expériences vécues par les individus (e.g., occurrence des désirs, succès dans la traduction de l'intention en action ; Dunton, 2017).

La troisième limite réside dans la mesure auto-rapportée des comportements d'activité physique. L'utilisation de questionnaires a sans doute produit une surestimation des niveaux d'activité physique des participants, en raison de biais de désirabilité sociale ou de remémoration (e.g., Dyrstad et al., 2014). À cet égard, les études futures gagneront à tester les associations entre processus automatiques de contrôle de soi et les niveaux d'activité physique en ayant recours à des mesure plus directes de ce comportement (e.g., par accélérométrie ou grâce à des cardiofréquencemètres).

Enfin, les résultats observés dans nos travaux ne s'appliquent qu'au but lié à l'activité physique et aux tentations sédentaires, auprès d'une population d'étudiants et d'adultes d'âge moyen. Leur validité externe mérite donc d'être interrogée. Concernant le premier aspect, il pourrait être pertinent d'étendre l'étude de ces mécanismes à d'autres buts et comportements (e.g., alimentation, réussite académique). Mesurer ces mécanismes concernant la poursuite de plusieurs buts pour un même individu permettrait de prolonger les questions de recherche abordées dans ce travail doctoral. Notamment, en ce qui concerne les effets de la qualité de la motivation sur le déclenchement des processus automatiques de contrôle de soi, nous pourrions penser que les processus automatiques de contrôle de soi ne soient observés, au niveau intra-individuel, que pour les buts poursuivis pour des raisons autonomes (vs. contrôlées). Plus encore, il pourrait s'agir d'envisager dans quelle mesure le recours à des processus automatiques de contrôle de soi, grâce à leur caractère efficient, permet aux personnes motivées de manière autonome de poursuivre différents buts de manière simultanée. Concernant le second aspect, la

généralisation de des processus observés auprès d'autres populations doit être approfondie. Comme nous l'avons souligné dans un article d'opinion, examiner ces résultats auprès de populations plus diverses en termes d'âge, de milieu socioéconomique ou de niveau de santé s'avère nécessaire (Chalabaev et al., 2023).

Au-delà de ces limites, ce programme doctoral présente plusieurs forces. Sa première spécificité se situe dans notre volonté d'envisager, de mesurer et de manipuler de manière conjointe les processus liés à l'activité physique et à la sédentarité. Notre travail se distingue ensuite par l'effort fourni pour articuler les modèles théoriques (e.g., autorégulation, contrôle de soi, théorie de l'autodétermination) et pour faire émerger, de cette intégration, des hypothèses originales et expérimentalement éprouvées. Au niveau méthodologique, l'une des forces de ce travail doctoral consiste en la vigilance exercée au moment de développer des tâches permettant de capturer et de manipuler les processus automatiques de contrôle de soi. Cette attention se reflète par exemple par l'ajout d'une tâche de détection pour le Chapitre 6 ou encore par la conduite d'une étude pilote pour le Chapitre 7. Ensuite, pour s'assurer de la robustesse des résultats, les études réalisées ont été menées auprès d'échantillons conséquents (plus de 2000 participants pour les quatre Contributions empiriques) et ont été répliquées dans diverses conditions expérimentales (voir Chapitres 6 et 8 notamment). Notons également qu'au cours de ce travail doctoral, à mesure que les résultats du Chapitre 6 ont soutenu nos hypothèses, les études les plus récentes des Chapitres 7 et 8 ont été pré-enregistrées – renforçant le caractère confirmatoire des analyses. Enfin, ce travail doctoral se caractérise par la diversité des mesures (i.e., questionnaires, tâche de temps de réactions), des devis de recherche (i.e., transversal, longitudinal, expérimental) et des analyses statistiques réalisées (e.g., modèles mixtes linéaires, modèles par équations structurelles, analyses de classes latentes par courbes de croissance), ainsi que par la manipulation des mécanismes investigués pour renforcer la causalité des liens observés.

## Conclusion

Ce travail doctoral apporte un éclairage nouveau sur les mécanismes par lesquels l'intention d'être actif physiquement peut se traduire en action, malgré la présence de tentations sédentaires. Développant notre compréhension des processus automatiques de contrôle de soi, nous avons montré que la présence de tentations entravait les tendances automatiques d'évitement à l'égard des stimuli liés à l'activité physique, plutôt qu'elle ne facilitait leur approche. Ce mécanisme suggère que la présence de tentations pourrait permettre aux individus de protéger leur but de manière automatique. Cependant, nos résultats soulignent que l'activation de ces processus automatiques de contrôle de soi dépend aussi de la qualité de la motivation à l'égard de ce but. En effet, seuls les individus dont la motivation autonome est activée déploient ce mécanisme automatique en situation conflictuelle. Plus largement, la motivation autonome semble jouer un rôle clé dans la mise en place d'une régulation automatique du comportement en situation écologique, en dépit des changements de contexte traversés par les individus. Cependant, les effets de ces processus automatiques de contrôle de soi sur la régulation comportementale, en situation conflictuelle notamment, demeurent encore à démontrer. Ce travail doctoral invite, dans son ensemble, à porter un regard plus nuancé sur les processus à l'œuvre entre les buts et les tentations et la manière dont leur présence simultanée influence la régulation comportementale. Il permet également de souligner les liens à tisser entre des modèles théoriques abordant les processus liés à la poursuite des buts et des modèles théoriques abordant les raisons qui sous-tendent ces buts.

Au-delà de ses apports théoriques, ce travail doctoral ouvre à des perspectives nouvelles en termes de promotion de l'activité physique. Notamment, nos travaux amorcent une nouvelle génération d'interventions qui ciblent de manière personnalisée des situations génératrices de conflit pour chaque individu puis envisagent les mécanismes de résolution de ces conflits. Loin de restreindre le contrôle de soi à la notion de « *volonté* », ce travail invite plutôt à considérer les moyens par lesquels les personnes pourraient parvenir à automatiser la mise en place des comportements désirés, afin d'éviter la perception de l'occurrence des conflits. À cet égard, ce travail réaffirme aussi la nécessité de développer une motivation autonome envers l'activité physique, notamment en suscitant des expériences affectives positives envers ce comportement. Nous défendons avec ardeur la nécessité d'offrir à chaque pratiquant une activité physique qui soit source d'harmonie, d'épanouissement et de plaisir, ainsi que de lui apprendre à organiser par lui-même les conditions favorables à ces expériences positives.

## Bibliographie

---

- Aarts, H., Custers, R., & Marien, H. (2008). Preparing and motivating behavior outside of awareness. *Science*, *319*(5870), 1639–1639.  
<https://doi.org/10.1126/science.1150432>
- Ahmed, H. M., Blaha, M. J., Nasir, K., Rivera, J. J., & Blumenthal, R. S. (2012). Effects of physical activity on cardiovascular disease. *The American Journal of Cardiology*, *109*(2), 288–295.  
<https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2011.08.042>
- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, *50*(2), 179–211.  
[https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90020-T](https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T)
- Ajzen, I. (2002). Constructing a theory of planned behavior questionnaire: Conceptual and methodological considerations.
- Ajzen, I. (2015). The theory of planned behaviour is alive and well, and not ready to retire: a commentary on Sniehotka, Penseau, and Araújo-Soares. *Health Psychology Review*, *9*(2), 131–137.  
<https://doi.org/10.1080/17437199.2014.883474>
- ANSES. (2023). Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à l'évaluation des risques liés aux niveaux d'activité physique et de sédentarité des adultes de 18 à 64 ans, hors femmes enceintes et ménopausées. <https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT2017SA0064-b.pdf>
- Bandura, A. (1986). Social foundations of thought and action. *Englewood Cliffs, NJ*, 1986.
- Banting, L. K., Dimmock, J. A., & Grove, J. R. (2011). The impact of automatically activated motivation on exercise-related outcomes. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, *33*(4), 569–585.  
<https://doi.org/10.1123/jsep.33.4.569>
- Bargh, J. A. (1994). The four horsemen of automaticity: Awareness, intention, efficiency, and control in social cognition. *Handbook of Social Cognition*, *1*, 1–40.
- Bargh, J., & Barndollar, K. (1996). Automaticity in action: The unconscious as repository of chronic goals and motives. In Gollwitzer, M. & Bargh, J. (Eds.), *The psychology of action: Linking cognition and motivation to behavior*. New York: Guilford Press, pp. 457–481).
- Baromètre Sport Santé. (2023). <https://ffepgv.fr/storage/documents/presse/barometre->

2022.pdf

- Barton, K. (2009). MuMIn: multi-model inference. R package version 1. 0. 0. *Http://R-Forge.r-Project.Org/Projects/Mumin/*.
- Bates, D., Mächler, M., Bolker, B., & Walker, S. (2015). Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1).  
<https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01>
- Baumeister, R. F. (2014). Self-regulation, ego depletion, and inhibition. *Neuropsychologia*, 65, 313–319.  
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2014.08.012>
- Baumeister, R. F., Bratslavsky, E., Muraven, M., & Tice, D. M. (1998). Ego depletion: Is the active self a limited resource? *Journal of Personality and Social Psychology*, 74(5), 1252–1265.  
<https://doi.org/10.1037/0022-3514.74.5.1252>
- Baumeister, R. F., Gailliot, M., DeWall, C. N., & Oaten, M. (2006). Self-regulation and personality: How interventions increase regulatory success, and how depletion moderates the effects of traits on behavior. *Journal of Personality*, 74(6), 1773–1802.  
<https://doi.org/10.1111/j.1467-6494.2006.00428.x>
- Baumeister, R. F., Heatherton, T. F., & Tice, D. M. (1994). *Losing Control: How and Why People Fail at Self-Regulation* (CA (Ed.)). Academic Press.
- Baumeister, R. F., & Vohs, K. D. (2007). Self-regulation, ego depletion, and motivation. *Social and Personality Psychology Compass*, 1(1), 115–128.  
<https://doi.org/10.1111/j.1751-9004.2007.00001.x>
- Bayer, U. C., Achtziger, A., Gollwitzer, P. M., & Moskowitz, G. B. (2009). Responding to subliminal cues: Do if-then plans facilitate action preparation and initiation without conscious intent? *Social Cognition*, 27(2), 183–201.  
<https://doi.org/10.1521/soco.2009.27.2.183>
- 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.  
<https://doi.org/10.1080/17437199.2011.560095>
- Berkman, E. T. (2018). Value-based choice: An integrative, neuroscience-informed model of health goals. *Psychology & Health*, 33(1), 40–57.  
<https://doi.org/10.1080/08870446.2017.1316847>
- Berkman, E. T., Livingston, J. L., & Kahn, L. E. (2017). Finding the “self” in self-regulation:

- The identity-value model. *Psychological Inquiry*, 28(2–3), 77–98.  
<https://doi.org/10.1080/1047840x.2017.1323463>
- Bernacer, J., Martinez-Valbuena, I., Martinez, M., Pujol, N., Luis, E. O., Ramirez-Castillo, D., & Pastor, M. A. (2019). An amygdala-cingulate network underpins changes in effort-based decision making after a fitness program. *NeuroImage*, 203, 116181.  
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2019.116181>
- Bernecker, K., Job, V., & Hofmann, W. (2018). Experience, resistance, and enactment of desires: Differential relationships with trait measures predicting self-control. *Journal of Research in Personality*, 76, 92–101.  
<https://doi.org/10.1016/j.jrp.2018.07.007>
- Boat, R., & Cooper, S. B. (2019). Self-control and exercise: A review of the bi-directional relationship. *Brain Plasticity*, 5(1), 97–104. <https://doi.org/10.3233/bpl-190082>
- Boiché, J., Gurlan, M., Trouilloud, D., & Sarrazin, P. (2019). Development and validation of the ‘Échelle de motivation envers l’activité physique en contexte de santé’: A motivation scale towards health-oriented physical activity in french. *Journal of Health Psychology*, 24(3), 386–396.  
<https://doi.org/10.1177/1359105316676626>
- Boisgontier, M. (2022). Research integrity requires to be aware of good and questionable research practices. *European Rehabilitation Journal*, 2(1), 1–3.  
<https://doi.org/10.52057/erj.v2i1.24>
- Boisgontier, M. P., & Cheval, B. (2016). The anova to mixed model transition. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 68, 1004–1005.  
<https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.05.034>
- Boot, W. R., Simons, D. J., Stothart, C., & Stutts, C. (2013). The pervasive problem with placebos in psychology. *Perspectives on Psychological Science*, 8(4), 445–454.  
<https://doi.org/10.1177/1745691613491271>
- Boyd, R. L., Robinson, M. D., & Fetterman, A. K. (2011). Miller (1944) revisited: Movement times in relation to approach and avoidance conflicts. *Journal of Experimental Social Psychology*, 47(6), 1192–1197.  
<https://doi.org/10.1016/j.jesp.2011.04.017>
- Brand, R., & Cheval, B. (2019). Theories to explain exercise motivation and physical inactivity: Ways of expanding our current theoretical perspective. *Frontiers in Psychology*, 10, 1147.  
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01147>



- Brand, R., & Ekkekakis, P. (2018). Affective–reflective theory of physical inactivity and exercise. *German Journal of Exercise and Sport Research*, 48(1), 48–58.  
<https://doi.org/10.1007/s12662-017-0477-9>
- Brand, R., & Schweizer, G. (2015). Going to the gym or to the movies? Situated decisions as a functional link connecting automatic and reflective evaluations of exercise with exercising behavior. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 37(1), 63–73.  
<https://doi.org/10.1123/jsep.2014-0018>
- Brown, D. M. Y., Teseo, A. J., & Bray, S. R. (2016). Effects of autonomous motivational priming on motivation and affective responses towards high-intensity interval training. *Journal of Sports Sciences*, 34(16), 1491–1499.  
<https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1119301>
- Brown, T. A. (2006). Confirmatory factor analysis for applied research. *Choice Reviews Online*, 44(05), 44-2769-44–2769. <https://doi.org/10.5860/choice.44-2769>
- Brunet, J., Gunnell, K. E., Gaudreau, P., & Sabiston, C. M. (2015). An integrative analytical framework for understanding the effects of autonomous and controlled motivation. *Personality and Individual Differences*, 84, 2–15.  
<https://doi.org/10.1016/j.paid.2015.02.034>
- Bürgler, S., Hoyle, R. H., & Hennecke, M. (2021). Flexibility in using self-regulatory strategies to manage self-control conflicts: The role of metacognitive knowledge, strategy repertoire, and feedback monitoring. *European Journal of Personality*, 35(6), 861–880.  
<https://doi.org/10.1177/0890207021992907>
- Canadian Fitness and Lifestyle Research Institute. (2018). *Physical activity monitor: facts and figures*.  
[http://www.cflri.ca/sites/default/files/node/95/files/PAM2008FactsFigures\\_Bulletin14\\_Intention\\_to\\_be\\_activeEN.pdf](http://www.cflri.ca/sites/default/files/node/95/files/PAM2008FactsFigures_Bulletin14_Intention_to_be_activeEN.pdf).
- Carraro, N., & Gaudreau, P. (2013). Spontaneous and experimentally induced action planning and coping planning for physical activity: A meta-analysis. *Psychology of Sport and Exercise*, 14(2), 228–248.  
<https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2012.10.004>
- Carver, C. S., & Scheier, M. F. (1982). Control theory: A useful conceptual framework for personality–social, clinical, and health psychology. *Psychological Bulletin*, 92(1), 111–135.  
<https://doi.org/10.1037/0033-2909.92.1.111>

- 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* 100(2), 126–131.
- Cerin, E., Leslie, E., Sugiyama, T., & Owen, N. (2010). Perceived barriers to leisure-time physical activity in adults: An ecological perspective. *Journal of Physical Activity and Health*, 7(4), 451–459.  
<https://doi.org/10.1123/jpah.7.4.451>
- Chalabaev, A., Cheval, B., Maltagliati, S., Saoudi, I., & Sniehotta, F. F. (2023). Beyond individual cognitions: Time for intervention science to focus on health context and audience. *Journal of Physical Activity and Health*, 1–6.  
<https://doi.org/10.1123/jpah.2023-0072>
- Chalabaev, A., Sieber, S., Sander, D., Cullati, S., Maltagliati, S., Sarrazin, P., ... & Cheval, B. (2022). Early-life socioeconomic circumstances and physical activity in older age: women pay the price. *Psychological Science*, 33(2), 212-223.  
<https://doi.org/10.1177/09567976211036061>
- Chastin, S. F. M., Abaraogu, U., Bourgois, J. G., Dall, P. M., Darnborough, J., Duncan, E., Dumortier, J., Pavón, D. J., McParland, J., Roberts, N. J., & Hamer, M. (2021). Effects of regular physical activity on the immune system, vaccination and risk of community-acquired infectious disease in the general population: Systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 51(8), 1673–1686.  
<https://doi.org/10.1007/s40279-021-01466-1>
- Cheval, B., & Boisgontier, M. P. (2021). The theory of effort minimization in physical activity. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 49(3), 168–178.  
<https://doi.org/10.1249/jes.0000000000000252>
- Cheval, B., Cabral, D. A. R., Daou, M., Bacelar, M. F. B., Parma, J. O., Forestier, C., Orsholits, D., Maltagliati, S., Sander, D., Boisgontier, M. P., & Miller, M. W. (2021). Inhibitory control elicited by physical activity and inactivity stimuli: An electroencephalography study. *Motivation Science*, 7(4), 386–399.  
<https://doi.org/10.1037/mot0000236>
- Cheval, B., Daou, M., Cabral, D. A. R., Bacelar, M. F. B., Parma, J. O., Forestier, C., Orsholits, D., Sander, D., Boisgontier, M. P., & Miller, M. W. (2020). Higher inhibitory control is required to escape the innate attraction to effort minimization. *Psychology of Sport and Exercise*, 51, 101781.  
<https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2020.101781>

- Cheval, B., Finckh, A., Maltagliati, S., Fessler, L., Cullati, S., Sander, D., Friese, M., Wiers, R. W., Boisgontier, M. P., Courvoisier, D. S., & Luthy, C. (2021). Cognitive-bias modification intervention to improve physical activity in patients following a rehabilitation programme: protocol for the randomised controlled IMPACT trial. *BMJ Open*, *11*(9).  
<https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-053845>
- Cheval, B., Miller, M. W., Orsholits, D., Berry, T., Sander, D., & Boisgontier, M. (2019). Physically active individuals look for more: An eye tracking study of attentional bias. *Psychophysiology*, *57*(6).  
<https://doi.org/10.1111/psyp.13582>
- Cheval, B., Orsholits, D., Sieber, S., Courvoisier, D., Cullati, S., & Boisgontier, M. P. (2020). Relationship between decline in cognitive resources and physical activity. *Health Psychology*, *39*(6), 519–528.  
<https://doi.org/10.1037/hea0000857>
- Cheval, B., Radel, R., Neva, J. L., Boyd, L. A., Swinnen, S. P., Sander, D., & Boisgontier, M. P. (2018). Behavioral and neural evidence of the rewarding value of exercise behaviors: A systematic review. *Sports Medicine*, *48*(6), 1389–1404.  
<https://doi.org/10.1007/s40279-018-0898-0>
- Cheval, B., Rebar, A. L., Miller, M. W., Sieber, S., Orsholits, D., Baranyi, G., Courvoisier, D., Cullati, S., Sander, D., Chalabaev, A., & Boisgontier, M. P. (2019). Cognitive resources moderate the adverse impact of poor perceived neighborhood conditions on self-reported physical activity of older adults. *Preventive Medicine*, *126*, 105741.  
<https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2019.05.029>
- Cheval, B., Sarrazin, P., Boisgontier, M. P., & Radel, R. (2017). Temptations toward behaviors minimizing energetic costs (BMEC) automatically activate physical activity goals in successful exercisers. *Psychology of Sport and Exercise*, *30*, 110–117.  
<https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2017.02.006>
- Cheval, B., Sarrazin, P., Isoard-Gauthier, 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.  
<https://doi.org/10.1037/hea0000102>
- Cheval, B., Sarrazin, P., Isoard-Gauthier, 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.

- <https://doi.org/10.1016/j.paid.2016.02.067>
- 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).  
<https://doi.org/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.  
<https://doi.org/10.1123/jpah.2015-0597>
- Cheval, B., Sieber, S., Maltagliati, S., Millet, G. P., Formánek, T., Chalabaev, A., Cullati, S., & Boisgontier, M. P. (2021). Muscle strength is associated with COVID-19 hospitalization in adults 50 years of age or older. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, *12*(5), 1136–1143.  
<https://doi.org/10.1002/jcsm.12738>
- Cheval, B., Sivaramakrishnan, H., Maltagliati, S., Fessler, L., Forestier, C., Sarrazin, P., Orsholits, D., Chalabaev, A., Sander, D., Ntoumanis, N., & Boisgontier, M. P. (2020). Relationships between changes in self-reported physical activity, sedentary behaviour and health during the coronavirus (COVID-19) pandemic in France and Switzerland. *Journal of Sports Sciences*, *39*(6), 699–704.  
<https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1841396>
- Cheval, B., Tipura, E., Burra, N., Frossard, J., Chanal, J., Orsholits, D., Radel, R., & Boisgontier, M. P. (2018). Avoiding sedentary behaviors requires more cortical resources than avoiding physical activity: An EEG study. *Neuropsychologia*, *119*, 68–80.  
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2018.07.029>
- Chevance, G., Bernard, P., Chamberland, P. E., & Rebar, A. (2019). The association between implicit attitudes toward physical activity and physical activity behaviour: a systematic review and correlational meta-analysis. *Health Psychology Review*, *13*(3), 248–276.  
<https://doi.org/10.1080/17437199.2019.1618726>
- 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.  
<https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2017.04.007>
- Collins, L. M., Schafer, J. L., & Kam, C. M. (2001). A comparison of inclusive and restrictive

- strategies in modern missing data procedures. *Psychological Methods*, 6(4), 330–351.  
<https://doi.org/10.1037/1082-989X.6.4.330>
- Conger, S. A., Toth, L. P., Cretsinger, C., Raustorp, A., Mitáš, J., Inoue, S., & Bassett, D. R. (2022). Time trends in physical activity using wearable devices: A systematic review and meta-analysis of studies from 1995 to 2017. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 54(2), 288–298.  
<https://doi.org/10.1249/mss.0000000000002794>
- Conner, M., & Norman, P. (2022). Understanding the intention-behavior gap: The role of intention strength. *Frontiers in Psychology*, 13.  
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.923464>
- Conner, M., Wilding, S., van Harreveld, F., & Dalege, J. (2021). Cognitive-affective inconsistency and ambivalence: Impact on the overall attitude–behavior relationship. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 47(4), 673–687.  
<https://doi.org/10.1177/0146167220945900>
- Conner, M., Wilding, S., Wright, C. E., & Sheeran, P. (2023). How does self-control promote health behaviors? a multi-behavior test of five potential pathways. *Annals of Behavioral Medicine*, 57(4), 313–322.  
<https://doi.org/10.1093/abm/kaac053>
- Connor, P., & Evers, E. R. K. (2020). The bias of individuals (in crowds): Why implicit bias is probably a noisily measured individual-level construct. *Perspectives on Psychological Science*, 15(6), 1329–1345.  
<https://doi.org/10.1177/1745691620931492>
- 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(4), 469–487.  
<https://doi.org/10.1037/0022-3514.89.4.469>
- Conroy, D. E., & Berry, T. R. (2017). Automatic affective evaluations of physical activity. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 45(4), 230–237. <https://doi.org/10.1249/jes.0000000000000120>
- 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. <https://doi.org/10.1007/s12160-010-9161-0>
- Conroy, D. E., & Kim, I. (2020). Heartphone: Mobile evaluative conditioning to enhance affective processes and promote physical activity. *Health Psychology*.

- <https://doi.org/10.1037/hea0000886>
- Constandt, B., Thibaut, E., De Bosscher, V., Scheerder, J., Ricour, M., & Willem, A. (2020). Exercising in times of lockdown: An analysis of the impact of covid-19 on levels and patterns of exercise among adults in belgium. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *17*(11), 4144.  
<https://doi.org/10.3390/ijerph17114144>
- Corneille, O., & Hütter, M. (2020). Implicit? What do you mean? A comprehensive review of the delusive implicitness construct in attitude research. *Personality and Social Psychology Review*, *24*(3), 212–232.  
<https://doi.org/10.1177/1088868320911325>
- Corr, P. J. (2013). Approach and avoidance behaviour: Multiple systems and their interactions. *Emotion Review*, *5*(3), 285–290.  
<https://doi.org/10.1177/1754073913477507>
- Craig, C. L., Marshall, A. L., Sjöström, M., Bauman, A. E., Booth, M. L., Ainsworth, B. E., Pratt, M., Ekelund, U. L. F., Yngve, A., & Sallis, J. F. (2003). International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *35*(8), 1381–1395.  
<https://doi.org/10.1249/01.mss.0000078924.61453.fb>
- Cumming, G. (2009). Inference by eye: Reading the overlap of independent confidence intervals. *Statistics in Medicine*, *28*(2), 205–220.  
<https://doi.org/10.1002/sim.3471>
- Dang, J. (2018). An updated meta-analysis of the ego depletion effect. *Psychological Research*, *82*(4), 645–651.  
<https://doi.org/10.1007/s00426-017-0862-x>
- Danner, U. N., Aarts, H., & de Vries, N. K. (2007). Habit formation and multiple means to goal attainment: Repeated retrieval of target means causes inhibited access to competitors. *Personality and Social Psychology Bulletin*, *33*(10), 1367–1379.  
<https://doi.org/10.1177/0146167207303948>
- de Ridder, D. T. D., Lensvelt-Mulders, G., Finkenauer, C., Stok, F. M., & Baumeister, R. F. (2012). Taking stock of self-control. *Personality and Social Psychology Review*, *16*(1), 76–99.  
<https://doi.org/10.1177/1088868311418749>
- Deschasaux-Tanguy, M., Druesne-Pecollo, N., Esseddik, Y., Szabo de Edelenyi, F., Alles, B., Andreeva, V. A., Baudry, J., Charreire, H., Deschamps, V., Egnell, M., Fezeu, L. K.,

- Galan, P., Julia, C., Kesse-Guyot, E., Latino-Martel, P., Oppert, J.-M., Peneau, S., Verdout, C., Hercberg, S., & Touvier, M. (2020). Diet and physical activity during the COVID-19 lockdown period (March-May 2020): results from the French NutriNet-Sante cohort study. *The American Journal of Clinical Nutrition*, *113*(4), 924–938.  
<https://doi.org/10.1093/ajcn/nqaa336>
- Diaz, K. M., Howard, V. J., Hutto, B., Colabianchi, N., Vena, J. E., Blair, S. N., & Hooker, S. P. (2016). Patterns of sedentary behavior in us middle-age and older adults: The REGARD study. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *48*(3), 430–438.  
<https://doi.org/10.1249/mss.0000000000000792>
- Dorris, D. C., Power, D. A., & Kenefick, E. (2012). Investigating the effects of ego depletion on physical exercise routines of athletes. *Psychology of Sport and Exercise*, *13*(2), 118–125.  
<https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2011.10.004>
- Downs, D. S., & Hausenblas, H. A. (2005). The theories of reasoned action and planned behavior applied to exercise: A meta-analytic update. *Journal of Physical Activity and Health*, *2*(1), 76–97.  
<https://doi.org/10.1123/jpah.2.1.76>
- Duckworth, Angela L., Gendler, T. S., & Gross, J. J. (2016). Situational strategies for self-control. *Perspectives on Psychological Science*, *11*(1), 35–55.  
<https://doi.org/10.1177/1745691615623247>
- Duckworth, Angela Lee, & Kern, M. L. (2011). A meta-analysis of the convergent validity of self-control measures. *Journal of Research in Personality*, *45*(3), 259–268.  
<https://doi.org/10.1016/j.jrp.2011.02.004>
- Dukes, D., Abrams, K., Adolphs, R., Ahmed, M. E., Beatty, A., Berridge, K. C., Broomhall, S., Brosch, T., Campos, J. J., Clay, Z., Clément, F., Cunningham, W. A., Damasio, A., Damasio, H., D'Arms, J., Davidson, J. W., de Gelder, B., Deonna, J., de Sousa, R., ... Sander, D. (2021). The rise of affectivism. *Nature Human Behaviour*, *5*(7), 816–820.  
<https://doi.org/10.1038/s41562-021-01130-8>
- Dunton, G. F. (2017). Ecological momentary assessment in physical activity research. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, *45*(1), 48–54.  
<https://doi.org/10.1249/jes.0000000000000092>
- Dyrstad, S. M., Hansen, B. H., Holme, I. M., & Anderssen, S. A. (2014). Comparison of self-reported versus accelerometer-measured physical activity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *46*(1), 99–106.

<https://doi.org/10.1249/mss.0b013e3182a0595f>

Eberl, C., Wiers, R. W., Pawelczack, S., Rinck, M., Becker, E. S., & Lindenmeyer, J. (2014). Implementation of approach bias re-training in alcoholism: how many sessions are needed? *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, *38*(2), 587–594.

<https://doi.org/10.1111/acer.12281>

Ekelund, U., Tarp, J., Steene-Johannessen, J., Hansen, B. H., Jefferis, B., Fagerland, M. W., Whincup, P., Diaz, K. M., Hooker, S. P., Chernofsky, A., Larson, M. G., Spartano, N., Vasan, R. S., Dohrn, I.-M., Hagströmer, M., Edwardson, C., Yates, T., Shiroma, E., Anderssen, S. A., & Lee, I.-M. (2019). Dose-response associations between accelerometry measured physical activity and sedentary time and all cause mortality: systematic review and harmonised meta-analysis. *BMJ*, *l4570*.

<https://doi.org/10.1136/bmj.l4570>

Enders, C., & Bandalos, D. (2001). The relative performance of full information maximum likelihood estimation for missing data in structural equation models. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, *8*(3), 430–457.

[https://doi.org/10.1207/s15328007sem0803\\_5](https://doi.org/10.1207/s15328007sem0803_5)

Enders, C. K. (2001). The impact of nonnormality on full information maximum-likelihood estimation for structural equation models with missing data. *Psychological Methods*, *6*(4), 352–370.

<https://doi.org/10.1037/1082-989x.6.4.352>

Enders, C. K. (2008). A note on the use of missing auxiliary variables in full information maximum likelihood-based structural equation models. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, *15*(3), 434–448.

<https://doi.org/10.1080/10705510802154307>

Epstein, L. H., & Roemmich, J. N. (2001). Reducing sedentary behavior: Role in modifying physical activity. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, *29*(3), 103–108.

<https://doi.org/10.1097/00003677-200107000-00003>

Erb, C. D., Moher, J., Sobel, D. M., & Song, J.-H. (2016). Reach tracking reveals dissociable processes underlying cognitive control. *Cognition*, *152*, 114–126.

<https://doi.org/10.1016/j.cognition.2016.03.015>

Eurobaromètre. (2022). Eurobaromètre sur le sport et l'activité physique.

Falk, J. R., Gollwitzer, P. M., Oettingen, G., & Gendolla, G. H. E. (2022). Task choice shields against incidental affective influences on effort-related cardiovascular response. *Psychophysiology*, *59*(7).



<https://doi.org/10.1111/psyp.14022>

Farajzadeh, A., Goubran, M., Beehler, A., Cherkaoui, N., Morrison, P., de Chanaleilles, M., Maltagliati, S., Cheval, B., Miller, M. W., Sheehy, L., Bilodeau, M., Orsholits, D., & Boisgontier, M. P. (2023). Automatic approach-avoidance tendency toward physical activity, sedentary, and neutral stimuli as a function of age, explicit affective attitude, and intention to be active. *Peer Community Journal*, 3.

<https://doi.org/10.24072/pcjournal.246>

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(2), 175–191.

<https://doi.org/10.3758/bf03193146>

Ferrand, L., Méot, A., Spinelli, E., New, B., Pallier, C., Bonin, P., Dufau, S., Mathôt, S., & Grainger, J. (2018). MEGALEX: A megastudy of visual and auditory word recognition. *Behavior Research Methods*, 50(3), 1285–1307.

<https://doi.org/10.3758/s13428-017-0943-1>

Fiedler, K., & Hütter, M. (2014). The limits of automaticity. In Y. T. J. Sherman, B. Gawronski (Ed.), *Dual process theories of the social mind* (pp. 497–513). New York: Guilford Press.

Fishbach, A., & Converse, B. A. (2010). Walking the line between goals and temptations: Asymmetric effects of counteractive control. In *Self Control in Society, Mind, and Brain* (pp. 389–407). Oxford University Press New York.

<https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195391381.003.0021>

Fishbach, A., Friedman, R. S., & Kruglanski, A. W. (2003). Leading us not into temptation: Momentary allurements elicit overriding goal activation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 84(2), 296–309.

<https://doi.org/10.1037/0022-3514.84.2.296>

Fishbach, A., & Shah, J. Y. (2006). Self-control in action: Implicit dispositions toward goals and away from temptations. *Journal of Personality and Social Psychology*, 90(5), 820–832.

<https://doi.org/10.1037/0022-3514.90.5.820>

Fishbach, A., Zhang, Y., & Trope, Y. (2010). Counteractive evaluation: Asymmetric shifts in the implicit value of conflicting motivations. *Journal of Experimental Social Psychology*, 46(1), 29–38.

<https://doi.org/10.1016/j.jesp.2009.09.008>

- Fleig, L., Pomp, S., Parschau, L., Barz, M., Lange, D., Schwarzer, R., & Lippke, S. (2013). From intentions via planning and behavior to physical exercise habits. *Psychology of Sport and Exercise, 14*(5), 632–639.  
<https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2013.03.006>
- Forestier, C., de Chanaleilles, M., Bartoletti, R., Cheval, B., Chalabaev, A., & Deschamps, T. (2023). Are trait self-control and self-control resources mediators of relations between executive functions and health behaviors? *Psychology of Sport and Exercise, 67*.  
<https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2023.102410>
- Forestier, C., Chanaleilles, M. de, Boisgontier, M. P., & Chalabaev, A. (2022). From ego depletion to self-control fatigue: A review of criticisms along with new perspectives for the investigation and replication of a multicomponent phenomenon. *Motivation Science, 8*(1), 19–32.  
<https://doi.org/10.1037/mot0000262>
- Forestier, C., Sarrazin, P., Allenet, B., Gauchet, A., Heuzé, J.-P., & Chalabaev, A. (2018). “Are you in full possession of your capacity?”. A mechanistic self-control approach at trait and state levels to predict different health behaviors. *Personality and Individual Differences, 134*, 214–221.  
<https://doi.org/10.1016/j.paid.2018.05.044>
- Forscher, P. S., Lai, C. K., Axt, J. R., Ebersole, C. R., Herman, M., Devine, P. G., & Nosek, B. A. (2019). A meta-analysis of procedures to change implicit measures. *Journal of Personality and Social Psychology, 117*(3), 522–559.  
<https://doi.org/10.1037/pspa0000160>
- Fournier, M., d’Arripe-Longueville, F., Rovere, C., Easthope, C. S., Schwabe, L., El Methni, J., & Radel, R. (2017). Effects of circadian cortisol on the development of a health habit. *Health Psychology, 36*(11), 1059–1064.  
<https://doi.org/10.1037/hea0000510>
- Francis, Z., Jebanesan, A., & Inzlicht, M. (2022). Leading us unto temptation? No evidence for an asymmetry in automatic associations between goals and temptations. *Collabra: Psychology, 8*(1).  
<https://doi.org/10.1525/collabra.31030>
- Fredslund, E. K., & Leppin, A. (2019). Can the easter break induce a long-term break of exercise routines? An analysis of danish gym data using a regression discontinuity design. *BMJ Open, 9*(2), e024043.  
<https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-024043>

- Freeman, J. B., Dale, R., & Farmer, T. A. (2011). Hand in motion reveals mind in motion. *Frontiers in Psychology, 2*.  
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2011.00059>
- Friese, M., & Hofmann, W. (2009). Control me or I will control you: Impulses, trait self-control, and the guidance of behavior. *Journal of Research in Personality, 43*(5), 795–805.  
<https://doi.org/10.1016/j.jrp.2009.07.004>
- Friese, M., Hofmann, W., & Schmitt, M. (2008). 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*(1), 285–338.  
<https://doi.org/10.1080/10463280802556958>
- Friese, M., Hofmann, W., & Wänke, M. (2008). When impulses take over: Moderated predictive validity of explicit and implicit attitude measures in predicting food choice and consumption behaviour. *British Journal of Social Psychology, 47*(3), 397–419.  
<https://doi.org/10.1348/014466607X241540>
- Friese, M., Hofmann, W., & Wiers, R. W. (2011). On taming horses and strengthening riders: Recent developments in research on interventions to improve self-control in health behaviors. *Self and Identity, 10*(3), 336–351.  
<https://doi.org/10.1080/15298868.2010.536417>
- Frossard, J., & Renaud, O. (2019). The correlation structure of mixed effects models with crossed random effects in controlled experiments. <http://arxiv.org/abs/1903.10766>
- Fuchs, R., Goehner, W., & Seelig, H. (2011). Long-term effects of a psychological group intervention on physical exercise and health: The MoVo concept. *Journal of Physical Activity and Health, 8*(6), 794–803.  
<https://doi.org/10.1123/jpah.8.6.794>
- Fujita, K. (2011). On conceptualizing self-control as more than the effortful inhibition of impulses. *Personality and Social Psychology Review, 15*(4), 352–366.  
<https://doi.org/10.1177/1088868311411165>
- Fujita, K., & Carnevale, J. J. (2012). Transcending temptation through abstraction. *Current Directions in Psychological Science, 21*(4), 248–252.  
<https://doi.org/10.1177/0963721412449169>
- Fujita, K., Carnevale, J. J., & Trope, Y. (2018). Understanding self-control as a whole vs. part dynamic. *Neuroethics, 11*(3), 283–296.  
<https://doi.org/10.1007/s12152-016-9250-2>

- Fujita, K., & Han, H. A. (2009). Moving beyond deliberative control of impulses. *Psychological Science, 20*(7), 799–804.  
<https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2009.02372.x>
- Fujita, K., Orvell, A., & Kross, E. (2020). Smarter, not harder: A toolbox approach to enhancing self-control. *Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences, 7*(2), 149–156.  
<https://doi.org/10.1177/2372732220941242>
- Fujita, K., Trope, Y., Liberman, N., & Levin-Sagi, M. (2006). Construal levels and self-control. *Journal of Personality and Social Psychology, 90*(3), 351–367.  
<https://doi.org/10.1037/0022-3514.90.3.351>
- Galla, B. M., & Duckworth, A. L. (2015). More than resisting temptation: Beneficial habits mediate the relationship between self-control and positive life outcomes. *Journal of Personality and Social Psychology, 109*(3), 508–525.  
<https://doi.org/10.1037/pspp0000026>
- Gallè, F., Sabella, E. A., Ferracuti, S., De Giglio, O., Caggiano, G., Protano, C., Valeriani, F., Parisi, E. A., Valerio, G., Liguori, G., Montagna, M. T., Romano Spica, V., Da Molin, G., Orsi, G. B., & Napoli, C. (2020). Sedentary Behaviors and Physical Activity of Italian Undergraduate Students during Lockdown at the Time of CoViD–19 Pandemic. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 17*(17), 6171.  
<https://doi.org/10.3390/ijerph17176171>
- Gardner, B. (2012). Habit as automaticity, not frequency. *European Health Psychologist, 14*(2), 32–36.
- Gardner, B. (2015). A review and analysis of the use of ‘habit’ in understanding, predicting and influencing health-related behaviour. *Health Psychology Review, 9*(3), 277–295.  
<https://doi.org/10.1080/17437199.2013.876238>
- Gardner, B., Abraham, C., Lally, P., & de Bruijn, G.-J. (2012). Towards parsimony in habit measurement: Testing the convergent and predictive validity of an automaticity subscale of the Self-Report Habit Index. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity, 9*(1), 102.  
<https://doi.org/10.1186/1479-5868-9-102>
- Gardner, B., de Bruijn, G.-J., & Lally, P. (2011). A Systematic Review and Meta-analysis of Applications of the Self-Report Habit Index to Nutrition and Physical Activity Behaviours. *Annals of Behavioral Medicine, 42*(2), 174–187.  
<https://doi.org/10.1007/s12160-011-9282-0>

- Gardner, B., & Lally, P. (2013). Does intrinsic motivation strengthen physical activity habit? Modeling relationships between self-determination, past behaviour, and habit strength. *Journal of Behavioral Medicine, 36*(5), 488–497.  
<https://doi.org/10.1007/s10865-012-9442-0>
- Gardner, B., & Lally, P. (2018). Modelling habit formation and its determinants. In *The Psychology of Habit: Theory, Mechanisms, Change, and Contexts* (pp. 207–229). Springer International Publishing.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-319-97529-0\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-319-97529-0_12)
- Gardner, B., Lally, P., & Rebar, A. L. (2020). Does habit weaken the relationship between intention and behaviour? Revisiting the habit-intention interaction hypothesis. *Social and Personality Psychology Compass, 14*(8).  
<https://doi.org/10.1111/spc3.12553>
- Gardner, B., Rebar, A. L., & Lally, P. (2020). ‘Habitually deciding’ or ‘habitually doing’? A response to Hagger (2019). *Psychology of Sport and Exercise, 47*, 101539.  
<https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2019.05.008>
- Gaudreau, P., Carraro, N., & Miranda, D. (2012). From goal motivation to goal progress: the mediating role of coping in the Self-Concordance Model. *Anxiety, Stress & Coping, 25*(5), 507–528.  
<https://doi.org/10.1080/10615806.2011.628015>
- Gennara, A., Peetz, J., & Milyavskaya, M. (2023). When more is less: Self-control strategies are seen as less indicative of self-control than just willpower. *Journal of Experimental Social Psychology, 106*, 104457.  
<https://doi.org/10.1016/j.jesp.2023.104457>
- Gillath, O., Mikulincer, M., Birnbaum, G. E., & Shaver, P. R. (2008). When sex primes love: Subliminal sexual priming motivates relationship goal pursuit. *Personality and Social Psychology Bulletin, 34*(8), 1057–1069.  
<https://doi.org/10.1177/0146167208318141>
- Gillebaart, M., & Adriaanse, M. A. (2017). Self-control predicts exercise behavior by force of habit: a conceptual replication of Adriaanse et al. (2014). *Frontiers in Psychology, 8*.  
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00190>
- Gillebaart, M., & de Ridder, D. T. D. (2015). Effortless self-control: A novel perspective on response conflict strategies in trait self-control. *Social and Personality Psychology Compass, 9*(2), 88–99.  
<https://doi.org/10.1111/spc3.12160>

- Godlee, F. (2019). The miracle cure. *BMJ*, 15605. <https://doi.org/10.1136/bmj.15605>
- Gollwitzer, P. M., & Sheeran, P. (2006). Implementation intentions and goal achievement: A meta-analysis of effects and processes. *Advances in Experimental Social Psychology*, 38, 69–119.  
[https://doi.org/10.1016/s0065-2601\(06\)38002-1](https://doi.org/10.1016/s0065-2601(06)38002-1)
- Graham, J. W. (2003). Adding missing-data-relevant variables to fimo-based structural equation models. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 10(1), 80–100. [https://doi.org/10.1207/S15328007sem1001\\_4](https://doi.org/10.1207/S15328007sem1001_4)
- Green, J. A. (2021). Too many zeros and/or highly skewed? A tutorial on modelling health behaviour as count data with Poisson and negative binomial regression. *Health Psychology and Behavioral Medicine*, 9(1), 436–455.  
<https://doi.org/10.1080/21642850.2021.1920416>
- Greenwald, A. G., McGhee, D. E., & Schwartz, J. L. K. (1998). Measuring individual differences in implicit cognition: the implicit association test. *Journal of Personality and Social Psychology*, 74(6), 1464.  
<https://doi/10.1037//0022-3514.74.6.1464>
- Greenwald, A. G., Nosek, B. A., & Banaji, M. R. (2003). Understanding and using the Implicit Association Test: An improved scoring algorithm. *Journal of Personality and Social Psychology*, 85(2), 197–216.  
<https://doi.org/10.1037/0022-3514.85.2.197>
- Grimby, G., Börjesson, M., Jonsdottir, I. H., Schnohr, P., Thelle, D. S., & Saltin, B. (2015). The “Saltin-Grimby Physical Activity Level Scale” and its application to health research. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 25, 119–125.  
<https://doi.org/10.1111/sms.12611>
- Gustavson, K., von Soest, T., Karevold, E., & Røysamb, E. (2012). Attrition and generalizability in longitudinal studies: findings from a 15-year population-based study and a Monte Carlo simulation study. *BMC Public Health*, 12(1), 918.  
<https://doi.org/10.1186/1471-2458-12-918>
- Guthold, R., Stevens, G. A., Riley, L. M., & Bull, F. C. (2018). Worldwide trends in insufficient physical activity from 2001 to 2016: a pooled analysis of 358 population-based surveys with 1.9 million participants. *The Lancet Global Health*, 6(10), 1077–1086.  
[https://doi.org/10.1016/S2214-109x\(18\)30357-7](https://doi.org/10.1016/S2214-109x(18)30357-7)
- Guthold, R., Stevens, G. A., Riley, L. M., & Bull, F. C. (2020). Global trends in insufficient

- physical activity among adolescents: a pooled analysis of 298 population-based surveys with 1.6 million participants. *The Lancet Child & Adolescent Health*, 4(1), 23–35.  
[https://doi.org/10.1016/s2352-4642\(19\)30323-2](https://doi.org/10.1016/s2352-4642(19)30323-2)
- Hagger, M. S., Chatzisarantis, N. L. D., Alberts, H., Anggono, C. O., Batailler, C., Birt, A. R., Brand, R., Brandt, M. J., Brewer, G., Bruyneel, S., Calvillo, D. P., Campbell, W. K., Cannon, P. R., Carlucci, M., Carruth, N. P., Cheung, T., Crowell, A., De Ridder, D. T. D., Dewitte, S., ... Zwieneberg, M. (2016). A multilab preregistered replication of the ego-depletion effect. *Perspectives on Psychological Science*, 11(4), 546–573.  
<https://doi.org/10.1177/1745691616652873>
- 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 and Exercise Psychology*, 24(1), 3–32.  
<https://doi.org/10.1123/jsep.24.1.3>
- Hagger, M.S., & Luszczynska, A. (2014). Implementation intention and action planning interventions in health contexts: State of the research and proposals for the way forward. *Applied Psychology: Health and Well-Being*, 6(1), 1–47.  
<https://doi.org/10.1111/aphw.12017>
- Hagger, M. S., Rebar, A. L., Mullan, B., Lipp, O. V., & Chatzisarantis, N. L. D. (2015). The subjective experience of habit captured by self-report indexes may lead to inaccuracies in the measurement of habitual action. *Health Psychology Review*, 9(3), 296–302.  
<https://doi.org/10.1080/17437199.2014.959728>
- Hagger, Martin S, & Chatzisarantis, N. L. D. (2014). An integrated behavior change model for physical activity. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 42(2), 62–69.  
<https://doi.org/10.1249/jes.0000000000000008>
- Hagströmer, M., Oja, P., & Sjöström, M. (2006). The International Physical Activity Questionnaire (IPAQ): a study of concurrent and construct validity. *Public Health Nutrition*, 9(6), 755–762.  
<https://doi.org/10.1079/phn2005898>
- Hannan, T. E., Moffitt, R. L., Neumann, D. L., & Kemps, E. (2019). Implicit approach–avoidance associations predict leisure-time exercise independently of explicit exercise motivation. *Sport, Exercise, and Performance Psychology*, 8(2), 210–222.  
<https://doi.org/10.1037/spy0000145>
- Hayes, C., & Kriska, A. (2008). Role of physical activity in diabetes management and

- prevention. *Journal of the American Dietetic Association*, 108(4), S19–S23.  
<https://doi.org/10.1016/j.jada.2008.01.016>
- Haynes, A., Kemps, E., Moffitt, R., & Mohr, P. (2014). Resisting temptation of unhealthy food: interaction between temptation-elicited goal activation and self-control. *Motivation and Emotion*, 38(4), 485–495.  
<https://doi.org/10.1007/s11031-014-9393-6>
- Heckhausen, H., & Gollwitzer, P. M. (1987). Thought contents and cognitive functioning in motivational versus volitional states of mind. *Motivation and Emotion*, 11(2), 101–120.  
<https://doi.org/10.1007/BF00992338>
- Higgins, E. T. (1997). Beyond pleasure and pain. *American Psychologist*, 52(12), 1280–1300.  
<https://doi.org/10.1037/0003-066x.52.12.1280>
- Higgins, E. T., Pierro, A., & Kruglanski, A. W. (2008). Re-thinking culture and personality: How self-regulatory universals create cross-cultural differences. In *Handbook of Motivation and Cognition Across Cultures* (pp. 161–190). Elsevier.  
<https://doi.org/10.1016/b978-0-12-373694-9.00008-8>
- Hofmann, W., Baumeister, R. F., Förster, G., & Vohs, K. D. (2012). Everyday temptations: An experience sampling study of desire, conflict, and self-control. *Journal of Personality and Social Psychology*, 102(6), 1318–1335.  
<https://doi.org/10.1037/a0026545>
- Hofmann, W., Friese, M., & Strack, F. (2009). Impulse and self-control from a dual-systems perspective. *Perspectives on Psychological Science*, 4(2), 162–176.  
<https://doi.org/10.1111/j.1745-6924.2009.01116.x>
- 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.  
<https://doi.org/10.1080/17437190802617668>
- Hofmann, W., Rauch, W., & Gawronski, B. (2007). And deplete us not into temptation: Automatic attitudes, dietary restraint, and self-regulatory resources as determinants of eating behavior. *Journal of Experimental Social Psychology*, 43(3), 497–504.  
<https://doi.org/10.1016/j.jesp.2006.05.004>
- Holding, A. C., Hope, N. H., Harvey, B., Marion Jetten, A. S., & Koestner, R. (2017). Stuck in limbo: Motivational antecedents and onsequences of experiencing action crises in personal goal pursuit. *Journal of Personality*, 85(6), 893–905.  
<https://doi.org/10.1111/jopy.12296>



- Inzlicht, M., & Berkman, E. (2015). Six questions for the resource model of control (and some answers). *Social and Personality Psychology Compass*, 9(10), 511–524.  
<https://doi.org/10.1111/spc3.12200>
- Inzlicht, M., & Friese, M. (2021). Willpower is overrated. *Behavioral and Brain Sciences*, 44.  
<https://doi.org/10.1017/s0140525x20000795>
- Inzlicht, M., Werner, K. M., Briskin, J. L., & Roberts, B. W. (2021). Integrating models of self-regulation. *Annual Review of Psychology*, 72(1), 319–345.  
<https://doi.org/10.1146/annurev-psych-061020-105721>
- Jamshidian, M., Jalal, S., & Jansen, C. (2014). MissMech : An R package for testing homoscedasticity, multivariate normality, and missing completely at random (MCAR). *Journal of Statistical Software*, 56(6).  
<https://doi.org/10.18637/jss.v056.i06>
- Jayasinghe, H., Short, C. E., Braunack-Mayer, A., Merkin, A., & Hume, C. (2020). Evidence regarding automatic processing computerized tasks designed for health interventions in real-world settings among adults: systematic scoping review. *Journal of Medical Internet Research*, 22(7).  
<https://doi.org/10.2196/17915>
- Judah, G., Gardner, B., & Aunger, R. (2013). Forming a flossing habit: An exploratory study of the psychological determinants of habit formation. *British Journal of Health Psychology*, 18(2), 338–353.  
<https://doi.org/10.1111/j.2044-8287.2012.02086.x>
- Judah, G., Gardner, B., Kenward, M. G., DeStavola, B., & Aunger, R. (2018). Exploratory study of the impact of perceived reward on habit formation. *BMC Psychology*, 6(1), 62.  
<https://doi.org/10.1186/s40359-018-0270-z>
- Judd, C. M., Westfall, J., & Kenny, D. A. (2012). Treating stimuli as a random factor in social psychology: A new and comprehensive solution to a pervasive but largely ignored problem. *Journal of Personality and Social Psychology*, 103(1), 54.  
<https://doi.org/10.1037/a0028347>
- Judd, C. M., Westfall, J., & Kenny, D. A. (2017). Experiments with more than one random factor: Designs, analytic models, and statistical power. *Annual Review of Psychology*, 68, 601–625.  
<https://doi.org/10.1146/annurev-psych-122414-033702>
- Jung, T., & Wickrama, K. A. S. (2008). An introduction to latent class growth analysis and growth mixture modeling. *Social and Personality Psychology Compass*, 2(1), 302–317.

- <https://doi.org/10.1111/j.1751-9004.2007.00054.x>
- Kaushal, N., Keith, N., Aguiñaga, S., & Hagger, M. S. (2020). Social cognition and socioecological predictors of home-based physical activity intentions, planning, and habits during the covid-19 pandemic. *Behavioral Sciences, 10*(9), 133.  
<https://doi.org/10.3390/bs10090133>
- Kaushal, N., & Rhodes, R. E. (2015). Exercise habit formation in new gym members: a longitudinal study. *Journal of Behavioral Medicine, 38*(4), 652–663.  
<https://doi.org/10.1007/s10865-015-9640-7>
- Klein-Flügge, M. C., Kennerley, S. W., Friston, K., & Bestmann, S. (2016). Neural signatures of value comparison in human cingulate cortex during decisions requiring an effort-reward trade-off. *Journal of Neuroscience, 36*(39), 10002–10015.  
<https://doi.org/10.1523/jneurosci.0292-16.2016>
- Kline, R. B. (2015). Principles and practice of structural equation modeling (4th ed.). New York: Guilford Press.
- Koestner, R., Otis, N., Powers, T. A., Pelletier, L., & Gagnon, H. (2008). Autonomous motivation, controlled motivation, and goal progress. *Journal of Personality, 76*(5), 1201–1230.  
<https://doi.org/10.1111/j.1467-6494.2008.00519.x>
- Kopetz, C., MacPherson, L., Mitchell, A. D., Houston-Ludlam, A. N., & Wiers, R. W. (2017). A novel training approach to activate alternative behaviors for smoking in depressed smokers. *Experimental and Clinical Psychopharmacology, 25*(1), 50–60.  
<https://doi.org/10.1037/pha0000108>
- Kotabe, H. P., & Hofmann, W. (2015). On integrating the components of self-control. *Perspectives on Psychological Science, 10*(5), 618–638.  
<https://doi.org/10.1177/1745691615593382>
- 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.  
<https://doi.org/10.1080/02699930903047298>
- Kroese, F. M., Adriaanse, M. A., Evers, C., & De Ridder, D. T. D. (2011). “Instant success.” *Personality and Social Psychology Bulletin, 37*(10), 1389–1397.  
<https://doi.org/10.1177/0146167211410889>
- Kuhl, J. (1984). Volitional Aspects of Achievement Motivation and Learned Helplessness: Toward a Comprehensive Theory of Action Control (pp. 99–171).

- <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-541413-5.50007-3>
- Kurzban, R. (2010). Does the brain consume additional glucose during self-control tasks? *Evolutionary Psychology*, 8(2).  
<https://doi.org/10.1177/147470491000800208>
- Kuznetsova, A., Brockhoff, P. B., & Christensen, R. H. B. (2015). Package ‘lmerTest.’ *R Package Version*, 2(0).
- Lai, C. K., Hoffman, K. M., & Nosek, B. A. (2013). Reducing implicit prejudice. *Social and Personality Psychology Compass*, 7(5), 315–330.  
<https://doi.org/10.1111/spc3.12023>
- Lakens, D., & Caldwell, A. R. (2021). Simulation-based power analysis for factorial analysis of variance designs. *Advances in Methods and Practices in Psychological Science*, 4(1), 251524592095150.  
<https://doi.org/10.1177/2515245920951503>
- Lally, P., & Gardner, B. (2013). Promoting habit formation. *Health Psychology Review*, 7(1).  
<https://doi.org/10.1080/17437199.2011.603640>
- Lally, P., Van Jaarsveld, C. H. M., Potts, H. W. W., & Wardle, J. (2010). How are habits formed: Modelling habit formation in the real world. *European Journal of Social Psychology*, 40(6), 998–1009.  
<https://doi.org/10.1002/ejsp.674>
- Larsen, J. K., & Hollands, G. J. (2021). Targeting automatic processes to reduce unhealthy behaviours: a process framework. *Health Psychology Review*, 1–16.  
<https://doi.org/10.1080/17437199.2021.1876572>
- 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.  
<https://doi.org/10.1186/1479-5868-7-36>
- Leduc-Cummings, I., Milyavskaya, M., & Peetz, J. (2017). Goal motivation and the subjective perception of past and future obstacles. *Personality and Individual Differences*, 109, 160–165.  
<https://doi.org/10.1016/j.paid.2016.12.052>
- Leduc-Cummings, I., Werner, K. M., Milyavskaya, M., Dominick, J. K., & Cole, S. (2022). Experiencing obstacles during goal pursuit: The role of goal motivation and trait self-control. *Journal of Research in Personality*, 99, 104231.

- <https://doi.org/10.1016/j.jrp.2022.104231>
- Lee, I.-M. (2003). Physical activity and cancer prevention: Data from epidemiologic studies. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(11), 1823–1827.  
<https://doi.org/10.1249/01.mss.0000093620.27893.23>
- Lesser, I. A., & Nienhuis, C. P. (2020). The impact of covid-19 on physical activity behavior and well-being of Canadians. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(11), 3899.  
<https://doi.org/10.3390/ijerph17113899>
- Levesque, C., & Pelletier, L. G. (2003). On the Investigation of primed and chronic autonomous and heteronomous motivational orientations. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 29(12), 1570–1584.  
<https://doi.org/10.1177/0146167203256877>
- Levine, J. A. (2015). Sick of sitting. *Diabetologia*, 58(8), 1751–1758.  
<https://doi.org/10.1007/s00125-015-3624-6>
- Lewis, M. (2017). Addiction and the brain: Development, not disease. *Neuroethics*, 10(1), 7–18.  
<https://doi.org/10.1007/s12152-016-9293-4>
- Lieberman, D. E. (2015). Is exercise really medicine? An evolutionary perspective. *Current Sports Medicine Reports*, 14(4), 313–319.  
<https://doi.org/10.1249/jsr.0000000000000168>
- Lin, P.-Y., Wood, W., & Monterosso, J. (2016). Healthy eating habits protect against temptations. *Appetite*, 103, 432–440.  
<https://doi.org/10.1016/j.appet.2015.11.011>
- Lindner, C., Nagy, G., & Retelsdorf, J. (2015). The dimensionality of the Brief Self-Control Scale: An evaluation of unidimensional and multidimensional applications. *Personality and Individual Differences*, 86, 465–473.  
<https://doi.org/10.1016/j.paid.2015.07.006>
- Loewenstein, G. (2018). Self-control and its discontents: A commentary on Duckworth, Milkman, and Laibson. *Psychological Science in the Public Interest*, 19(3), 95–101.  
<https://doi.org/10.1177/1529100619828401>
- Lopez, R. B., Cosme, D., Werner, K. M., Saunders, B., & Hofmann, W. (2021). Associations between use of self-regulatory strategies and daily eating patterns: An experience sampling study in college-aged women. *Motivation and Emotion*, 45(6), 747–758.  
<https://doi.org/10.1007/s11031-021-09903-4>

- MacCallum, R. C., & Austin, J. T. (2000). Applications of structural equation modeling in psychological research. *Annual Review of Psychology*, *51*(1), 201–226.  
<https://doi.org/10.1146/annurev.psych.51.1.201>
- MacCallum, R. C., Browne, M. W., & Cai, L. (2006). Testing differences between nested covariance structure models: Power analysis and null hypotheses. *Psychological Methods*, *11*(1), 19–35.  
<https://doi.org/10.1037/1082-989x.11.1.19>
- Magaraggia, C., Dimmock, J., & Jackson, B. (2014). Motivational priming as a strategy for maximising exercise outcomes: effects on exercise goals and engagement. *Journal of Sports Sciences*, *32*(9), 826–835.  
<https://doi.org/10.1080/02640414.2013.862841>
- Maher, J. P., & Dunton, G. F. (2020). Within-day time-varying associations between motivation and movement-related behaviors in older adults. *Psychology of Sport and Exercise*, *47*.  
<https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2019.04.012>
- Maher, J. P., Rebar, A. L., & Dunton, G. F. (2021). The influence of context stability on physical activity and sedentary behaviour habit and behaviour: An ecological momentary assessment study. *British Journal of Health Psychology*, *bjhp.12509*.  
<https://doi.org/10.1111/bjhp.12509>
- Maltagliati, S., Sarrazin, P., Isoard-Gauthier, G., Pelletier, L., Rocchi, M., & Cheval, B. (2022). Automaticity mediates the association between action planning and physical activity, especially when autonomous motivation is high. *Psychology and Health*, *13*, 1–17.  
<https://doi.org/10.1080/08870446.2023.2188886>
- Maltagliati, S., Rebar, A., Fessler, L., Forestier, C., Sarrazin, P., Chalabaev, A., Sander, D., Sivaramakrishnan, H., Orsholits, D., Boisgontier, M. P., Ntoumanis, N., Gardner, B., & Cheval, B. (2021). Evolution of physical activity habits after a context change: The case of COVID-19 lockdown. *British Journal of Health Psychology*, *26*(4), 1135–1154  
<https://doi.org/10.1111/bjhp.12524>
- Maltagliati, S., Saoudi, I., Sarrazin, P., Cullati, S., Sieber, S., Chalabaev, A., & Cheval, B. (2022). Women carry the weight of deprivation on physical inactivity: Moderated mediation analyses in a European sample of adults over 50 years of age. *Social Science & Medicine - Population Health*, *20*.  
<https://doi.org/10.1016/j.ssmph.2022.101272>

- Maltagliati, S., Sarrazin, P., Fessler, L., Lebreton, M., & Cheval, B. (2022). Why people should run after positive affective experiences instead of health benefits. *Journal of Sport and Health Science*.  
<https://doi.org/10.1016/j.jshs.2022.10.005>
- Maltagliati, S., Sarrazin, P., Isoard-Gautheur, S., Rhodes, R. E., Boisgontier, M. P., & Cheval, B. (2021). I sit but I don't know why: Investigating the multiple precursors of leisure-time sedentary behaviors. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 93(3), 548–563.  
<https://doi.org/10.1080/02701367.2021.1877246>
- Maltagliati, S., Sieber, S., Sarrazin, P., Cullati, S., Chalabaev, A., Millet, G. P., Boisgontier, M. P., & Cheval, B. (2021). Muscle strength explains the protective effect of physical activity against COVID-19 hospitalization among adults aged 50 years and older. *Journal of Sports Sciences*, 39(24), 2796–2803.  
<https://doi.org/10.1080/02640414.2021.1964721>
- Markland, D., & Tobin, V. (2004). A modification to the behavioural regulation in exercise questionnaire to include an assessment of amotivation. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 26(2), 191–196.  
<https://doi.org/10.1123/jsep.26.2.191>
- 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. <https://doi.org/10.1126/science.1226918>
- McEachan, R. R. C., Conner, M., Taylor, N. J., & Lawton, R. J. (2011). Prospective prediction of health-related behaviours with the theory of planned behaviour: A meta-analysis. *Health Psychology Review*, 5(2), 97–144.  
<https://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(4), 592–612.  
<https://doi.org/10.1007/s12160-016-9798-4>
- Milyavskaya, M., Galla, B. M., Inzlicht, M., & Duckworth, A. L. (2021). More effort, less fatigue: The role of interest in increasing effort and reducing mental fatigue. *Frontiers in Psychology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.755858>
- Milyavskaya, M., & Inzlicht, M. (2017). What's so great about self-control? Examining the importance of effortful self-control and temptation in predicting real-life depletion and goal attainment. *Social Psychological and Personality Science*, 8(6), 603–611.

<https://doi.org/10.1177/1948550616679237>

- Milyavskaya, M., Inzlicht, M., Hope, N., & Koestner, R. (2015). Saying “no” to temptation: Want-to motivation improves self-regulation by reducing temptation rather than by increasing self-control. *Journal of Personality and Social Psychology, 109*(4), 677–693. <https://doi.org/10.1037/pspp0000045>
- Milyavskaya, M., Inzlicht, M., Johnson, T., & Larson, M. J. (2019). Reward sensitivity following boredom and cognitive effort: A high-powered neurophysiological investigation. *Neuropsychologia, 123*, 159–168. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2018.03.033>
- Milyavskaya, M., Saunders, B., & Inzlicht, M. (2021). Self-control in daily life: Prevalence and effectiveness of diverse self-control strategies. *Journal of Personality, 89*(4), 634–651. <https://doi.org/10.1111/jopy.12604>
- Moeller, F. G., Barratt, E. S., Dougherty, D. M., Schmitz, J. M., & Swann, A. C. (2001). Psychiatric aspects of impulsivity. *American Journal of Psychiatry, 158*(11), 1783–1793. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.158.11.1783>
- Molanorouzi, K., Khoo, S., & Morris, T. (2015). Motives for adult participation in physical activity: Type of activity, age, and gender. *BMC Public Health, 15*(1), 66. <https://doi.org/10.1186/s12889-015-1429-7>
- Murphy, S. L., & Taylor, I. M. (2022). Priming autonomous and controlling motivation and effects on persistence. *Current Psychology, 41*(6), 4112–4124. <https://doi.org/10.1007/s12144-020-00921-y>
- Myrseth, K. O. R., & Fishbach, A. (2009). Self-control: A function of knowing when and how to exercise restraint. *Current Directions in Psychological Science, 18*(4), 247–252. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8721.2009.01645.x>
- Naccache, L., & Dehaene, S. (2001). Unconscious semantic priming extends to novel unseen stimuli. *Cognition, 80*(3), 215–229. [https://doi.org/10.1016/S0010-0277\(00\)00139-6](https://doi.org/10.1016/S0010-0277(00)00139-6)
- Nash, J. C., & Varadhan, R. (2011). Unifying optimization algorithms to aid software system users: optimx for R. *Journal of Statistical Software, 43*(9), 1–14. <https://doi.org/10.18637/jss.v043.i09>
- Neal, D. T., Wood, W., Labrecque, J. S., & Lally, P. (2012). How do habits guide behavior? Perceived and actual triggers of habits in daily life. *Journal of Experimental Social Psychology, 48*(2), 492–498. <https://doi.org/10.1016/j.jesp.2011.10.011>

- Nelder, J. A., & Mead, R. (1965). A simplex method for function minimization. *The Computer Journal*, 7(4), 308–313.  
<https://doi.org/10.1093/comjnl/7.4.308>
- Ng, J. Y. Y., Ntoumanis, N., Thøgersen-Ntoumani, C., Deci, E. L., Ryan, R. M., Duda, J. L., & Williams, G. C. (2012). Self-determination theory applied to health contexts: A meta-analysis. *Perspectives on Psychological Science*, 7(4), 325–340.  
<https://doi.org/10.1177/1745691612447309>
- Ntoumanis, N., Healy, L. C., Sedikides, C., Duda, J., Stewart, B., Smith, A., & Bond, J. (2014). When the going gets tough: The “why” of goal striving matters. *Journal of Personality*, 82(3), 225–236.  
<https://doi.org/10.1111/jopy.12047>
- Ntoumanis, N., Healy, L. C., Sedikides, C., Smith, A. L., & Duda, J. L. (2014). Self-regulatory responses to unattainable goals: The role of goal motives. *Self and Identity*, 13(5), 594–612.  
<https://doi.org/10.1080/15298868.2014.889033>
- Ntoumanis, N., Ng, J. Y. Y., Prestwich, A., Quested, E., Hancox, J. E., Thøgersen-Ntoumani, C., Deci, E. L., Ryan, R. M., Lonsdale, C., & Williams, G. C. (2021). A meta-analysis of self-determination theory-informed intervention studies in the health domain: Effects on motivation, health behavior, physical, and psychological health. *Health Psychology Review*, 15(2), 214–244.  
<https://doi.org/10.1080/17437199.2020.1718529>
- Orbell, S., & Verplanken, B. (2010). The automatic component of habit in health behavior: Habit as cue-contingent automaticity. *Health Psychology*, 29(4), 374–383.  
<https://doi.org/10.1037/a0019596>
- Organisation Mondiale de la Santé (2016). *Physical activity strategy for the WHO European Region 2016-2025*. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/329407>
- Otis, N., & Pelletier, L. G. (2008). Women’s regulation styles for eating behaviors and outcomes: The mediating role of approach and avoidance food planning. *Motivation and Emotion*, 32(1), 55–67.  
<https://doi.org/10.1007/s11031-008-9083-3>
- Ouellette, J. A., & Wood, W. (1998). Habit and intention in everyday life: The multiple processes by which past behavior predicts future behavior. *Psychological Bulletin*, 124(1), 54–74.  
<https://doi.org/10.1037/0033-2909.124.1.54>



- Papies, E. K., Stroebe, W., & Aarts, H. (2008). Healthy cognition: Processes of self-regulatory success in restrained eating. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 34(9), 1290–1300.  
<https://doi.org/10.1177/0146167208320063>
- Parks–Stamm, E. J., Gollwitzer, P. M., & Oettingen, G. (2007). Action control by implementation intentions: Effective cue detection and efficient response initiation. *Social Cognition*, 25(2), 248–266.  
<https://doi.org/10.1521/soco.2007.25.2.248>
- Patton, J. H., Stanford, M. S., & Barratt, E. S. (1995). Factor structure of the Barratt impulsiveness scale. *Journal of Clinical Psychology*, 51(6), 768–774.
- Payne, B. K. (2008). What mistakes disclose: A process dissociation approach to automatic and controlled processes in social psychology. *Social and Personality Psychology Compass*, 2(2), 1073–1092.  
<https://doi.org/10.1111/j.1751-9004.2008.00091.x>
- Payne, B. K., Vuletich, H. A., & Lundberg, K. B. (2017). The bias of crowds: How implicit bias bridges personal and systemic prejudice. *Psychological Inquiry*, 28(4), 233–248.  
<https://doi.org/10.1080/1047840X.2017.1335568>
- Pelletier, L., Fortier, M., Vallerand, J., & Brière, N. (2001). Associations among perceived autonomy support, forms of self-regulation, and persistence: A prospective study. *Motivation and Emotion*, 25(4), 279–306.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1023/A:1014805132406>
- Pessiglione, M., Seymour, B., Flandin, G., Dolan, R. J., & Frith, C. D. (2006). Dopamine-dependent prediction errors underpin reward-seeking behaviour in humans. *Nature*, 442(7106), 1042–1045.  
<https://doi.org/10.1038/nature05051>
- Pfeffer, I., & Strobach, T. (2022). Physical activity automaticity, intention, and trait self-control as predictors of physical activity behavior: A dual-process perspective. *Psychology, Health & Medicine*, 27(5), 1021–1034.  
<https://doi.org/10.1080/13548506.2020.1842472>
- Phaf, R. H., Mohr, S. E., Rotteveel, M., & Wicherts, J. M. (2014). Approach, avoidance, and affect: a meta-analysis of approach-avoidance tendencies in manual reaction time tasks. *Frontiers in Psychology*, 5, 378. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00378>
- Phillips, L. A., & Gardner, B. (2016). Habitual exercise instigation (vs. execution) predicts healthy adults' exercise frequency. *Health Psychology*, 35(1), 69–77.

- <https://doi.org/10.1037/hea0000249>
- Pillaud, N., & Ric, F. (2022). Generalized approach/avoidance responses to degraded affective stimuli: An informational account. *Social Cognition, 40*(1), 29–54.  
<https://doi.org/10.1521/soco.2022.40.1.29>
- Pimm, R., Vandelanotte, C., Rhodes, R. E., Short, C., Duncan, M. J., & Rebar, A. L. (2016). Cue consistency associated with physical activity automaticity and behavior. *Behavioral Medicine, 42*(4), 248–253.  
<https://doi.org/10.1080/08964289.2015.1017549>
- Pope, J. P., Pelletier, L., & Guertin, C. (2018). Starting off on the best foot: A review of message framing and message tailoring, and recommendations for the comprehensive messaging strategy for sustained behavior change. *Health Communication, 33*(9), 1068–1077.  
<https://doi.org/10.1080/10410236.2017.1331305>
- Powell, M, J. (2009). The BOBYQA algorithm for bound constrained optimization without derivatives.
- Preis, M. A., Zellerhoff, M., & Brockmeyer, T. (2021). Approach bias modification training to increase physical activity: A pilot randomized controlled trial in healthy volunteers. *Journal of Health Psychology, 26*(13), 2470–2486.  
<https://doi.org/10.1177/1359105320913936>
- Prévost, C., Pessiglione, M., Méteureau, E., Cléry-Melin, M.-L., & Dreher, J.-C. (2010). Separate valuation subsystems for delay and effort decision costs. *Journal of Neuroscience, 30*(42), 14080–14090.  
<https://doi.org/10.1523/jneurosci.2752-10.2010>
- R Core Team (2016). R A Language and Environment for Statistical Computing. *R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.*
- 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.  
<https://doi.org/10.1007/s11031-017-9618-6>
- Radel, R., Sarrazin, P., & Pelletier, L. (2009). Evidence of subliminally primed motivational orientations: The effects of unconscious motivational processes on the performance of a new motor task. *Journal of Sport and Exercise Psychology, 31*(5), 657–674.  
<https://doi.org/10.1123/jsep.31.5.657>
- Rangel, A., & Hare, T. (2010). Neural computations associated with goal-directed choice.

- Current Opinion in Neurobiology*, 20(2), 262–270.  
<https://doi.org/10.1016/j.conb.2010.03.001>
- Rawlings, G. H., Williams, R. K., Clarke, D. J., English, C., Fitzsimons, C., Holloway, I., Lawton, R., Mead, G., Patel, A., & Forster, A. (2019). Exploring adults' experiences of sedentary behaviour and participation in non-workplace interventions designed to reduce sedentary behaviour: A thematic synthesis of qualitative studies. *BMC Public Health*, 19(1), 1099. <https://doi.org/10.1186/s12889-019-7365-1>
- 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.  
<https://doi.org/10.1080/17437199.2016.1183505>
- Rebar, A. L., Gardner, B., Rhodes, R. E., & Verplanken, B. (2018). The measurement of habit. In *The psychology of habit* (pp. 31–49). Springer.
- Rebar, A. L., Stanton, R., Geard, D., Short, C., Duncan, M. J., & Vandelanotte, C. (2015). A meta-meta-analysis of the effect of physical activity on depression and anxiety in non-clinical adult populations. *Health Psychology Review*, 9(3), 366–78.  
<https://doi.org/10.1080/17437199.2015.1022901>
- 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 and Health*, 23(7), 789–805.  
<https://doi.org/10.1080/08870440701421578>
- Rhodes, R. E., Blanchard, C. M., & Bellows, K. H. (2008). Exploring cues to sedentary behaviour as processes of physical activity action control. *Psychology of Sport and Exercise*, 9(2), 211–224.  
<https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2007.03.001>
- Rhodes, R. E., Boudreau, P., Josefsson, K. W., & Ivarsson, A. (2021). Mediators of physical activity behaviour change interventions among adults: a systematic review and meta-analysis. *Health Psychology Review*, 15(2), 272–286.  
<https://doi.org/10.1080/17437199.2019.1706614>
- Rhodes, R. E., Cox, A., & Sayar, R. (2022). What predicts the physical activity intention–behavior gap? a systematic review. *Annals of Behavioral Medicine*, 56(1), 1–20.  
<https://doi.org/10.1093/abm/kaab044>
- 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.  
<https://doi.org/10.1111/bjhp.12032>
- Rhodes, R. E., & Dickau, L. (2012). Experimental evidence for the intention–behavior relationship in the physical activity domain: A meta-analysis. *Health Psychology*, 31(6), 724.  
<https://doi.org/10.1037/a0027290>
- Rhodes, R. E., & Dickau, L. (2013). Moderators of the intention-behaviour relationship in the physical activity domain: a systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 47(4), 215–225.  
<https://doi.org/10.1136/bjsports-2011-090411>
- Rhodes, R. E., Liu, S., Lithopoulos, A., Zhang, C., & Garcia-Barrera, M. A. (2020). Correlates of perceived physical activity transitions during the covid-19 pandemic among canadian adults. *Applied Psychology: Health and Well-Being*, 12(4), 1157–1182.  
<https://doi.org/10.1111/aphw.12236>
- Rhodes, R. E., McEwan, D., & Rebar, A. L. (2019). Theories of physical activity behaviour change: A history and synthesis of approaches. *Psychology of Sport and Exercise*, 42, 100–109.  
<https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2018.11.010>
- Rhodes, R. E., Quinlan, A., & Mistry, C. D. (2016). Do other goals influence physical activity? A systematic review examining the relationship between other goals and physical activity behavior. *Preventive Medicine*, 91, 306–317.  
<https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2016.08.033>
- Rhodes, R. E., & Rebar, A. L. (2017). Conceptualizing and defining the intention construct for future physical activity research. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 45(4), 209–216.  
<https://doi.org/10.1249/JES.000000000000127>
- Riddell, H., Lamont, W., Lombard, M., Paduano, S., Maltagliati, S., Gucciardi, D. F., & Ntoumanis, N. (2023). Autonomous motivation promotes goal attainment through the conscious investment of effort, but mental contrasting with implementation intentions makes goal striving easier. *The Journal of Social Psychology*, 1–14.  
<https://doi.org/10.1080/00224545.2022.2163610>
- Robinson, M. D., Boyd, R. L., & Persich, M. R. (2016). Dispositional anger and the resolution of the approach–avoidance conflict. *Emotion*, 16(6), 838–849.  
<https://doi.org/10.1037/emo0000189>

- Rosenstock, I. M. (1974). The health belief model and preventive health behavior. *Health Education Monographs*, 2(4), 354–386.  
<https://doi.org/10.1177/109019817400200405>
- Rosseel, Y. (2012). Lavaan: An R package for structural equation modeling. *Journal of Statistical Software*, 48(1), 1–36.  
<https://doi.org/10.18637/jss.v048.i02>
- Rougier, M., Muller, D., Ric, F., Alexopoulos, T., Batailler, C., Smeding, A., & Aubé, B. (2018). A new look at sensorimotor aspects in approach/avoidance tendencies: The role of visual whole-body movement information. *Journal of Experimental Social Psychology*, 76, 42–53.  
<https://doi.org/10.1016/j.jesp.2017.12.004>
- Ryan, R., & Deci, E. (2017). Self-determination theory. Basic psychological needs in motivation, development and wellness. New York: Guilford Press.
- Saint-Maurice, P. F., Graubard, B. I., Troiano, R. P., Berrigan, D., Galuska, D. A., Fulton, J. E., & Matthews, C. E. (2022). Estimated number of deaths prevented through increased physical activity among US adults. *JAMA Internal Medicine*. 182(3), 349–352.  
<https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2021.7755>
- Sañudo, B., Fennell, C., & Sánchez-Oliver, A. J. (2020). Objectively-assessed physical activity, sedentary behavior, smartphone use, and sleep patterns pre- and during-covid-19 quarantine in young adults from Spain. *Sustainability*, 12(15).  
<https://doi.org/10.3390/su12155890>
- Satorra, A., & Saris, W. E. (1985). Power of the likelihood ratio test in covariance structure analysis. *Psychometrika*, 50(1), 83–90.  
<https://doi.org/10.1007/BF02294150>
- Saunders, B., Lin, H., Milyavskaya, M., & Inzlicht, M. (2017). The emotive nature of conflict monitoring in the medial prefrontal cortex. *International Journal of Psychophysiology*, 119, 31–40.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2017.01.004>
- Saunders, B., Milyavskaya, M., Etz, A., Randles, D., & Inzlicht, M. (2018). Reported self-control is not meaningfully associated with inhibition-related executive function: A Bayesian analysis. *Collabra: Psychology*, 4(1).  
<https://doi.org/10.1525/collabra.134>
- Saunders, B., Milyavskaya, M., & Inzlicht, M. (2022). Longitudinal evidence that Event Related Potential measures of self-regulation do not predict everyday goal pursuit.

- Nature Communications*, 13(1), 3201.  
<https://doi.org/10.1038/s41467-022-30786-7>
- Schneider, I. K., Gillebaart, M., & Mattes, A. (2019). Meta-analytic evidence for ambivalence resolution as a key process in effortless self-control. *Journal of Experimental Social Psychology*, 85, 103846.  
<https://doi.org/10.1016/j.jesp.2019.103846>
- Scholer, A. A., Miele, D. B., Murayama, K., & Fujita, K. (2018). New directions in self-regulation: The role of metamotivational beliefs. *Current Directions in Psychological Science*, 27(6), 437–442.  
<https://doi.org/10.1177/0963721418790549>
- Schwarzer, R., & Luszczynska, A. (2008). How to overcome health-compromising behaviors. *European Psychologist*, 13(2), 141–151. <https://doi.org/10.1027/1016-9040.13.2.141>
- 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.  
<https://doi.org/10.1139/h2012-024>
- Shah, J. Y., Friedman, R., & Kruglanski, A. W. (2002). Forgetting all else: on the antecedents and consequences of goal shielding. *Journal of Personality and Social Psychology*, 83(6), 1261–1280.
- Sheeran, P. (2002). Intention–behavior relations: A conceptual and empirical review. *European Review of Social Psychology*, 12(1), 1–36.  
<https://doi.org/10.1080/14792772143000003>
- Sheeran, P., Gollwitzer, P. M., & Bargh, J. A. (2013). Nonconscious processes and health. *Health Psychology*, 32(5), 460–473.  
<https://doi.org/10.1037/a0029203>
- Sheeran, P., Klein, W. M. P., & Rothman, A. J. (2017). Health behavior change: Moving from observation to intervention. *Annual Review of Psychology*, 68(1), 573–600.  
<https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010416-044007>
- Sheeran, P., & Webb, T. L. (2016). The intention-behavior gap. *Social and Personality Psychology Compass*, 10(9), 503–518.  
<https://doi.org/10.1111/spc3.12265>
- Sheldon, K. M., & Elliot, A. J. (1998). Not all personal goals are personal: Comparing autonomous and controlled reasons for goals as predictors of effort and attainment. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 24(5), 546–557.

<https://doi.org/10.1177/0146167298245010>

Sheldon, K. M., & Elliot, A. J. (1999). Goal striving, need satisfaction, and longitudinal well-being: The self-concordance model. *Journal of Personality and Social Psychology*, 76(3), 482–497.

<https://doi.org/10.1037/0022-3514.76.3.482>

Shenhav, A. (2017). The perils of losing control: Why self-control is not just another value-based decision. *Psychological Inquiry*, 28(2–3), 148–152.

<https://doi.org/10.1080/1047840X.2017.1337407>

Shoda, T. M., McConnell, A. R., & Rydell, R. J. (2014). Implicit consistency processes in social cognition: Explicit-implicit discrepancies across systems of evaluation. *Social and Personality Psychology Compass*, 8(3), 135–146.

<https://doi.org/10.1111/spc3.12090>

Silva, M. A. V. da, São-João, T. M., Brizon, V. C., Franco, D. H., & Mialhe, F. L. (2018). Impact of implementation intentions on physical activity practice in adults: A systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *Plos One*, 13(11).

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206294>

Sjåstad, H., & Baumeister, R. F. (2018). The future and the will: Planning requires self-control, and ego depletion leads to planning aversion. *Journal of Experimental Social Psychology*, 76, 127–141.

<https://doi.org/10.1016/j.jesp.2018.01.005>

Sklar, A. Y., & Fujita, K. (2020). Self-Control as a coordination problem. In *Surrounding Self-Control* (pp. 65–80). Oxford University Press.

<https://doi.org/10.1093/oso/9780197500941.003.0004>

Smith, A. L., Ntoumanis, N., Duda, J. L., & Vansteenkiste, M. (2011). Goal striving, coping, and well-being: A prospective investigation of the self-concordance model in sport. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 33(1), 124–145.

<https://doi.org/10.1123/jsep.33.1.124>

Smith, A., Ntoumanis, N., & Duda, J. (2007). Goal striving, goal attainment, and well-being: Adapting and testing the self-concordance model in sport. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 29(6), 763–782.

<https://doi.org/10.1123/jsep.29.6.763>

Sniehotta, F. F., & Penseau, J. (2012). The habitual Use of the self-report habit index. *Annals of Behavioral Medicine*, 43(1), 139–140. <https://doi.org/10.1007/s12160-011-9305-x>

Sniehotta, F. F., Schwarzer, R., Scholz, U., & Schüz, B. (2005). Action planning and coping

- planning for long-term lifestyle change: theory and assessment. *European Journal of Social Psychology*, 35(4), 565–576.  
<https://doi.org/10.1002/ejsp.258>
- Steinmetz, H., Knappstein, M., Ajzen, I., Schmidt, P., & Kabst, R. (2016). How effective are behavior change interventions based on the theory of planned behavior? *Zeitschrift Für Psychologie*, 224(3), 216–233.  
<https://doi.org/10.1027/2151-2604/a000255>
- Stieger, M., Allemand, M., & Lachman, M. E. (2023). Effects of a digital self-control intervention to increase physical activity in middle-aged adults. *Journal of Health Psychology*.  
<https://doi.org/10.1177/13591053231166756>
- Stieger, M., Wepfer, S., Rügger, D., Kowatsch, T., Roberts, B. W., & Allemand, M. (2020). Becoming more conscientious or more open to experience? Effects of a two-week smartphone-based intervention for personality change. *European Journal of Personality*, 34(3), 345–366.  
<https://doi.org/10.1002/per.2267>
- Stillman, P. E., Medvedev, D., & Ferguson, M. J. (2017). Resisting temptation: Tracking how self-control conflicts are successfully resolved in real time. *Psychological Science*, 28(9), 1240–1258.  
<https://doi.org/10.1177/0956797617705386>
- Strack, F., & Deutsch, R. (2004). Reflective and impulsive determinants of social behavior. *Personality and Social Psychology Review*, 8(3), 220–247.  
[https://doi.org/10.1207/s15327957pspr0803\\_1](https://doi.org/10.1207/s15327957pspr0803_1)
- Stroebe, W., Mensink, W., Aarts, H., Schut, H., & Kruglanski, A. W. (2008). Why dieters fail: Testing the goal conflict model of eating. *Journal of Experimental Social Psychology*, 44(1), 26–36. <https://doi.org/10.1016/j.jesp.2007.01.005>
- Tangney, J. P., Baumeister, R. F., & Boone, A. L. (2004). High self-control predicts good adjustment, less pathology, better grades, and interpersonal success. *Journal of Personality*, 72(2), 271–324.  
<https://doi.org/10.1111/j.0022-3506.2004.00263.x>
- Tappe, K., Tarves, E., Oltarzewski, J., & Frum, D. (2013). Habit formation among regular exercisers at fitness centers: An exploratory study. *Journal of Physical Activity and Health*, 10(4), 607–613.  
<https://doi.org/10.1123/jpah.10.4.607>



- Taylor, I. M., Smith, K., & Hunte, R. (2020). Motivational processes during physical endurance tasks. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 30(9), 1769–1776.  
<https://doi.org/10.1111/sms.13739>
- Teixeira, P. J., Carraça, E. V, Markland, D., Silva, M. N., & Ryan, R. M. (2012). Exercise, physical activity, and self-determination theory: A systematic review. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 9(1), 78.  
<https://doi.org/10.1186/1479-5868-9-78>
- Teran-Escobar, C., Forestier, C., Ginoux, C., Isoard-Gautheur, S., Sarrazin, P., Clavel, A., & Chalabaev, A. (2021). Individual, sociodemographic, and environmental factors related to physical activity during the spring 2020 covid-19 lockdown. *Frontiers in Psychology*, 12.  
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.643109>
- Thomas, M. M., Phongsavan, P., McGill, B., O’Hara, B. J., & Bauman, A. E. (2018). A review of the impact of physical activity mass media campaigns on low compared to high socioeconomic groups. *Health Education Research*, 33(5), 429–446.  
<https://doi.org/10.1093/her/cyy032>
- Troiano, R. P., Berrigan, D., Dodd, K. W., Masse, L. C., Tilert, T., & Mcdowell, M. (2008). Physical activity in the united states measured by accelerometer. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40(1), 181–188.  
<https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31815a51b3>
- Van Dessel, P., De Houwer, J., & Gast, A. (2016). Approach–avoidance training effects are moderated by awareness of stimulus–action contingencies. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 42(1), 81–93.  
<https://doi.org/10.1177/0146167215615335>
- Van Dessel, P., De Houwer, J., Gast, A., & Tucker Smith, C. (2015). Instruction-based approach-avoidance effects. *Experimental Psychology*, 62(3), 161–169.  
<https://doi.org/10.1027/1618-3169/a000282>
- Van Dessel, P., Hughes, S., & De Houwer, J. (2018). Consequence-based approach-avoidance training: A new and improved method for changing behavior. *Psychological Science*, 29(12), 1899–1910.  
<https://doi.org/10.1177/0956797618796478>
- Van Dessel, P., Hughes, S., & De Houwer, J. (2019). How do actions influence attitudes? An inferential account of the impact of action performance on stimulus evaluation.

- Personality and Social Psychology Review*, 23(3), 267–284.  
<https://doi.org/10.1177/1088868318795730>
- Veilleux, J. C., Hill, M. A., Skinner, K. D., Pollert, G. A., Spero, K. D., & Baker, D. E. (2018). Self-control failure scenarios in daily life: Developing a taxonomy of goals and temptations. *Motivation and Emotion*, 42(5), 653–670.  
<https://doi.org/10.1007/s11031-018-9695-1>
- Verplanken, B., & Melkevik, O. (2008). Predicting habit: The case of physical exercise. *Psychology of Sport and Exercise*, 9(1), 15–26.  
<https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2007.01.002>
- Verplanken, B., & Orbell, S. (2003). Reflections on past behavior: A self-report index of habit strength. *Journal of Applied Social Psychology*, 33(6), 1313–1330.  
<https://doi.org/10.1111/j.1559-1816.2003.tb01951.x>
- Verplanken, B., & Roy, D. (2016). Empowering interventions to promote sustainable lifestyles: Testing the habit discontinuity hypothesis in a field experiment. *Journal of Environmental Psychology*, 45, 127–134.  
<https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2015.11.008>
- Verplanken, B., Walker, I., Davis, A., & Jurasek, M. (2008). Context change and travel mode choice: Combining the habit discontinuity and self-activation hypotheses. *Journal of Environmental Psychology*, 28(2), 121–127.  
<https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2007.10.005>
- Verplanken, B., & Wood, W. (2006). Interventions to break and create consumer habits. *Journal of Public Policy & Marketing*, 25(1), 90–103.  
<https://doi.org/10.1509/jppm.25.1.90>
- Vohs, K. D., Schmeichel, B. J., Lohmann, S., Gronau, Q. F., Finley, A. J., Ainsworth, S. E., Alquist, J. L., Baker, M. D., Brizi, A., Bunyi, A., Butschek, G. J., Campbell, C., Capaldi, J., Cau, C., Chambers, H., Chatzisarantis, N. L. D., Christensen, W. J., Clay, S. L., Curtis, J., ... Albarracín, D. (2021). A multisite preregistered paradigmatic test of the ego-depletion effect. *Psychological Science*, 32(10), 1566–1581.  
<https://doi.org/10.1177/0956797621989733>
- Warburton, D. E. R. (2006). Health benefits of physical activity: the evidence. *Canadian Medical Association Journal*, 174(6), 801–809.  
<https://doi.org/10.1503/cmaj.051351>
- 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.

<https://doi.org/10.1037/0033-2909.132.2.249>

Webb, T. L., & Sheeran, P. (2007). How do implementation intentions promote goal attainment? A test of component processes. *Journal of Experimental Social Psychology*, *43*(2), 295–302.

<https://doi.org/10.1016/j.jesp.2006.02.001>

Weingarten, E., Chen, Q., McAdams, M., Yi, J., Hepler, J., & Albarracín, D. (2016). From primed concepts to action: A meta-analysis of the behavioral effects of incidentally presented words. *Psychological Bulletin*, *142*(5), 472–497.

<https://doi.org/10.1037/bul0000030>

Werner, K. M., & Ford, B., Q. (2023). Self-control: An integrative framework. *Social and Personality Psychology Compass*.

<https://doi.org/10.1111/spc3.12738>

Werner, K. M., Wu, R., & Friese, M. (2022). Strategy repertoire and goal attainment. *PsyArXiv*.

<https://doi.org/10.31234/osf.io/5uvxg>

Werner, K. M., & Milyavskaya, M. (2018a). We may not know what we want, but do we know what we need? Examining the ability to forecast need satisfaction in goal pursuit. *Social Psychological and Personality Science*, *9*(6), 656–663.

<https://doi.org/10.1177/1948550617720274>

Werner, K. M., & Milyavskaya, M. (2018b). Motivation and self-regulation: The role of want-to motivation in the processes underlying self-regulation and self-control. *Social and Personality Psychology Compass*, *13*(1), e12425.

<https://doi.org/10.1111/spc3.12425>

Werner, K. M., Milyavskaya, M., Foxen-Craft, E., & Koestner, R. (2016). Some goals just feel easier: Self-concordance leads to goal progress through subjective ease, not effort. *Personality and Individual Differences*, *96*, 237–242.

<https://doi.org/10.1016/j.paid.2016.03.002>

Wiers, R. W., Eberl, C., Rinck, M., Becker, E. S., & Lindenmeyer, J. (2011). Retraining automatic action tendencies changes alcoholic patients' approach bias for alcohol and improves treatment outcome. *Psychological Science*, *22*(4), 490–497.

<https://doi.org/10.1177/0956797611400615>

Wiers, R. W., Gladwin, T. E., Hofmann, W., Salemink, E., & Ridderinkhof, K. R. (2013). Cognitive bias modification and cognitive control training in addiction and related

- psychopathology. *Clinical Psychological Science*, 1(2), 192–212.  
<https://doi.org/10.1177/2167702612466547>
- Wiers, R. W., Van Dessel, P., & Köpetz, C. (2020). ABC training: A new theory-based form of cognitive-bias modification to foster automatization of alternative choices in the treatment of addiction and related disorders. *Current Directions in Psychological Science*, 29(5), 499–505.  
<https://doi.org/10.1177/0963721420949500>
- Windsor, T. D., Pearson, E. L., & Butterworth, P. (2012). Age group differences and longitudinal changes in approach–avoidance sensitivity: Findings from an 8-year longitudinal study. *Journal of Research in Personality*, 46(6), 646–654.  
<https://doi.org/10.1016/j.jrp.2012.07.002>
- Wood, W. (2017). Habit in personality and social psychology. *Personality and Social Psychology Review*, 21(4), 389–403. <https://doi.org/10.1177/1088868317720362>
- Wood, W., Tam, L., & Witt, M. G. (2005). Changing circumstances, disrupting habits. *Journal of Personality and Social Psychology*, 88(6), 918–933.  
<https://doi.org/10.1037/0022-3514.88.6.918>
- Xiong, J., Lipsitz, O., Nasri, F., Lui, L. M. W., Gill, H., Phan, L., Chen-Li, D., Iacobucci, M., Ho, R., Majeed, A., & McIntyre, R. S. (2020). Impact of COVID-19 pandemic on mental health in the general population: A systematic review. *Journal of Affective Disorders*, 277, 55–64.  
<https://doi.org/10.1016/j.jad.2020.08.001>
- Yang, L., Cao, C., Kantor, E. D., Nguyen, L. H., Zheng, X., Park, Y., Giovannucci, E. L., Matthews, C. E., Colditz, G. A., & Cao, Y. (2019). Trends in sedentary behavior among the US population, 2001–2016. *JAMA*, 321(16), 1587.  
<https://doi.org/10.1001/jama.2019.3636>
- Yzerbyt, V., Muller, D., Batailler, C., & Judd, C. M. (2018). New recommendations for testing indirect effects in mediational models: The need to report and test component paths. *Journal of Personality and Social Psychology*, 115(6), 929–943.  
<https://doi.org/10.1037/pspa0000132>
- Zenko, Z., & Ekkekakis, P. (2019). Internal consistency and validity of measures of automatic exercise associations. *Psychology of Sport and Exercise*, 43, 4–15.  
<https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2018.12.005>

## **Annexes**

---

**Annexe 1** : Version complète de la Contribution théorique n°1

**Annexe 2** : Supplementary material – Contribution n°1

**Annexe 3** : Supplementary material – Contribution n°2

**Annexe 4** : Supplementary material – Contribution n°3

**Annexe 5** : Supplementary material – Contribution n°4

**Annexe 1** : Version complète de la Contribution théorique n°1

## ARTICLE IN PRESS

Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

ScienceDirect

Journal of Sport and Health Science 00 (2022) 1–6



Opinion

## Why people should run after positive affective experiences instead of health benefits

 Silvio Maltagliati<sup>a,\*</sup>, Philippe Sarrazin<sup>a</sup>, Layan Fessler<sup>a</sup>, Maël Lebreton<sup>b,c,d,†</sup>, Boris Cheval<sup>c,e,\*</sup>
<sup>a</sup> University of Grenoble Alpes, SENS, Grenoble 38000, France<sup>b</sup> Paris School of Economics, Paris 75014, France<sup>c</sup> Swiss Center for Affective Sciences, University of Geneva, Geneva 1202, Switzerland<sup>d</sup> Laboratory for Behavioral Neurology and Imaging of Cognition, Department of Fundamental Neurosciences, University of Geneva, Geneva 1202, Switzerland<sup>e</sup> Laboratory for the Study of Emotion Elicitation and Expression (E3Lab), Department of Psychology, University of Geneva, Geneva 1202, Switzerland

Received 19 August 2022; revised 15 September 2022; accepted 8 October 2022

 2095-2546/© 2022 Published by Elsevier B.V. on behalf of Shanghai University of Sport. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Over time, physical activity (PA) has shifted from being a necessity to being an alternative. As a result, levels of PA have sharply decreased.<sup>1</sup> Today, we are facing a worldwide pandemic of physical inactivity, with one death every 6 s attributed to insufficient PA.<sup>2</sup> To counteract this trend, a tremendous effort is being made to promote regular PA across the lifespan, mainly through the dissemination of knowledge about the health benefits of accumulating sufficient PA.<sup>3</sup> The success of these campaigns is evident, as the vast majority of people are now aware of these health benefits and report the intention to be physically active. For example, in an Australian sample, ~93% of individuals declared that PA was very beneficial for their health.<sup>4</sup> Yet, despite an awareness of these benefits and a motivation to engage in PA, approximately half of all individuals fail to convert their laudable intentions into action.<sup>5</sup> This intention–action gap is observed even among individuals who are most in need of PA for their health: about two thirds of patients suffering from chronic respiratory diseases are insufficiently inactive in the 6 months following their rehabilitation program.<sup>6</sup>

As previously highlighted,<sup>7</sup> this observation challenges the effectiveness of promoting sustained PA through a sole focus on health benefits. This article aims to explain why expected health benefits are unlikely to tip the balance in favor of PA over sedentary alternatives and to shed new light on the key decision-making mechanisms underlying individuals' behavioral choices. We utilize a multidisciplinary perspective at the

crossroads between decision-making sciences (economics, psychology, neurosciences), and we introduce theoretically grounded arguments to explain why highlighting health benefits is necessary but insufficient to foster a regular engagement in PA. To further support our argument, we offer a formal decision model illustrating how decision-making features jointly sway individuals' choices away from physically active options<sup>8</sup> (Box 1).

### 1. Why health benefits are insufficient for promoting PA

Decision-making is described as a succession of cognitive processes that outputs a choice between different available options on the basis of their subjective value.<sup>9</sup> Subjective value aggregates the expected desirability of the different options by weighting their potential benefits and costs, and choices ultimately proceed by maximizing value: individuals select the option that has been assigned the highest subjective value (i.e., higher benefits and lower costs). In the case of PA, decision-making could involve choosing between an exercise session (e.g., running outside) or a competing sedentary alternative (e.g., watching TV). This situation implies weighing the potential benefits (e.g., “I know that PA will improve my health”) and costs (e.g., “but running involves so much effort”) associated with the PA option against the potential benefits (e.g., “Watching my favorite TV show will probably make me laugh”) and costs (e.g., “but sitting for too long may negatively impact my health in the long run”) of the alternative option. We claim that, because of its low subjective value, when the only reason to be physically active relates to health benefits, it is unlikely that the PA option will be repeatedly chosen over sedentary alternatives. We support this argument by discussing available evidence in the field of PA alongside decision-making features identified as pivotal in shaping choices,

Peer review under responsibility of Shanghai University of Sport.

\*Corresponding authors.

E-mail addresses: [silvio.maltagliati@univ-grenoble-alpes.fr](mailto:silvio.maltagliati@univ-grenoble-alpes.fr) (S. Maltagliati), [boris.cheval@unige.ch](mailto:boris.cheval@unige.ch) (B. Cheval).<sup>†</sup> These authors contributed equally to this work and should be considered joint senior authors.<https://doi.org/10.1016/j.jshs.2022.10.005>
 Please cite this article as: Silvio Maltagliati et al., Why people should run after positive affective experiences instead of health benefits, Journal of Sport and Health Science (2022), <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2022.10.005>

**Box 1** Modeling the effects of health benefits and positive affective experiences on the decision to engage in physical activity (PA).

Imagine a situation in which 2 alternatives are available: a PA alternative (e.g., running) and a sedentary one (e.g., watching TV) (Fig. 1). The chosen option is expected to be the one that has been assigned the highest subjective value (SV). The SV assigned to engaging in a behavior  $x$  can be calculated as the sum over all possible states of the world resulting from this behavior ( $s_i$ ; e.g., being in a good health) of the products of the probabilities of occurrence of this state ( $p(s_i)$ ); distorted by a probability distortion function  $w$  and the value ( $V$ ) assigned to this state (see Fox & Poldrack<sup>5</sup> for an introduction to similar decision-making models):

$$SV(x) = \sum_{s_i \in x} w(p(s_i)) \times V(s_i).$$

Assuming that obtaining the health benefits of PA is the unique reason to action, the probability of being in bad health ( $p_{risk}$ ) or good health ( $1 - p_{risk}$ ) in the future (delay  $d$ ) is estimated first, with good and bad health being future states that respectively hold delay-discounted and intangible values ( $V_d^+$  and  $V_d^-$ ). If and only if it is estimated that being in bad health in the future is probable, then the health benefits of PA are considered. Being active can restore good health in the future ( $p_{benefit}$ ), but it may be insufficient to prevent the development of bad health ( $1 - p_{benefit}$ ). Here, all these probabilistic estimations are affected by beliefs distortion biases (e.g., low odds of being in bad health in the future, motivated skepticism about the benefits of PA on health). When including the costs of PA ( $c$ )—which are related but not restricted to physical effort (e.g., discomfort, pain)—in the equation, the SV of PA can be calculated as follows:

$$SV(PA) = -c + (1 - p_{risk})V_d^+ + p_{risk}(p_{benefit}V_d^+ + (1 - p_{benefit})V_d^-).$$

Following the same reasoning as that regarding sedentary alternatives, the equation includes another term for the value  $V$  assigned to the related outcome (e.g., the pleasure of watching a TV show), while the cost of effort is removed from the equation:

$$SV(SED) = V_{sed} + (1 - p_{risk})V_d^+ + p_{risk}V_d^-.$$

When calculating the net difference in SVs assigned to PA and sedentary alternatives, we use the following equation:

$$SV(PA) - SV(SED) = -c - V_{sed} + p_{risk}(p_{benefit}V_d^+ + (1 - p_{benefit})V_d^- - V_d^-).$$

$$SV(PA) - SV(SED) = -c - V_{sed} + p_{risk}p_{benefit}(V_d^+ - V_d^-).$$

In this equation, the net difference in SV between PA and sedentary behaviors is mainly dependent on the cost of engaging in PA (e.g., cost of effort) and the value assigned to sedentary alternatives. In contrast, the health benefits are only accounted for by a multiplicative term, conditional to several parameters related to delay-discounting effects and beliefs distortions biases. When health benefits are the unique reason for action, they weakly influence decision-making processes selecting between PA and sedentary alternatives. In such a situation, we can easily understand why people tend to watch TV rather than run. Now, say that positive affects are also expected to be obtained from engaging in PA, with a value  $V_{affects}$ . The equation becomes:

$$SV(PA) - SV(SED) = V_{affects} - V_{sed} - c + p_{risk}p_{benefit}(V_d^+ - V_d^-).$$

The balance between PA and sedentary alternatives is now reweighted because another valued outcome is added into the equation: the positive affects that can be expected from engaging in PA. Please also note that, as explained in the main text, positive affects can reduce the perceived cost of PA and may strengthen beliefs about the positive health benefits expected from PA. Overall, positive affective experiences increase the overall SV of PA over sedentary alternatives, which ultimately inclines individuals to run rather than to watch TV.

Of note, although health benefits of PA may hold a low SV in comparison to sedentary alternatives, individuals may still opt for physically active options. Such choices may be the result of self-control mechanisms (i.e., processes through which individuals resist surrounding temptations to complete their long-term goals). Yet, these self-control processes are most likely taxing on an individual's resources, subject to exhaustion and failure over time, and thereby do not guarantee regular engagement in PA. Interestingly, when PA behaviors are also perceived as pleasant, more automatic forms of behavioral regulation are likely to develop. As such, although expecting positive affective experiences from engaging in PA does not cancel out our innate attraction toward sedentary alternatives, it may still contribute to the automatization of decision-making processes, which can ultimately favor a smoother and more sustained engagement in PA.

including effort-discounting, delay-discounting, and beliefs distortion<sup>a</sup>.

1.1. Effort-discounting

Refers to the decrease in the subjective value assigned to an option as the physical effort required to obtain the reward

<sup>a</sup> The effects of these features on the decision to engage in PA can vary depending on individual (e.g., apathy, hope) or situational factors (e.g., scarcity), but their description is beyond the scope of the current article.

increases.<sup>10</sup> Effort is often perceived as a cost to avoid and, *ceteris paribus*, options requiring low (vs. high) physical effort are generally favored. Yet, high levels of physical effort are involved by PA—defined by essence as an increase in energy expenditure beyond its basal level at rest—and the ability of an individual to overcome their attraction toward effort minimization is now considered central to favoring a regular engagement in PA.<sup>11</sup> Since health benefits occur only when the quantity of physical effort exerted across the life course has accumulated to a certain threshold, repeatedly overcoming this attraction is necessary but may be costly. For example,

Please cite this article as: Silvio Maltagliati et al., Why people should run after positive affective experiences instead of health benefits, Journal of Sport and Health Science (2022), <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2022.10.005>

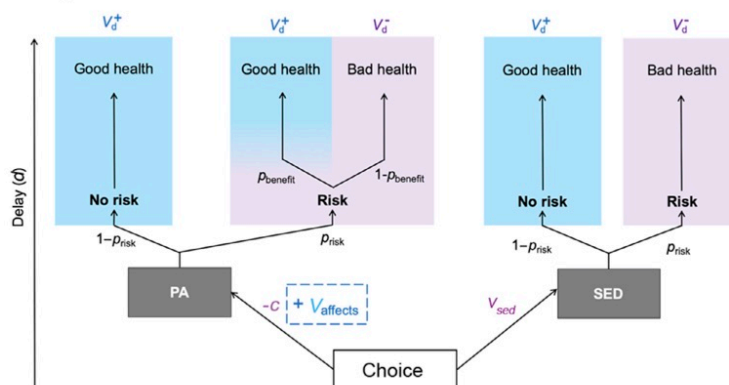


Fig. 1. Illustration of the decision model between physical activity and sedentary alternatives. This figure highlights that when health benefits are the unique reason to action, the costs of PA and the subjective value assigned to sedentary alternatives ( $V_{sed}$ ) are the main drivers of decision-making processes. In contrast, the subjective value assigned to health benefits is likely having little effect on decision-making processes, as it is conditional to multiple parameters (i.e., value assigned to good health ( $V_d^+$ ), bad health ( $V_d^-$ ), risk of being in bad health ( $p_{risk}$ ) and benefits of PA ( $p_{benefit}$ ) in a delayed future ( $d$ )). However, when considering positive affects as an additional reason for action ( $V_{affects}$ ), the balance between PA and sedentary alternatives is likely reweighted. PA = Physical activity; SED = sedentary alternatives.

someone who engages in the recommended 150 min of weekly PA from the time they are 20 to the time they are 80 years old would spend just under 1 year of their adult life engaged in PA (i.e., about 325 days, nights included). What health gains can one expect from such a tremendous level of effort? Researchers have found that, for example, being physically active increases life expectancy by 0.4 to 4.2 years on average.<sup>12</sup> When conceived as a cost (an aversive experience to be avoided), the physical effort invested over the course of a lifetime may appear considerable relative to expected health benefits. Since physical effort is a substantial characteristic of PA, the general tendency to devalue outcomes associated with effort may drastically decrease the subjective value assigned to the health benefits of PA and, consequently, hinder sustained engagement in PA.

### 1.2. Delay-discounting

Refers to the tendency for outcomes that are remote in time to be assigned less subjective value than more immediate rewards.<sup>13</sup> This delay-discounting effect accounts for the observation that individuals often prefer a smaller reward delivered soon relative to a larger reward delivered later. Moreover, the time-delayed nature of these consequences often goes hand in hand with their intangibility (i.e., rewards that are incapable of being perceived, especially of being handled, touched, or felt), with intangible options tending to be sharply devalued.<sup>14</sup> In light of these features, the expected health benefits of PA typically emerge on a long-term horizon: for a 20-year-old adult, engaging in PA is expected to provide positive health consequences (e.g., reduction in risk of all-cause mortality or maintenance of cognitive function) over the

next 3 or 4 decades. Consistent with this reasoning, adolescents often perceive the long-term health benefits of PA as weakly motivating.<sup>15</sup> Although never experimentally investigated, health benefits of PA can also be seen as intangible (e.g., an improved cardiorespiratory fitness cannot be easily perceived when it comes to deciding between running or watching TV). Because long-term health benefits are only revealed in a distant future and may be perceived as intangible, the subjective value assigned to health benefits is likely lowered and insufficient to prompt a regular engagement in PA.

### 1.3. Beliefs distortion

Refers to mechanisms that alter the way individuals integrate available information about the current state of the world or interpret observed events.<sup>16</sup> These biases influence the (re-) structuration of current information and often trigger a propensity to search, interpret, and retain evidence in favor of options that are already favored. This tendency leads individuals to overestimate the likelihood of positive events (e.g., living a long and healthy life) and to underestimate the likelihood of negative ones (e.g., prematurely dying from cancer).<sup>17</sup> It also causes them to focus and restructure available information in a way that confirms their own pre-existing preferences and to process opposing information with a “motivated skepticism” (e.g., not trusting a pharmacological test after the test reveals a pathological condition).<sup>18</sup> Later on, negative events are often attributed to external factors rather than to internal ones. For example, in a study of 16 smokers suffering from lung cancer, only two considered that their illness was directly related to smoking.<sup>19</sup> Following this line of reasoning, an individual may minimize the health benefits of PA if the likelihood of

Please cite this article as: Silvio Maltagliati et al., Why people should run after positive affective experiences instead of health benefits, Journal of Sport and Health Science (2022), <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2022.10.005>



experiencing a negative event is perceived as weak. Furthermore, motivated skepticism may develop if PA alternatives are not valued (e.g., “I dislike running and, anyway, it will not prevent me from developing an illness”), as indirectly observed among individuals with depression who report lower expectations of health benefits resulting from PA.<sup>20</sup> Then, in the case of a negative event, an individual may misattribute the cause of this outcome, unlikely to pinpoint insufficient PA as the root of their chronic condition. Although yet to be the subject of thorough examination, the motivated, hard-wired and biased nature of information-related processes may undermine individuals’ beliefs about the health benefits of PA. This, in turn, lowers the subjective value assigned to PA and makes perceived health benefits a relatively ineffective driver of regular engagement in PA behaviors.

When the health benefits of PA are viewed in the context of physical effort-discounting, delay-discounting, and beliefs distortion, the subjective value assigned to physically active behavioral options is weakened. This is all the more true as sedentary behaviors, like watching TV while lying down on a sofa, tempt individuals by providing effortless, immediate, and almost certain consequences. In Box 1, we elaborate a decision model of these relationships (see also Fig. 1). Specifically, decision-making processes appear to be heavily influenced by the perceived costs of engaging in PA (e.g., perceived cost of effort) and by the subjective value assigned to sedentary options. In comparison, the subjective value of health benefits has relatively little influence on decision-making processes because it appears to be conditional on — and jointly discounted by — multiple parameters (e.g., beliefs about being in a bad health or about health benefits derived from PA). Therefore, it appears unlikely that perceived health benefits are enough to foster the sustained adoption of a physically active lifestyle. Although we believe the positive health consequences of PA need to be communicated to the general public, we argue that there are additional benefits of PA that can and should be emphasized as well.

## 2. Why positive affective experiences can tip the balance in favor of PA

Consistent with previous research,<sup>7</sup> we argue that greater attention should be paid to emphasizing the positive affective experiences induced by PA. This proposition is in line with a recent movement in the behavioral sciences suggesting that a consideration of affective mechanisms is necessary for the efficient and durable modification of behaviors.<sup>21</sup> Paralleling this rise of affectivism in the behavioral sciences is the exponential attention now being paid to the hedonic theory in the field of PA.<sup>22</sup> According to this theory, humans have evolved to survive not only by satisfying their most basic needs (e.g., eating, sleeping, reproducing) but also by maximizing pleasure through the repetition of positive affective experiences within their environment.<sup>22</sup> Inspired by this theory and grounded upon robust empirical evidence,<sup>23</sup> the most recent models of PA

propose that affective experiences play a pivotal role in shaping decision-making processes related to PA.<sup>24</sup>

Despite this increase in theoretical attention and the accumulation of empirical evidence, affective mechanisms remain elusive in most PA promotional campaigns. For example, in the 2020 guidelines from the World Health Organization (WHO), the words “affect(s)” and “pleasure” do not appear, the word “enjoyable” appears only 3 times, and potential affective experiences are far from central in the related infographics. In comparison, the word “health” is cited more than 200 times. This focus on health benefits is also reflected by the manner in which people approach PA: their motivation to engage in PA seems as likely to relate to health benefits as to the pleasure they could derive from being active;<sup>25</sup> and when inactive individuals exercise, they do not maximize their positive affective experiences “by default”.<sup>26</sup> In sum, despite convincing evidence on the key role of affective mechanisms in the regulation of PA, the translation of this knowledge into effective policies and practices is still lacking. If we are serious about meeting the WHO’s targeted 15% reduction of physical inactivity by 2030,<sup>2</sup> we believe it is urgent to incorporate knowledge about affective benefits into public health efforts aimed at promoting PA. To accelerate this movement, we propose conceptual arguments in support of the fundamental role of affects in the promotion of PA below.

Positive affective experiences can impede the effects of physical effort-discounting by reducing the perceived cost of engaging in PA. Feelings of flow—the archetype of positive affective experiences—have been shown to reduce perceived physical effort.<sup>27</sup> Closely related to affective mechanisms, autonomous motivation (i.e., practicing PA for its own pleasure or importance) is also associated with a lower temptation to reduce effort while exercising.<sup>28</sup> The theory of effort minimization in physical activity (TEMPA) also suggests that positive affective experiences toward PA could help individuals overcome their innate attraction toward effort minimization by reducing the perceived effort associated with physically active behaviors.<sup>11</sup>

Regarding delay-discounting, positive affective experiences represent immediate consequences, which can be triggered during and/or directly after PA. Once engaged in PA, multiple sensory signals (e.g., interoceptive and cognitive pathways) are integrated to shape affective experiences.<sup>29</sup> Affective experiences become immediately available for interpretation (e.g., “Am I experiencing pleasure right now?”) and, thus, are tangible, for better or sometimes worse. On a slightly larger timeframe, being physically active has acute beneficial effects on mood, perceived energy, or stress.<sup>30</sup> Burgeoning evidence suggests that the positive consequences mentioned above may depend upon affective experiences during PA. Individuals who report more positive affects while exercising may in fact obtain greater benefits afterwards (e.g., increased feelings of well-being).<sup>31</sup>

Finally, positive affective experiences have the potential to strengthen beliefs about the benefits of engaging in regular PA. Mechanisms involved in beliefs distortion can be described as a double-edge sword: they could either impede or

## ARTICLE IN PRESS

Health benefits of physical activity

5

favor the integration of information about the benefits of PA depending on whether individuals have developed negative or positive affective experiences. If PA is only perceived as something unpleasant, individuals may disregard its potential benefits; but if PA is enjoyable, individuals may be more likely to perceive its health benefits. Indirect evidence provides support for this idea by showing that health-related and affects-related expectations toward PA partly overlap.<sup>32</sup> In other words, as positive affective experiences become increasingly evident to the individual, the health benefits of PA may also seem more credible. Still, they represent background motivation rather than the primary driver of choices.

By reducing the perception of effort, highlighting immediate consequences, and strengthening beliefs about health benefits, positive affective experiences have the potential to increase the subjective value assigned to PA and to energize individuals' engagement in a lifelong active lifestyle. In Box 1, we demonstrate why adding positive affects to the equation is needed to sway decision-making processes toward PA rather than toward sedentary alternatives<sup>b</sup>. To further support our conceptual propositions, future research should look for direct evidence of the relationships between affective mechanisms and decision-making features.

### 3. Promoting positive affective experiences toward PA

We argue that the promotion of PA should focus on positive affective experiences (see an illustration of a PA promotional campaign among British children with disability<sup>33</sup>). Far from the mantra "no pain, no gain", motivational messages could remind that positive affective experiences can be obtained with relatively low levels of effort, as exemplified by the WHO slogan "Every move counts".<sup>2</sup> Highlighting that positive affective experiences may reduce the perception of effort seems critical for getting past the effects of effort-discounting. To weaken the effects of delay-discounting and belief distortion biases, messages could be reframed to feature short-term positive affective consequences that can be directly felt (e.g., pleasure) and are less likely to be distorted by individuals (e.g., reduced stress, higher perceived energy). In lay terms, our message is that people should run after the positive affective experiences of PA and that, secondarily, they may expect to obtain health benefits. Not the opposite.

Although important, if they are not accompanied by an effort to ensure individuals develop positive affective experiences, these changes to the promotion of PA will amount to nothing. Regarding the heterogeneity in affects triggered by PA (e.g., from displeasure to pleasure),<sup>34</sup> improving affective experiences toward PA among the widest possible population—and especially the most physically inactive ones—may look like wishful thinking. The fact that affective experiences are partly under the control of the individual gives us some reason to hope. Affective experiences can be manipulated in

<sup>b</sup> Although our reasoning focuses on affects, any other immediate and concomitant potential outcomes of PA (e.g., feelings of accomplishment, self-relevance for identity, social connections) that are more or less strongly related to affective experiences may also increase the subjective value assigned to PA alternatives.

multiple ways, including by changing external and internal parameters of PA.<sup>35</sup> Regarding external parameters, encouraging the practice of PA in pleasant environments (e.g., outdoors, with music) can foster positive affective experiences. Regarding internal parameters, opting for self-selected intensity or manipulating the structure of the session (e.g., ending the session with a lower intensity) can promote positive affective experiences toward PA.

In light of the need to educate people on how to maximize pleasure while exercising, we suggest that motivational messages should not only remind individuals to search for positive affects while being physically active,<sup>26</sup> but also provide practical advices for increasing the odds of experiencing such affects. For example, ending a running session with a low-intensity period may encourage individuals to proactively engage in the search for positive affective experiences while exercising. Beyond motivational messages, practitioners (e.g., physical education teachers, health and PA professionals) are uniquely situated to nurture environments that effectively promote positive affective experiences toward PA. These professionals would greatly benefit from a more in-depth education on maximizing positive affective experiences for individuals under their care. A growing literature is investigating the effectiveness of multiple interventional levers and will undoubtedly provide innovative perspectives for fostering these positive affective experiences.

### 4. Conclusion

From Morris' pioneering study (1953) into the effects of physical inactivity on the health of London bus drivers to best-sellers such as *Jogging* by Bill Bowerman (1967) or *Aerobics* by Kenneth Cooper (1968), evidence on the beneficial effects of PA has been accumulating, and has been disseminated to the general public, since the middle of the 20th century. It turns out that an exclusive focus on health benefits is insufficient to address the ever-growing pandemic of physical inactivity. Leveraging a multidisciplinary decision-making framework, we formally demonstrated how expected health benefits are jointly discounted by multiple mechanisms, making their subjective value insufficient for favoring sustained engagement in PA. In contrast, affective mechanisms may have the potential to tip the balance in favor of PA over sedentary alternatives. From this perspective, a change in the framing of the promotion of PA is urgently needed: affective experiences should be at the core of all campaigns to promote PA, as well as central to an individual's own relationship with PA. We hope that our suggestions will expand the efforts of researchers and practitioners to put forth the key role of positive affective experiences in motivating sustained PA.

### Authors' contributions

SM, ML, and BC conceived the study and drafted the manuscript. All authors contributed to the improvement of the manuscript and approved its final version. All authors have read and approved the final version of the manuscript, and agree with the order of presentation of the authors.

### Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

### References

- Pontzer H. Ecological energetics in early homo. *Curr Anthropol* 2012;**53** (Suppl. 6):S346–58.
- Bull FC, Al-Ansari SS, Biddle S, et al. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *Br J Sports Med* 2020;**54**:1451–62.
- Bauman A, Chau J. The role of media in promoting physical activity. *J Phys Act Health* 2009;**6**(Suppl. 2):S196–210.
- Fredriksson SV, Alley SJ, Rebar AL, Hayman M, Vandelanotte C, Schoeppe S. How are different levels of knowledge about physical activity associated with physical activity behaviour in Australian adults? *PLoS One* 2018;**13**:e0207003. doi:10.1371/journal.pone.0207003.
- Rhodes RE, de Bruijn G-J. How big is the physical activity intention-behaviour gap? A meta-analysis using the action control framework. *Br J Health Psychol* 2013;**18**:296–309.
- Saunders TJ, Dechman G, Hernandez P, et al. Distinct trajectories of physical activity among patients with COPD during and after pulmonary rehabilitation. *COPD* 2015;**12**:539–45.
- Ekkekakis P. People have feelings! Exercise psychology in paradigmatic transition. *Curr Opin Psychol* 2017;**16**:84–8.
- Fox CR, Poldrack RA. Prospect theory and the brain. In: Glimcher PW, Camerer CF, Fehr E, Poldrack RA, editors. *Neuroeconomics*. Cambridge, MA: Elsevier Academic Press; 2009. p.145–73.
- Rangel A, Camerer C, Montague PR. A framework for studying the neurobiology of value-based decision making. *Nat Rev Neurosci* 2008;**9**:545–56.
- Prévost C, Pessiglione M, Météreau E, Cléry-Melin M-L, Dreher J-C. Separate valuation subsystems for delay and effort decision costs. *J Neurosci* 2010;**30**:14080–90.
- Cheval B, Boisgontier MP. The theory of effort minimization in physical activity. *Exerc Sport Sci Rev* 2021;**49**:168–78.
- Reimers CD, Knapp G, Reimers AK. Does physical activity increase life expectancy? A review of the literature. *J Aging Res* 2012;**2012**:243958. doi:10.1155/2012/243958.
- Ainslie G. Specious reward: A behavioral theory of impulsiveness and impulse control. *Psychol Bull* 1975;**82**:463–96.
- Rick S, Loewenstein G. Intangibility in intertemporal choice. *Philos Trans R Soc B Biol Sci* 2008;**363**:3813–24.
- Strömmer S, Shaw S, Jenner S, et al. How do we harness adolescent values in designing health behaviour change interventions? A qualitative study. *Br J Health Psychol* 2021;**26**:1176–93.
- Sharot T, Kanai R, Marston D, Korn CW, Rees G, Dolan RJ. Selectively altering belief formation in the human brain. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2012;**109**:17058–62.
- Weinstein ND. Unrealistic optimism about future life events. *J Pers Soc Psychol* 1980;**39**:806–20.
- Ditto PH, Lopez DF. Motivated skepticism: Use of differential decision criteria for preferred and nonpreferred conclusions. *J Pers Soc Psychol* 1992;**63**:568–84.
- Salander P. Attributions of lung cancer: My own illness is hardly caused by smoking. *Psychooncology* 2007;**16**:587–92.
- Pomp S, Fleig L, Schwarzer R, Lippke S. Depressive symptoms interfere with post-rehabilitation exercise: Outcome expectancies and experience as mediators. *Psychol Health Med* 2012;**17**:698–708.
- Dukes D, Abrams K, Adolphs R, et al. The rise of affectivism. *Nat Hum Behav* 2021;**5**:816–20.
- Cabanac M, Bonniot-Cabanac M-C. Decision making: Rational or hedonic? *Behav Brain Funct* 2007;**3**:45. doi:10.1186/1744-9081-3-45.
- Rhodes RE, Kates A. Can the affective response to exercise predict future motives and physical activity behavior? A systematic review of published evidence. *Ann Behav Med* 2015;**49**:715–31.
- Rhodes RE, McEwan D, Rebar AL. Theories of physical activity behaviour change: A history and synthesis of approaches. *Psychol Sport Exerc* 2019;**42**:100–9.
- Molanorouzi K, Khoo S, Morris T. Motives for adult participation in physical activity: Type of activity, age, and gender. *BMC Public Health* 2015;**15**:66. doi:10.1186/s12889-015-1429-7.
- Zenko Z, Kahn RM, Berman CJ, Hutchinson JC, Jones L. Do exercisers maximize their pleasure by default, Using prompts to enhance the affective experience of exercise. *Sport Exerc Perform Psychol* 2020;**9**:405–17.
- Swann C, Jackman PC, Schweickle MJ, Vella SA. Optimal experiences in exercise: A qualitative investigation of flow and clutch states. *Psychol Sport Exerc* 2019;**40**:87–98.
- Taylor IM, Smith K, Hunte R. Motivational processes during physical endurance tasks. *Scand J Med Sci Sports* 2020;**30**:1769–76.
- Ekkekakis P. The dual-mode theory of affective responses to exercise in metatheoretical context: II. Bodiless heads, ethereal cognitive schemata, and other improbable dualistic creatures, exercising. *Int Rev Sport Exerc Psychol* 2009;**2**:139–60.
- Ensari I, Greenlee TA, Motl RW, Petruzzello SJ. Meta-analysis of acute exercise effects on state anxiety: An update of randomized controlled trials over the past 25 years. *Depress Anxiety* 2015;**32**:624–34.
- White RL, Parker PD, Lubans DR, et al. Domain-specific physical activity and affective wellbeing among adolescents: An observational study of the moderating roles of autonomous and controlled motivation. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2018;**15**:87. doi:10.1186/s12966-018-0722-0.
- Gellert P, Ziegelmann JP, Schwarzer R. Affective and health-related outcome expectancies for physical activity in older adults. *Psychol Health* 2012;**27**:816–28.
- Smith B, Netherway J, Jachyra P, et al. Infographic. communicate physical activity guidelines for disabled children and disabled young people. *Br J Sports Med* 2022;**56**:588–9.
- Ekkekakis P, Parfitt G, Petruzzello SJ. The pleasure and displeasure people feel when they exercise at different intensities: Decennial update and progress towards a tripartite rationale for exercise intensity prescription. *Sport Med* 2011;**41**:641–71.
- Jones L, Zenko Z. Strategies to facilitate more pleasant exercise experiences. In: Zenko Z, Jones L, editors. *Essentials of exercise and sport psychology: An open access textbook*. Malmö: Society for Transparency, Openness, and Replication in Kinesiology; 2021. p.242–70.

**Annexe 2 : Supplementary material – [Contribution n°1](#)**

**Tables**

**Table S1.** Descriptive statistics for reaction times and reliability scores for the conflictual manikin task across studies.

**Table S2.** Results of linear mixed effect models for the detection task in Study 1.

**Table S3.** Results of linear mixed effect models for the conflictual manikin task adjusting for detection times in Study 1.

**Table S4.** Physical activity, sedentary and neutral words chosen in conflictual and non-conflictual trials in Study 2 and Study 3.

**Table S5.** Results of linear mixed effect models for the detection task in Study 2.

**Table S6** Results of linear mixed effect models for the detection task in Study 3.

**Table S1.** Descriptive statistics for reaction times and reliability scores for the conflictual manikin task across studies.

Conditions	Study 1			Study 2			Study 3					
	<i>n</i>	Mean (SD)	% of errors	<i>r</i>	<i>n</i>	Mean (SD)	% of errors	<i>r</i>	<i>n</i>	Mean (SD)	% of errors	<i>r</i>
<b>Approach condition</b>												
Conflictual trials	2678	643 (196)	5.0%	.88	4093	672 (228)	3.5%	.93	10918	689 (223)	4.3%	.92
Non-conflictual trials	2793	568 (153)	1.4%	.91	4223	664 (224)	2.2%	.95	11390	679 (217)	2.4%	.92
<b>Avoidance condition</b>												
Conflictual trials	2588	723 (221)	7.8%	.88	3811	745 (253)	5.9%	.92	10213	768 (251)	5.8%	.92
Non-conflictual trials	2747	617 (180)	2.6%	.90	4005	723 (241)	4.0%	.92	10678	744 (240)	4.3%	.93

*Note.* *n*: Number of trials per experimental condition; SD: Standard-deviation; *r*: reliability scores, computed using the split-half method (*n* of simulations = 1000).

**Table S2.** Results of linear mixed effect models for the detection task in Study 1.

	<i>b</i>	SE	<i>p</i>	Correlations
<b>Fixed effects</b>				
Intercept	522.41	10.30	< .001	
Stimuli (ref: Neutral stimuli)	46.52	7.18	< .001	
<b>Random effects</b>				
Participants				
Intercept		6094		
Stimuli		81		-.10
Participants				
Type of stimuli		150		
Stimuli				
Intercept		21342		
<i>Residuals</i>		22111		
<b>R<sup>2</sup> marginal/conditional</b>		.01 / .23		

*Note.* b: unstandardized beta estimates; SE: standard-error.

**Table S3.** Results of linear mixed effect models for the conflictual manikin task adjusting for detection times in Study 1.

	<i>b</i>	SE	<i>p</i>	Correlations		
<b>Fixed effects</b>						
Intercept	652.53	16.81	< .001			
Condition (ref: Avoidance)	-75.37	8.87	< .001			
Type of trials (ref: Conflictual trials)	-81.52	12.47	< .001			
Detection time score	-72.56	74.42	.333			
Condition × Type of trials	-32.16	7.69	< .001			
<b>Random effects</b>						
<i>Participant by experimental condition and types of trials</i>						
Intercept		11506		–		
Condition		10361		-.30	–	
Type of trials		1123		-.80	.30	–
Condition × Type of trials		1654		0.14	-.56	-.05
<i>Participants by stimuli</i>						
Intercept		199				
<i>Physical activity stimuli</i>						
Intercept		329				
<i>Participants by sedentary and neutral stimuli</i>						
Intercept		6				
<i>Sedentary and neutral stimuli</i>						
Intercept		5				
Residuals		24188				
<b>R<sup>2</sup> marginal/conditional</b>				.08/.38		

*Note.* *b*: unstandardized beta estimates; SE: Standard-errors.

**Table S4.** Physical activity, sedentary and neutral words chosen in conflictual and non-conflictual trials in Study 2 and Study 3.

	<b>English translation</b>	<b>Number of letters</b>	<b>Grammatical class</b>	<b>Reaction times</b>
<b>Physical activity words</b>				
actif	active	5	Adjective/verb	491
bouger	move	6	Adjective/verb	559
courir	run	6	Adjective/verb	536
effort	effort	6	Noun	529
escaliers	stairs	9	Noun	535
marcher	walk	7	Adjective/verb	508
sport	sport	5	Noun	505
vélo	bike	4	Noun	508
<b>Sedentary words</b>				
allongé	lying down	7	Adjective/verb	548
assis	sit	5	Adjective/verb	533
canapé	sofa	6	Noun	535
chaise	chair	6	Noun	575
fauteuil	armchair	8	Noun	511
lire	reading	4	Adjective/verb	490
repos	rest	5	Noun	519
télévision	television	10	Noun	–
<b>Neutral words</b>				
aspect	aspect	6	Noun	508
classique	classic	9	Adjective/verb	521
drapeau	flag	7	Noun	525
face	face	4	Noun	529
allumette	matchstick	9	Noun	523
genre	gender	5	Noun	516
lisse	smooth	5	Adjective/verb	600
neutre	neutral	6	Adjective/verb	532



**Table S5.** Results of linear mixed effect models for the detection task in Study 2.

	<i>b</i>	SE	<i>p</i>	Correlations
<b>Fixed effects</b>				
Intercept	746.61	21.27	< .001	
Stimuli (ref: Neutral stimuli)	-23.06	21.81	.303	
<b>Random effects</b>				
Participants				
Intercept		17554.9		
Type of stimuli		5141		-.34
Stimuli				
Intercept		10245		
Residuals				
Intercept		942		
Stimuli		78964		
<b>R<sup>2</sup> marginal/conditional</b>			.02 / .23	

*Note.* *b*: unstandardized beta estimate; SE: standard-error.

**Table S6.** Results of linear mixed effect models for the detection task in Study 3.

	<i>b</i>	SE	<i>p</i>	Correlations
<b>Fixed effects</b>				
Intercept	722.56	12.21	< .001	
Stimuli (ref: Neutral stimuli)	3.11	9.83	.755	
<b>Random effects</b>				
Participants				
Intercept		19658		
Type of stimuli		1138		-.06
Stimuli				
Intercept			129	
Residuals			56280	
<b>R<sup>2</sup> marginal/conditional</b>			.01 / .39	

*Note.* b: unstandardized beta estimates; SE: standard-error.

### **Annexe 3 : Supplementary material – [Contribution n°2](#)**

#### **Supplementary material 1 - Preliminary study**

#### **Supplementary material 2 – Description of the Implicit Association Test**

##### **Tables**

**Table S1.** Demographics for participants in the preliminary study.

**Table S2.** Descriptive statistics on trials in approach-avoidance blocks of the preliminary study.

**Table S3.** Feasibility outcomes for the preliminary study.

**Table S4.** Descriptive statistics for the outcomes in the preliminary study.

**Table S5.** Characteristics of the sample, across experimental conditions.

**Table S6.** Bivariate correlations between outcomes.

**Table S7.** Results of zero inflated models.

**Table S8.** Results of models including expectations as a control variable.

##### **Figures**

**Figure S1.** Proportion of choices across experimental conditions in the preliminary study.

**Figure S2.** Mean and individual implicit attitudes across experimental conditions in the preliminary study.

**Figure S3.** Illustration of the different types of trials across experimental conditions and blocks.

**Figure S4.** Histograms for self-reported physical activity across experimental conditions.

**Figure S5.** Proportion of choices in the free-choice task across experimental conditions (A) and mean reaction times across experimental conditions and choices (B).

**Figure S6.** Mean and individual IAT scores across experimental conditions.

## **Supplementary material 1 - Preliminary study**

Before running a fully-powered experiment, given the novelty of this intervention in the PA domain, a preliminary study was conducted. The aim of this study was to examine the feasibility of the protocol, by evaluating its attrition rate, compliance and acceptance. Additionally, as preliminary results, we computed descriptive statistics on participants' choice in the free-choice task, implicit and explicit attitudes. However, only two experimental conditions were proposed (vs. three in the main study): the ABC training versus a typical approach-avoidance training (i.e., approach of PA-related stimuli in 90% of trials).

### **Methods**

#### ***Procedure and population***

A convenience sample of French participants completed this online preliminary study and were recruited by word-of-mouth and on social media. The study was accessible using a web link. All participants completed the following tasks in the same order: a training approach-avoidance block, a free-choice task, an Implicit Association Test (IAT), and a questionnaire. The approach-avoidance training block, the free-choice task and the IAT were designed on Inquisit<sup>®</sup> and hosted on its online server. In total, 42 participants fully completed the pilot study, but one participant was excluded from the analysis because they reported technical issues when completing the online tasks. The final sample was composed of 41 participants (Table S1) who were randomly allocated to either the ABC training (n = 23) or the typical approach-avoidance training (n = 18).

In the ABC training and the typical approach-avoidance trainings, the content of the training blocks and measurement of the outcomes were overall similar to those described for the main study (see below).

#### **Measures**

Attrition rate of the experimental protocol was evaluated by dividing the number of individuals providing informed consent by the number of participants who did not fully complete the study, with 30% being considered as an acceptable threshold (Amico, 2009). For the training blocks, compliance to instructions in the training blocks were evaluated by computing the percentage of error trials, too fast trials (< 150 ms) and too slow trials (> 3000 ms) across conditions. To investigate the acceptance of the study, clarity of instructions, perceived interest across tasks and potential effectiveness of the intervention were respectively measured using single-item scales (e.g., “*Instructions were sufficiently clear and precise*” for clarity of instructions, see the notes accompanying Table S3 for items). Answers were given on

Likert scales ranging from 1 to 7, with mean scores above the mean of the scale being considered as acceptable. Open-ended questions also allowed to collect potential comments and suggestions on these three dimensions. A thematic analysis was conducted by the first author to identify recurrences in answers. Additionally, as preliminary results, we computed descriptive statistics for outcomes (i.e., choices in a free-choice task, explicit and implicit attitudes). These outcomes were measures as in the main study (see the main text of the manuscript).

## **Results**

### ***Intervention feasibility***

*Attrition rate* (24%) was acceptable: 55 participants signed the informed consent, 42 fully completed the study and 13 withdrew from the study.

Regarding *compliance to instructions*, for the approach-avoidance training blocks, the number of errors was rather high for the first block of the ABC training (i.e., 14%), in comparison with previous work (Van Dessel et al., 2018). This result warned us about participants' understanding of instructions (see also answers on the open-ended answers). Rates of too fast and too slow trials were low ( $\leq 5\%$ ), in both the ABC training and the typical approach-avoidance conditions (Table S2).

*Acceptance* of the study was deemed satisfactory, with scores above the mean of the scale on each of the three dimensions, in both the ABC training and the typical approach-avoidance conditions (Table S3). Regarding clarity, comments provided in open-ended questions suggested that more detailed instructions for the first training block could be given. To address this issue, instructions were amended in the main study and more strongly emphasized that actions depended on the colored frames, rather than on individuals' preferences.

### ***Choices and reaction times in the free-choice task***

In the free-choice task, participants in the ABC training were descriptively more likely to choose PA over sedentary alternatives than participants in the typical approach-avoidance training (74% in the ABC training vs 67% in the typical approach-avoidance training; Table S4, Figure S1).

### ***Implicit and explicit attitudes***

Scores on the IAT were descriptively higher in the ABC training than in the typical approach-avoidance training (DW-score =  $1.03 \pm 0.29$  vs  $0.71 \pm 0.50$ ; Figure S2). Explicit affective ( $5.70 \pm 1.07$  vs  $5.61 \pm 1.49$ ) and instrumental attitudes ( $6.33 \pm 1.28$  vs  $6.67 \pm 0.58$ ) were close in the ABC training and in the typical approach-avoidance training. It could be noted

that the slightly lower score on instrumental attitudes in the ABC training could be attributed to a participant in the ABC training reporting extremely low instrumental attitudes towards PA (score = 1, on the seven-point Likert scale; Table S4). When this participant was removed from the analyses, scores on instrumental attitudes were closer across experimental conditions.

## **Discussion**

This preliminary study suggests that the intervention is feasible, with acceptable attrition rate, compliance and acceptance (i.e., clarity, interest, perceived effectiveness). Open-ended answers also led us to amend instructions in the first block of training.

Regarding preliminary results, although they should be interpreted with the greatest caution, in comparison with the typical approach-avoidance training, participants in the ABC training were more likely to choose PA (vs. sedentary behaviors) in a free-choice task. They also descriptively reported more positive implicit attitudes towards PA (vs. sedentary behaviors). These preliminary results provided proof-of-concept for this consequence-based approach-avoidance training.

However, some differences between the preliminary study and the main study should be noted. First, in the preliminary study, antecedents, behavioral alternatives, consequences were not personalized for each participant. As such, participants were randomly exposed to antecedents, to eight first-person PA-related stimuli (e.g., running, cycling) and eight first-person sedentary-related stimuli (e.g., watching TV, lazing in a sofa). Second, in the preliminary study, the ABC procedure included a single training block of 48 trials (vs. three blocks of 27 trials in the main study) in which the consequence was identical across all participants: “increasing one’s vitality” (vs. three personally meaningful consequences in the main study). Third, PA was not measured seven days after the intervention. Fourth, this study could only assess the added-value of the ABC training over and beyond the effects on a typical approach-avoidance training. In the absence of a control condition (i.e., approach of PA-related stimuli in 50% of trials), this experimental procedure did not allow not determine whether a typical approach-avoidance training had significant effects on the outcomes – an information that would yet add to the current literature in the field of PA. As such the comparability between these two studies remains modest and should be interpreted in light of abovementioned discrepancies.

## **Supplementary material 2 – Description of the Implicit Association Test**

Implicit attitudes towards PA (vs. sedentary behaviors) were measured using the IAT (Greenwald et al., 1998). In this task, participants categorized words as either “good” or “bad”, and either as “physical activity” or “sedentary behaviors”. Participants categorized them using keys “E” or “I”, depending on the block. In block 1, participants categorized 20 words (10 related to “physical activity”, e.g., “run”; 10 to “sedentary behavior”, e.g., “sofa”) that appeared in the middle of the screen to the category “physical activity” or “sedentary behavior”. In block 2, participants categorized 20 words (10 related to the category “good”, e.g., “pleasant”; 10 related to the category “bad”, e.g., “boring”) to the category “good” or to the category “bad”. In block 3 (practice block), participants categorized 20 words (5 related to the category “good”, 5 to the category “bad”, 5 to the category “physical activity”, 5 to the category “sedentary behavior”) as either “physical activity or good”, or “sedentary behavior or bad”. The block 4 (critical block) was the same as block 3, except that there were 10 words for each category (40 in total). Blocks 1, 2, 3 and 4 were labeled as “compatible blocks”. In block 5, the instructions were the same as in block 1, except that categories were reversed (i.e., if the category “physical activity” was linked with key “E”, it was now linked with key “I”; and inversely for the category “sedentary behavior”). In block 6 (practice block), participants categorized in total 20 words (5 of each category) as either “sedentary behavior or good”, or “physical activity or bad”. Block 7 (critical block) was the same as block 6, except that there were 10 words for each category (40 words in total). Blocks 5, 6 and 7 were labelled as “incompatible blocks”. The order of compatible and incompatible blocks was counterbalanced between participants, so that 50% of them first responded to the compatible (incompatible) blocks and then to the incompatible (compatible) blocks.

**Table S1.** Demographics for participants in the preliminary study.

Variables	Total (n = 41)		ABC training (n = 23)		Typical AA training condition (n = 18)	
	Mean (SD)	Range	Mean (SD)	Range	Mean (SD)	Range
Gender (n; % of woman)	33; 81%		17; 74%		16; 89%	
Age (in years)	24 (3)	21; 39	24 (2)	21; 27	24 (5)	18; 39
<b>Habitual level of PA</b>						
Inactive (n, %)	4 (10%)	–	2 (9%)	–	2 (11%)	–
Light PA (n, %)	12 (29%)	–	6 (26%)	–	6 (33%)	–
Moderate PA (n, %)	21 (51%)	–	12 (52%)	–	9 (50%)	–
Vigorous PA (n, %)	4 (10%)	–	3 (13%)	–	1 (6%)	–

*Note.* Typical AA training: typical approach-avoidance training; SD: standard-deviation; PA: Physical activity. As in the main study, habitual level of PA was measured using the Saltin-Grimby scale.



**Table S2.** Descriptive statistics on trials in approach-avoidance blocks of the preliminary study.

<b>Blocks</b>	<b>ABC training (n = 23)</b>	<b>Typical AA training condition (n = 18)</b>
<b>Training block 1</b>		
% of errors	14%	6%
% of trials < 150 ms	0%	1%
% of trials > 3000 ms	5%	5%
<b>Training block 2</b>		
% of errors	4%	3%
% of trials < 150 ms	0%	0%
% of trials > 3000 ms	0.4%	2%
<b>Free-choice task</b>		
% of trials < 150 ms	0%	0%
% of trials > 3000 ms	2%	5%

*Note.* Typical AA training: typical approach-avoidance training. In the ABC training, the Block 1 corresponded to the forced-choice task in which participants had to approach stimuli depending on the color of the frame. The Block 2 corresponded to the maximization task in which they were instructed to improve the vitality of their avatar.

**Table S3.** Feasibility outcomes for the preliminary study.

	Overall (n = 41)		ABC training (n = 23)		Typical AA training (n = 18)	
	Mean (SD)	Range	Mean (SD)	Range	Mean (SD)	Range
<b>Clarity</b>	5.61 (1.31)	2; 7	5.52 (1.16)	3; 7	5.72 (1.49)	2; 7
<i>Open-ended question</i>	Instructions in the first two blocks can be improved: e.g. <i>“To insist on the fact that answers depend on the colors, rather than on our personal choices”</i>					
<b>Interest</b>	5.10 (1.30)	2; 7	4.91 (1.41)	3; 7	5.33 (1.14)	2; 7
<i>Open-ended question</i>	The task can be perceived as repetitive: e.g., <i>“The task is overall fun, but can become boring at the end”</i> .					
<b>Efficacy</b>	4.51 (1.27)	2; 7	4.52 (1.24)	3; 7	2 (6)	2; 7
<i>Open-ended question</i>	- Additional resources can be given to participants about physical activity and health: e.g., <i>“To write a small paragraph or present a study to explain the positive health benefits of physical activity on human body.”</i> - A summary of answers in the free-choice task can be provided: <i>“To give a “diagnosis” of answers and present risks of these habits on health.”</i>					
<b>Additional comments</b>	Some sedentary behaviors can have a positive effect on vitality: <i>“Reading was classified as in the “bad” side, “inactive behavior”, which disturbed me a bit as I love reading.”</i>					

*Note.* Typical AA training: typical approach-avoidance training; SD: standard-deviation. Clarity was measured using the item: *“Instructions were sufficiently clear and precise”*. Interest was measured using the item: *“Tasks were interesting were fun”*. Efficacy was measured using the item: *“Participating to this study can help individuals to be more physically active”*. Participants were asked to answer on a Likert scale ranging from 1 (*Completely disagree*) to 7 (*Completely agree*). In a last open-ended question, additional comments were collected.

**Table S4.** Descriptive statistics for the outcomes in the preliminary study.

<b>Outcomes</b>	<b>Overall (n = 41)</b>	<b>ABC training (n = 23)</b>	<b>Typical AA training (n = 18)</b>
<b>Free-choice task</b>			
<i>Choices</i>			
% of choices of PA alternatives	71%	74%	67%
% of choices of sedentary alternatives	29%	26%	33%
<b>Implicit attitudes towards physical activity</b>			
DW-score (mean, SD)	0.89 (0.42)	1.03 (0.29)	0.71 (0.50)
<b>Explicit attitudes towards physical activity</b>			
Affective attitudes (mean, SD)	5.66 (1.26)	5.70 (1.07)	5.61 (1.49)
Instrumental attitudes (mean, SD)	6.48 (1.04)	6.33 (1.28)	6.67 (0.58)

*Note.* SD: standard-deviation; Typical AA training: typical approach-avoidance training.

**Table S5.** Characteristics of the sample, across experimental conditions.

	<b>Total</b>	<b>ABC training</b>	<b>Typical AA training condition</b>	<b>Control condition</b>
	<b>N (%)</b>	<b>N (%)</b>	<b>N (%)</b>	<b>N (%)</b>
<b>Participants included in analyses on the first part of the study</b>				
N	360	120	120	120
Gender				
<i>Women</i>	192 (54%)	65 (54%)	66 (55%)	61 (51%)
<i>Men</i>	162 (45%)	54 (45%)	50 (42%)	58 (48%)
<i>Did not answer</i>	6 (1%)	1 (1%)	4 (3%)	1 (1%)
Age (Mean, SD)	41 (13)	42 (14)	41 (13)	40 (12)
<i>Did not answer</i>	20 (5%)	7 (6%)	5 (4%)	4 (3%)
PA profile				
<i>Sedentary</i>	70 (19%)	26 (22%)	23 (19%)	21 (18%)
<i>Some light PA</i>	159 (44%)	51 (42%)	54 (44%)	55 (46%)
<i>Regular PA</i>	114 (33%)	33 (28%)	42 (35%)	39 (32%)
<i>Vigorous PA</i>	16 (5%)	10 (9%)	1 (1%)	5 (4%)
<b>Participants included in analyses on the second part of the study</b>				
N	332	112	110	110
Gender				
<i>Women</i>	179 (54%)	62 (55%)	60 (54%)	57 (52%)
<i>Men</i>	149 (45%)	50 (44%)	46 (42%)	53 (48%)
<i>Did not answer</i>	4 (1%)	0 (0%)	4 (4%)	0 (0%)
Age (Mean, SD)	41 (13)	42 (14)	41 (13)	40 (12)
<i>Did not answer</i>	14 (4%)	6 (6%)	4 (4%)	4 (4%)
PA profile				
<i>Sedentary</i>	68 (20%)	26 (23%)	22 (20%)	20 (18%)
<i>Some light PA</i>	144 (43%)	45 (40%)	48 (43%)	52 (47%)
<i>Regular PA</i>	105 (32%)	33 (29%)	39 (35%)	33 (30%)
<i>Vigorous PA</i>	15 (5%)	9 (8%)	1 (1%)	5 (5%)

*Note.* Typical AA training: typical approach-avoidance training; SD: standard-deviation; PA: physical activity.

**Table S6.** Bivariate correlations between outcomes.

<b>Variables</b>	1.	2.	3.	4.	5.	6.
1. MVPA	–					
2. % of choices towards PA	.26***	–				
3. Intention	.36***	.43***	–			
4. Implicit attitudes	.11*	.19***	.16**	–		
5. Explicit affective attitudes	.33***	.36***	.58***	.16**	–	
6. Explicit instrumental attitudes	.13*	.15**	.17**	.04	.44***	–

*Note.* MVPA: Moderate-to-vigorous physical activity; PA: physical activity. \*:  $p < .05$ ; \*\*:  $p < .01$ ; \*\*\*:  $p < .001$ .

**Table S7.** Results of zero inflated models.

<i>Reference: Control training</i>	<b>b (95CI)</b>	<b>OR (95CI)</b>	<b><i>p</i></b>
<b>First step of models: Odds of not engaging (vs. engaging) in &gt; 0 minutes of PA</b>			
ABC training	-0.38 (-1.04; 0.29)	0.69 (0.35; 1.34)	.269
Typical AA training	-0.15 (-0.80; 0.50)	0.86 (0.45; 1.65)	.646
<b>Second step of models: Number of minutes of PA for participants with &gt; 0 minutes of PA</b>			
ABC training	0.43 (-0.19; 0.28)	–	.697
Typical AA training	-0.12 (-0.37; 0.11)	–	.300

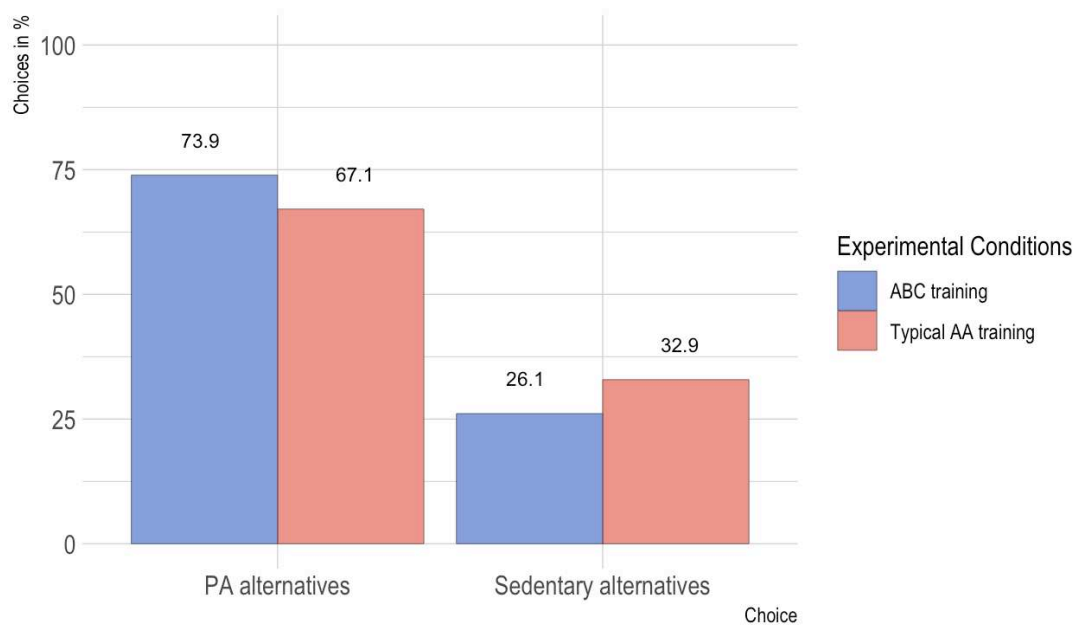
*Note.* Typical AA training: typical approach-avoidance training. Unstandardized coefficients (b), odd ratio (OR) and their 95 confidence intervals (95CI) are reported. As zero inflated models can be fitted with two different count distributions (i.e., Poisson versus negative binomial distributions) depending on the overdispersion of the data, models with both distributions were first fitted and compared using the Alike Criterion Information (AIC; i.e., a lower value indicates a better fit of the model). The AIC clearly favored the negative binomial distribution (AIC for the Poisson distribution = 43673, versus AIC for the negative binomial distribution = 3778). As such, reported results were obtained after fitting models with a negative binomial distribution. Please note that any significant difference was observed between the ABC training and the typical AA training when the typical AA training was set as the reference category ( $b = -0.38$ , 95CI = [-1.04; 0.29], OR = 0.69, 95CI = [0.35; 1.34],  $p = .269$  for the first step;  $b = .18$ , 95CI = [-0.06; 0.41],  $p = .146$  for the second step of the model).

**Table S8.** Results of the models including expectations as a control variable.

Variables	Outcome: % of choices towards PA alternatives		Outcome: Implicit attitudes	
	b (95CI)	<i>p</i>	b (95CI)	<i>p</i>
<b>Experimental condition (ref: Control training)</b>				
ABC training	13.54 (5.44; 21.63)	.001	0.16 (0.01; 0.31)	.034
Typical AA training	-1.19 (-9.20; 6.82)	.771	-0.04 (-0.19; 0.11)	.598
Expectations	4.51. (2.73; 6.29)	< .001	0.01 (-0.02; 0.05)	.372

*Note.* Typical AA training: typical approach-avoidance training; PA: physical activity. Unstandardized coefficients (b) and their 95 confidence intervals (95CI) are reported. When the typical AA training was set as the reference, participants in the ABC training reported a higher proportion of choices towards PA ( $b = 14.72$ ,  $95\text{CI} = [6.66; 22.79]$ ,  $p < .001$ ) and more positive implicit attitudes towards PA ( $b = 0.20$ ,  $95\text{CI} = [0.05; 0.35]$ ,  $p = .008$ ).

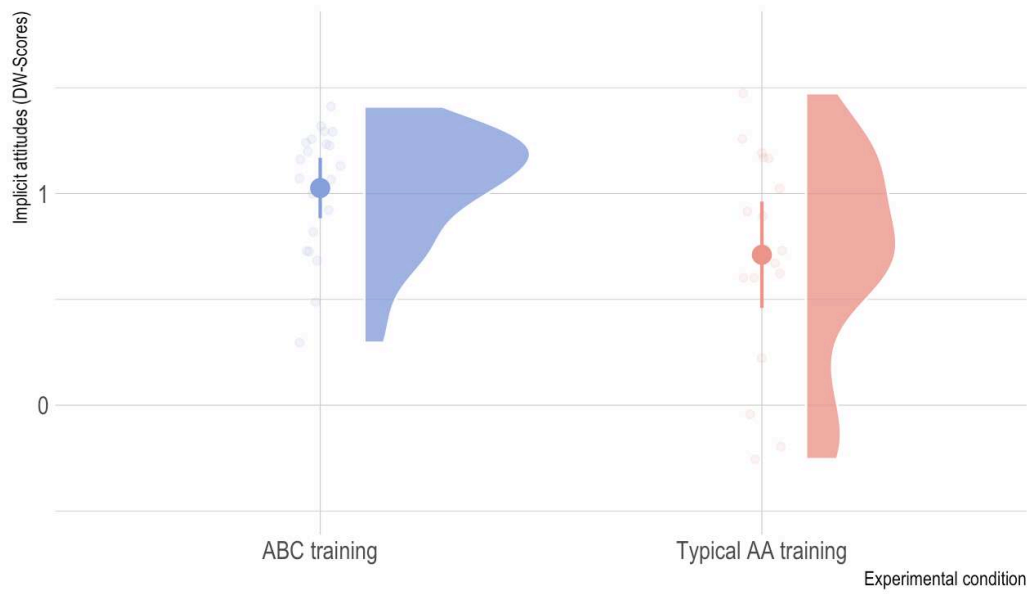
**Figure S1.** Proportion of choices across experimental conditions in the preliminary study.



*Note.* Typical AA training: Typical approach-avoidance training; PA: physical activity.



**Figure S2.** Mean and individual implicit attitudes across experimental conditions in the preliminary study.



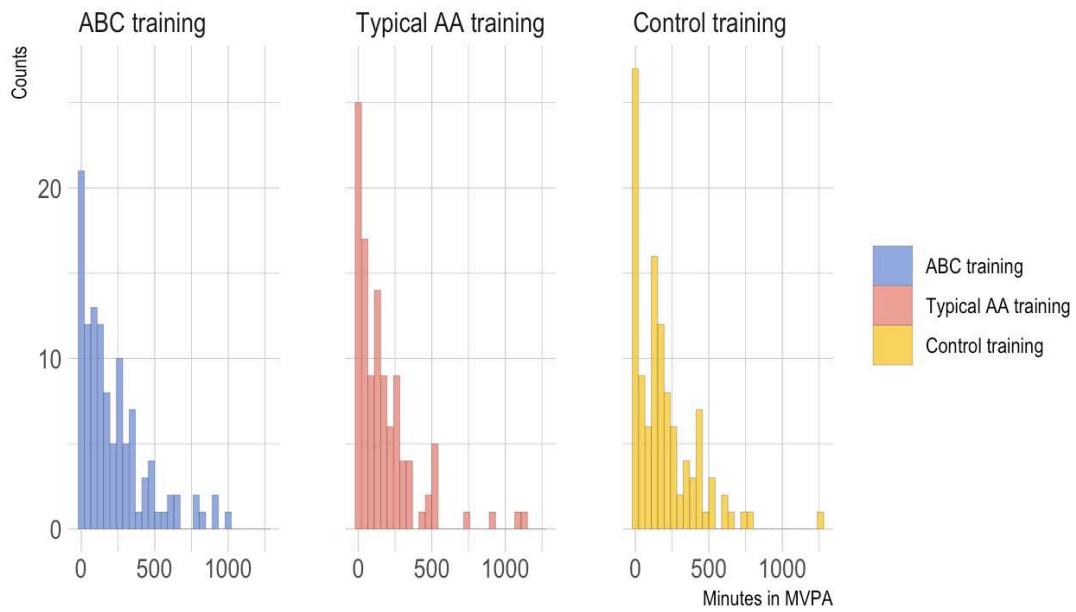
*Note.* Typical AA training: Typical approach-avoidance training.

**Figure S3.** Illustration of the different types of trials across experimental conditions and blocks.



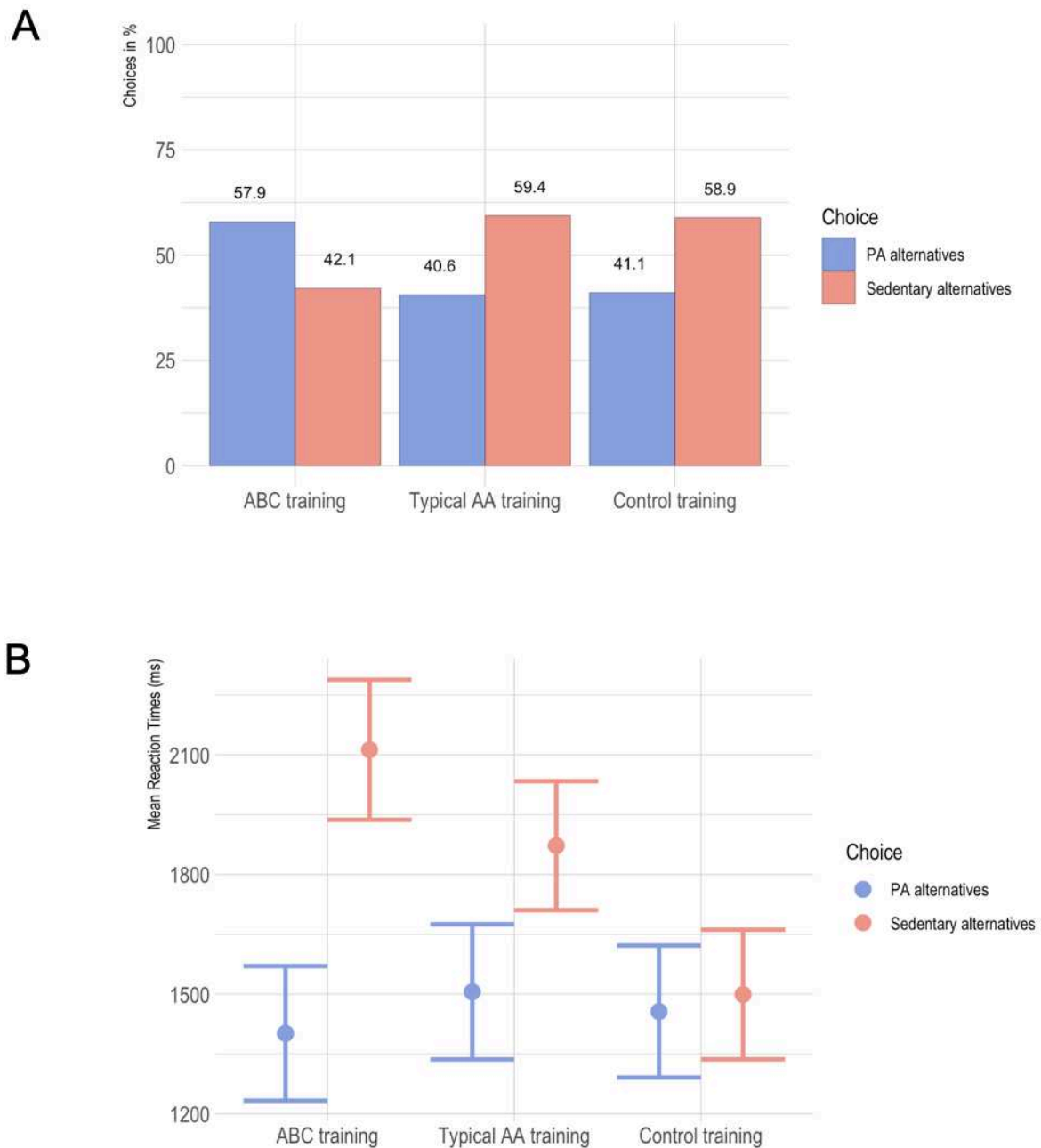
*Note.* A represents a trial from forced-choice task of the ABC training in which participants learnt that approaching PA had positive consequences. B represents a trial from the maximization task of the ABC training in which participants had to choose between PA and sedentary alternatives in order to maximize positive consequences for their avatar. C represents a trial from the training task of the typical approach-avoidance condition or from the control condition in which participants had to approach stimuli surrounded by a blue frame. D represents a trial from the free-choice task in which participants had to freely choose between PA and sedentary alternatives (different set of pictures), in the absence of any consequence.

**Figure S4.** Histograms for self-reported physical activity across experimental conditions.



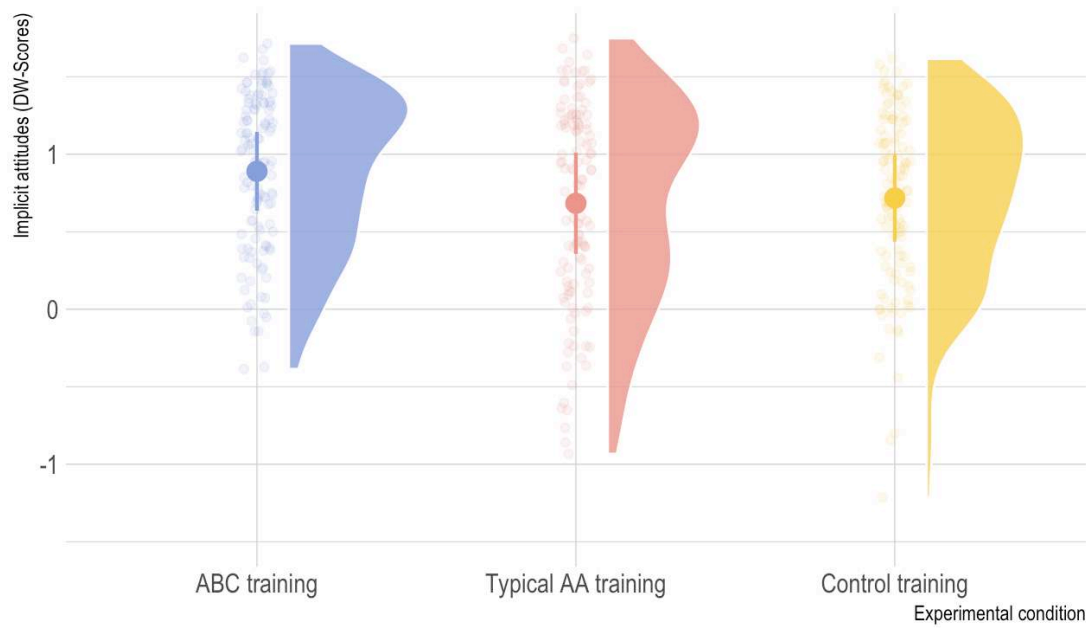
*Note.* MVPA: Moderate-to-vigorous physical activity was expressed in minutes; Typical AA training: Typical approach-avoidance training.

**Figure S5.** Proportion of choices in the free-choice task across experimental conditions (A) and estimated mean reaction times across experimental conditions and choices (B).



*Note.* PA: Physical activity; Typical AA training: Typical approach-avoidance training; ms: milliseconds.

**Figure S6.** Mean and individual IAT scores across experimental conditions.



*Note.* Typical AA training: Typical approach-avoidance training. Higher scores are assumed to reflect more positive implicit attitudes towards PA, relative to sedentary behaviors.

**Annexe 4 : Supplementary material – [Contribution n°3](#)**

**Table**

**Table S1.** Demographical and health-related information.

**Figures**

**Figure S1.** Comparison of the associations of PA behaviours, autonomous motivation, and PA habits before, in the middle and at the end of lockdown.

**Figure S2.** Evolution of PA behaviours across time.

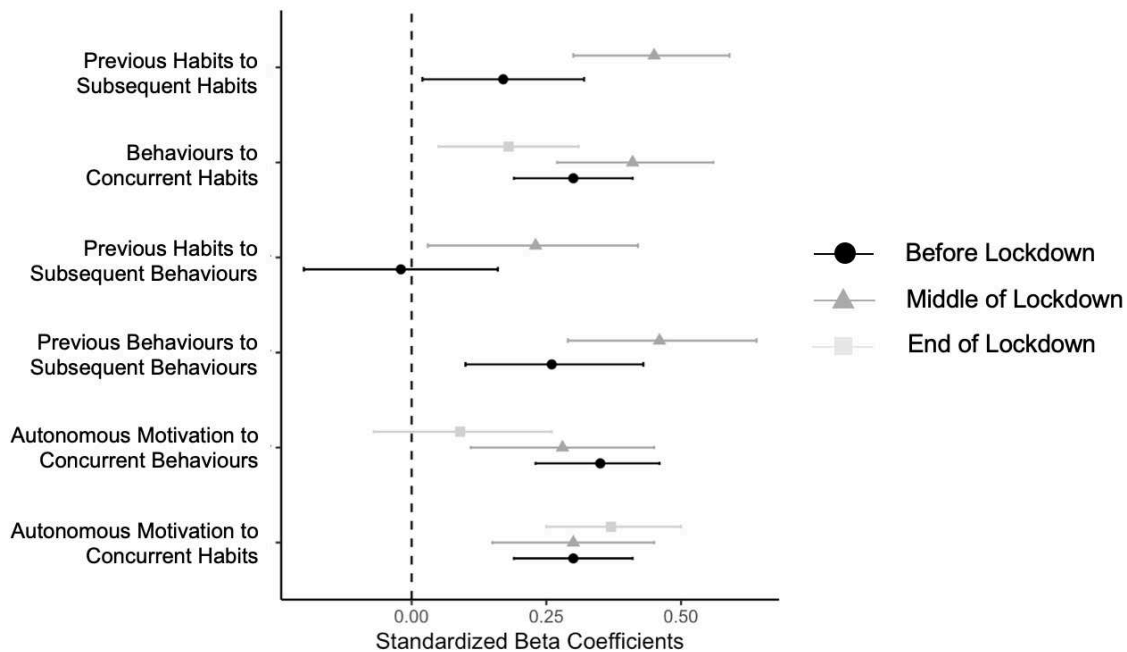
**Figure S3.** Evolution of autonomous motivation towards PA across time.

**Table S1.** Demographical and health-related information.

<b>Variables</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
<b>Zone of residence</b>		
Urban	149	53
Countryside	121	43
No answer	13	4
<b>Number of children</b>		
No	273	96
At least one	10	4
<b>Number of additional individuals at home during lockdown</b>		
0	48	17
1	116	41
2+	109	38
No answer	10	4
<b>COVID-19 symptoms</b>		
No	252	89
Yes	31	11
<b>Physical health</b>		
Excellent	24	8
Very good	81	29
Good	108	38
Fair	48	17
Poor	10	4
No answer	12	4
<b>Mental health</b>		
Excellent	17	6
Very good	67	24
Good	88	31
Fair	79	28
Poor	21	7
No answer	11	4

*Note.* Variables were collected during the first questionnaire, launched in early lockdown. Physical and mental health were assessed using two adapted items of the Patient-Reported Outcomes Measurement Information System (PROMIS; Hays et al., 2009): “During the last seven days, how would you rate your physical health?”; “During the last seven days, how would you rate your mental health, including mood and your ability to think?”. Respondents answered each item on a scale ranging from 1 (Poor) to 4 (Excellent).

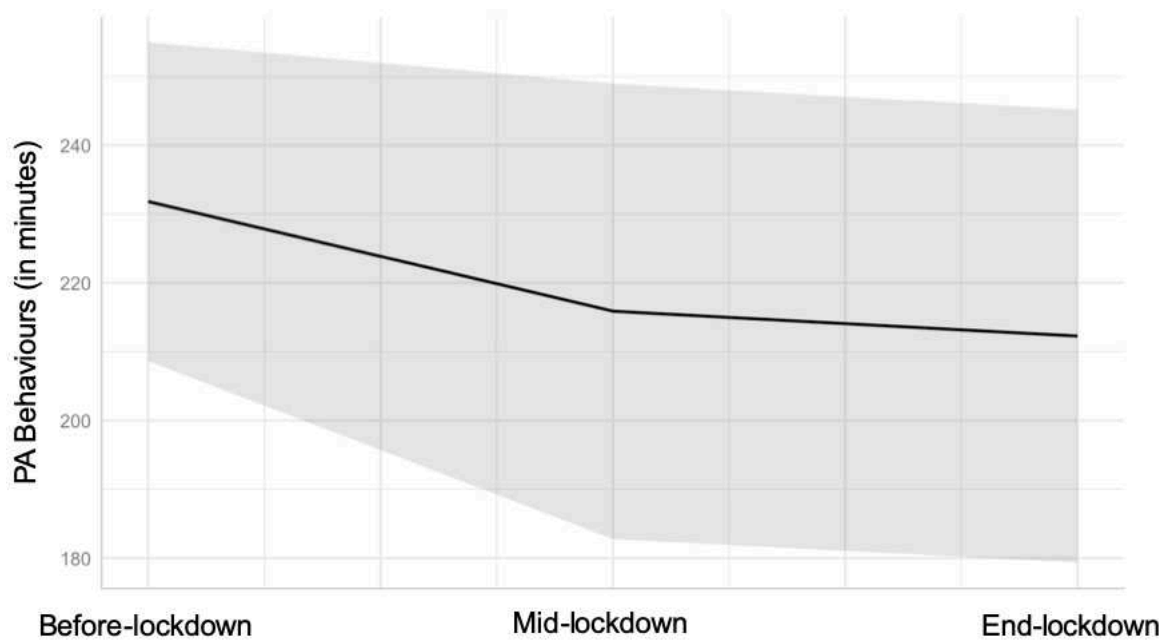
**Figure S1.** Comparison of the associations of PA behaviours, autonomous motivation, and PA habits before, in the middle and at the end of lockdown.



*Note.* Standardized beta coefficients  $\beta$  and 95% confidence intervals are presented.

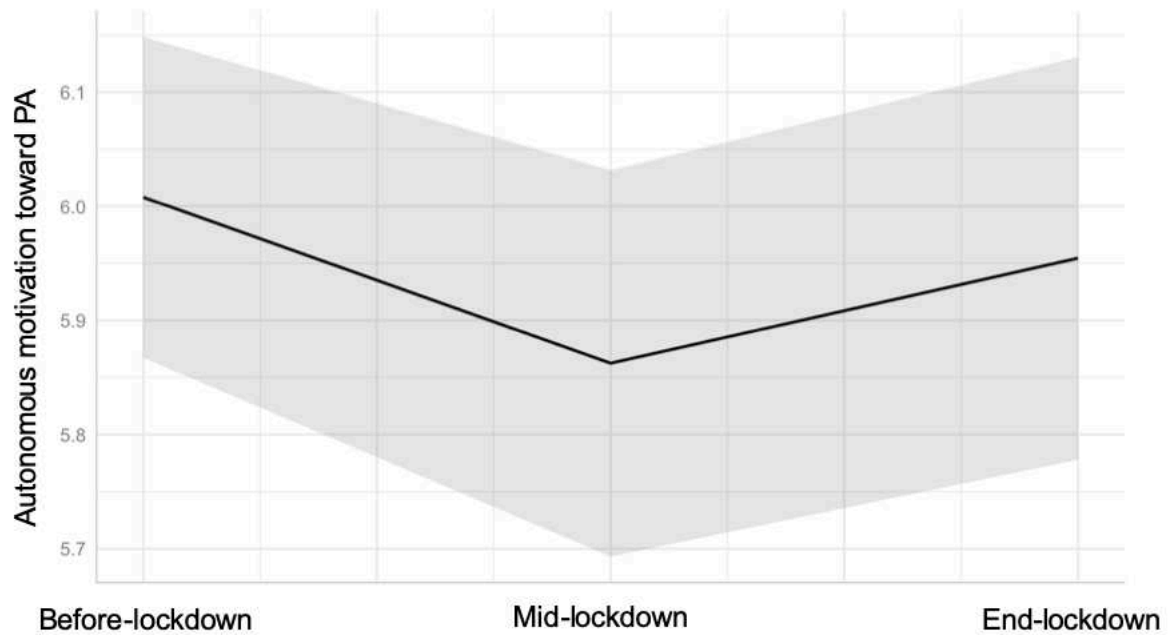


**Figure S2.** Evolution of PA behaviours across time.



*Note.* PA: Physical activity. Mixed effect modeling revealed no significant effect of linear ( $p = .254$ ) and quadratic time on PA behaviours ( $p = .491$ ), suggesting that PA behaviours neither significantly evolved from before- to mid-lockdown ( $\beta = -.05$ , 95CI  $[-.14; .04]$ ,  $p = .279$ ), nor from mid- to end-lockdown ( $\beta = .03$ , 95CI  $[-.14; .20]$ ,  $p = .710$ ).

**Figure S3.** Evolution of autonomous motivation towards PA across time.



*Note.* PA: Physical activity. Mixed effect modeling revealed no significant effect of linear ( $p = .381$ ) and quadratic time ( $p = .104$ ) on autonomous motivation towards PA, suggesting that autonomous motivation neither significantly evolved from before- to mid-lockdown ( $\beta = -.02$ , 95CI [-.09; .04],  $p = .486$ ), nor from mid- to end-lockdown ( $\beta = .10$ , 95CI [.00; .20],  $p = .059$ ).

**Annexe 5 : Supplementary material – [Contribution n°4](#)**

**Table S1.** Descriptive statistics for desires and conflict in each wave (Study 1).

**Table S2.** Priming sentences used in the scrambled sentence task (Study 4).

**Table S1.** Descriptive statistics for desires and conflict in each wave (Study 1).

<b>Variables</b>	<b>N</b>	<b>Mean (SD)</b>
<b>Strength of desires</b>		
Wave 1	249	4.35 (1.34)
Wave 2	116	3.93 (1.29)
Wave 3	117	4.02 (1.47)
Wave 4	107	3.95 (1.60)
Wave 5	96	3.91 (1.55)
Wave 6	165	3.74 (1.60)
Wave 7	111	3.73 (1.66)
<b>Conflict</b>		
Wave 1	249	3.77 (1.78)
Wave 2	115	3.18 (1.59)
Wave 3	117	3.21 (1.70)
Wave 4	107	3.19 (1.80)
Wave 5	96	3.20 (1.74)
Wave 6	165	2.98 (1.64)
Wave 7	111	3.09 (1.81)

*Note.* SD: Standard-deviation.

**Table S2.** Priming sentences used in the scrambled sentence task (Study 4).

<b>Autonomous motivation</b>		<b>Controlled motivation</b>	
<b>French version</b>	<b>English translation</b>	<b>French version</b>	<b>English translation</b>
Elle agit avec spontanéité/lui	She is very spontaneous/quiet	Elle agit avec culpabilité/eux	Elle agit avec eux/elles
Il a un défi/fauteuil	He has a challenge/chair	Il a une obligation/chaise	Il a une chaise/table
Ils étaient toujours intéressés/ici	They were constantly interested/speaking	Ils étaient toujours découragés/là	Ils étaient toujours là/ici
Elles se sentaient impliquées/ailleurs	She was feeling involved/something	Elles se sentaient jugées/ailleurs	Elles se sentaient absentes/ailleurs
Il était vraiment satisfait/simple	He was really satisfied/simple	Il était vraiment frustré/simple	Il était vraiment simple/modeste
Ils étaient encore volontaires/patients	They were again volunteering/talking	Ils étaient encore contraints/patients	Ils étaient patients/calmes
Il a tout maîtrisé/lu	They were mastering/reading it	Il a tout échoué/lu	Il a tout lu/vu
Elle est souvent ravie/neutre	She is often delighted/here	Elle est souvent contrariée/neutre	Elle est souvent neutre/objective
Elles sont vraiment engagées/parties	He is really absorbed/there	Elles sont vraiment forcées/parties	Elles sont vraiment parties/retrées
Elles se sentent compétentes/étourdies	He is feeling competent/dizzy	Elles se sentent mauvaises/étourdies	Elles se sentent étourdies/confuses
Ils se sentaient libres/vides	They were feeling autonomous/nothing	Ils se sentaient obligés/vides	Ils se sentaient vides/neutres
Il s'amuse/interroge vraiment	He was enjoying/hearing himself	Il s'ennuie/interroge vraiment	Il s'interroge/s'écrite vraiment
Elle était presque là/ici <sup>N</sup>	She was almost there/here <sup>N</sup>	Elle était presque là/ici <sup>N</sup>	She was almost there/here <sup>N</sup>
Il est venu/arrivé hier <sup>N</sup>	He arrived/came yesterday <sup>N</sup>	Il est venu/arrivé hier <sup>N</sup>	He arrived/came yesterday <sup>N</sup>
Elle a appelé/téléphoné hier <sup>N</sup>	She called/phoned yesterday <sup>N</sup>	She called/phoned yesterday <sup>N</sup>	She called/phoned yesterday <sup>N</sup>

*Note.* Sentences marked with a <sup>N</sup> are neutral sentences that were added in each experimental condition.

## Résumé

---

Conscients des bénéfices procurés par l'activité physique, la plupart des individus déclarent avoir l'intention d'être actifs physiquement. Pourtant, la moitié d'entre eux n'arrivent pas à traduire cette intention en comportement. L'une des hypothèses pour comprendre cet écart intention-action réside dans l'incapacité à résister à l'attrait des tentations sédentaires (Contribution n°1). Le contrôle de soi joue ici un rôle pivot pour favoriser l'engagement dans l'activité physique, malgré la présence d'alternatives sédentaires. Cette variable a été longtemps associée à la volonté, à des processus délibératifs, coûteux du point de vue des ressources. Récemment, le rôle de processus plus automatiques de contrôle de soi, comme les tendances automatiques d'approche-évitement, a été souligné car les individus les plus en réussite dans leur but sont précisément ceux qui font le moins appel à leur volonté. L'appréhension de ces mécanismes automatiques de contrôle de soi demeure pourtant lacunaire. Plusieurs questions restent en suspens et sont au cœur de ce travail doctoral. Quelle est la direction de ces processus automatiques de contrôle de soi (1) et quels sont leurs effets sur les comportements d'activité physique (2) ? Enfin, dans quelle mesure la qualité de la motivation envers l'activité physique (i.e., motivation autonome et contrôlée) affecte-t-elle l'activation de ces mécanismes de contrôle de soi (3) ?

Pour répondre à la première question, les tendances automatiques d'approche-évitement à l'égard de l'activité physique, mesurées à l'aide de tâches informatisées, ont été capturées en présence ou en l'absence de tentations sédentaires dans trois études (Contribution n°2). Des individus actifs physiquement étaient plus rapides pour « s'approcher » que pour « s'éloigner » des stimuli liés à l'activité physique. De plus, cette différence de temps de réaction était plus marquée en présence de stimuli sédentaires (vs. de stimuli neutres). La présence de tentations sédentaires pourrait ainsi permettre à des personnes actives physiquement de protéger leur but. Ensuite, au regard de la deuxième question, nous avons mis en évidence, dans un essai randomisé contrôlé (Contribution n°3), qu'entraîner les personnes à approcher l'activité physique, en la présence de tentations sédentaires, pour obtenir des conséquences individualisées (e.g., plaisir, santé) lors d'une tâche sur ordinateur était efficace pour changer les attitudes implicites envers l'activité physique, ainsi que la préférence pour ce comportement dans une tâche de libre choix. Bien qu'aucun effet sur l'activité physique auto-rapportée n'ait été observé, ces résultats soulignent le potentiel de cette intervention pour agir sur les processus automatiques de contrôle de soi. Concernant la troisième question, une étude menée lors du confinement lié à la pandémie de covid-19 a corroboré l'importance de la motivation autonome dans la mise en place d'une régulation automatique de l'activité physique (Contribution n°4). Cette régulation automatique pourrait expliquer la relation entre la motivation autonome et la réduction de l'occurrence des désirs envers les alternatives sédentaires (Contribution n°5). Quant aux mécanismes sous-jacents à cette observation, un ensemble de trois études a révélé qu'une forte motivation autonome à l'égard de l'activité physique, mais aussi que l'amorçage supraliminal et subliminal de ce type de motivation, étaient associés à l'activation des processus automatiques de contrôle de soi (Contribution n°5). En d'autres termes, seules les personnes dont la motivation autonome est activée pourraient s'appuyer sur ces mécanismes pour faire face « sans effort » à des situations les exposant à des choix entre activité physique et comportements sédentaires.

Dans son ensemble, ce travail doctoral renforce notre compréhension de la boucle automatique du contrôle de soi, les possibilités de son entraînement, ainsi que les conditions de son déploiement.

**Mots clés** : contrôle de soi ; modèles duaux ; activité physique ; comportement sédentaire ; conflit.

## Abstract

---

Aware of the benefits of physical activity, most individuals report the intention to be physically active. However, half of them fail to translate this intention into action. One hypothesis to understand this intention-action gap lies in the inability to resist the attraction towards sedentary temptations (Contribution n°1). Self-control therefore plays a pivotal role in favoring the engagement in physical activity, despite the presence of sedentary temptations. This variable has long been associated with willpower and as relying upon deliberative and resource-taxing processes. Recently, the role of more automatic self-control processes, such as automatic approach-avoidance tendencies, has been highlighted because the most successful individuals in the pursuit of their goals are precisely those who rely the less on their willpower. Yet, our understanding of these automatic self-control processes remains crude. Several questions are unexplored and constitute the core of this doctoral program. What is the direction of these automatic self-control processes (1) and what are their effects on physical activity behaviors (2)? Finally, to what extent does the quality of motivation towards physical activity (i.e., autonomous and controlled motivation) influence the activation of these automatic self-control processes (3)?

To address the first research question, automatic approach-avoidance tendencies towards physical activity were measured, using computerized reaction-time tasks, in the presence or in the absence of sedentary stimuli in a series of three studies (Contribution n°2). Physically active individuals were faster to « approach » than to « avoid » physical activity-related stimuli. Moreover, this difference in reaction times was more pronounced in the presence of sedentary stimuli (vs. neutral stimuli). The presence of sedentary temptations may therefore allow individuals to protect their physical activity goal. Regarding the second research question, we revealed, in a randomized controlled trial (Contribution n°3), that retraining individuals to approach physical activity, in the presence of sedentary temptations, to obtain personalized consequences (e.g., pleasure, health) during a computerized task was effective at improving implicit attitudes towards physical activity choices, as well as their preference for this behavior in a free-choice task. Although no effect on self-reported physical activity was observed, these findings support the potential of this intervention to alter automatic self-control processes. As for the third research question, a study conducted in the context of the lockdown imposed during the Covid-19 pandemic supported the importance of autonomous motivation in favoring the development of an automatic regulation of physical activity behaviors (Contribution n°4). This automatic mode of regulation may explain the relation between autonomous motivation and the reduction of the occurrence of desires towards sedentary alternatives (Contribution n°5). Regarding mechanisms that may underlie this observation, a series of three studies highlighted that a strong autonomous motivation towards physical activity, but also that supraliminal and subliminal priming of this type of motivation, were associated with the enactment of automatic self-control processes (Contribution n°5). In other words, only individuals whose autonomous motivation is activated may be able to rely upon these mechanisms to effortlessly cope with situations in which they are exposed to choices between physical activity and sedentary behaviors.

Overall, this doctoral work allows to develop our understanding of the automatic loop of self-control, the possibility to retrain it, as well as the conditions under which it may be activated.

**Keywords:** self-control; dual-process models; physical activity; sedentary behavior; conflict.