HAL
open science

Condition physique et santé : du diagnostic à l'activité physique personnalisée chez le senior (ASM Vitaly Test)

Damien Mack Inocentio

To cite this version:

Damien Mack Inocentio. Condition physique et santé : du diagnostic à l'activité physique personnalisée chez le senior (ASM Vitaly Test). Santé. Université Clermont Auvergne [2017-2020], 2019. Français. NNT : 2019CLFAC054 . tel-02513904

HAL Id: tel-02513904

https://theses.hal.science/tel-02513904

Submitted on 21 Mar 2020

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

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

Thèse présentée en vue de l'obtention du grade de

Docteur de l'Université Clermont Auvergne

Ecole doctorale des Sciences de la Vie, Santé, Agronomie, Environnement

Discipline : Santé publique et activité physique

Condition physique et santé : du diagnostic à l'activité physique personnalisée chez le senior (ASM Vitality Test)

Présentée et soutenue publiquement par

Damien MACK INOCENTIO

Le 16 décembre 2019

Directrice de thèse : Pascale DUCHÉ

Co-directeur : Éric DORÉ

Composition du jury

BOISSEAU Nathalie, PU STAPS (Université Clermont Ferrand) : Présidente de jury

VUILLEMIN Anne, PU STAPS (Université Nice Sophia Antipolis) : Rapporteur

BERTHOIN Serge, PU STAPS (Université de Lille) : Rapporteur

VINET Agnès, PU STAPS (Université Avignon) : Rapporteur

FINAUD Julien, Professionnel et Ph.D STAPS (ASM Omnisports) : Examinateur

WATELAIN Éric, MCF HDR STAPS (Université de Toulon) : Examinateur

DUCHÉ Pascale, PU STAPS (Université de Toulon) : Directeur de thèse

DORÉ Éric, MCF STAPS (Université Clermont Ferrand) : Co-directeur de thèse

Projet Vitality Test cofinancée par l'Union européenne dans le cadre du Fonds Européen de Développement Régional (FEDER).

A la mémoire de Simone Boris et Francis Boris dont leur combat contre le cancer m'a donné la force de relever tous les défis de la vie. Ce travail vous est dédié.

Remerciements

En tout premier lieu je tiens à adresser mes remerciements à ma directrice de thèse, Pascale Duché ; merci d'avoir cru en mes compétences durant ces 6 dernières années ; merci pour votre soutien, votre accompagnement, votre écoute, vous m'avez permis de dépasser les limites que je m'étais fixé pour aboutir au professionnel que je suis actuellement et dont je suis fier.

Je remercie également mon co-directeur de thèse, Éric Doré ; merci pour votre aide et votre écoute durant toutes ces années qui m'auront été précieuses pour la finalité de ce travail.

L'aboutissement de tout ceci n'aurait pas été possible sans mon actuel responsable, Julien Finaud. Je tiens à te remercier pour ton temps, ton accompagnement, ta confiance sans faille qui m'a permis de finaliser cette thèse. Je suis très heureux de pouvoir continuer à travailler à tes côtés.

Je tiens à remercier également le Professeur Anne Vuillemin, le Professeur Agnès Vinet ainsi que le Professeur Serge Berthoin pour avoir accepté d'être les rapporteurs de cette thèse et d'avoir pris du temps pour la lecture de ce travail.

Je veux remercier le Professeur Nathalie Boisseau de m'avoir convaincu il y a 6 ans d'intégrer le MASTER APAS de Clermont-Ferrand et aujourd'hui d'avoir accepté d'être la présidente de ce jury, cela finalise bien les choses.

Je remercie également Éric Watelain d'avoir accepté d'être examinateur de cette thèse, merci pour votre temps accordé à la lecture de ce travail.

Un grand merci aussi au laboratoire LIMOS pour leur collaboration autour de ce projet qui a permis de faire naître au grand jour ce bel outil. Merci à Farouk Toumani, Bastien Doreau, Violaine Antoine et les stagiaires ayant travaillés sur ce projet. Merci pour leur écoute et leur temps passé sur ce dispositif.

La réussite de ce travail n'aurait pas été possible sans ma structure d'accueil l'ASM Omnisports. Merci au Président Pascal Thibault et au Directeur Xavier Labaune pour leur accueil au sein de la structure, leur écoute et leur confiance.

Merci aussi à toute l'équipe présente au sein de l'ASM Omnisports. Un merci plus particulier à Camille Gaillard pour son investissement, sa rigueur et son aide dans ce travail. Merci à Anna Badoual, pour son oreille attentive et ses conseils précieux qui font le professionnel que je suis devenu.

Merci aussi, de par leur soutien moral, à Lydie, Camille, Tiphaine, Marwa et Nathalie. A tous, sachez que je n'oublierai jamais que vous avez été là dans les moments les plus hauts mais aussi les plus bas.

Bien sûr, merci à toute l'équipe ASM Vitalité pour votre soutien et votre aide lors de la réalisation des tests. Merci Anthony, Mélanie, Fabien, Julia, Nicolas, Margot, Morgan, Anais, Etienne, …

Je veux remercier aussi tous les partenaires qui m'ont permis de réaliser des tests et pour qui j'ai un grand dévouement. Merci plus particulièrement à Chrisitine Rabusson (AG2R la Mondiale), Laura Sanchez (Mutuelle Michelin), Marine Balineau (Mutualité Française) et tous les autres, pour votre confiance, votre soutien et votre aide qui ont permis le développement et l'aboutissement de ce dispositif.

Pour finir je tiens à remercier ma famille, merci Maman pour ton écoute et ton soutien durant toutes ces années, merci Papa d'avoir cru en moi lorsque moi-même je n'y croyais plus, merci aussi à ma Sœur pour son soutien. C'est avec grande émotion que je partage ces années de travail avec vous. Je veux remercier aussi mes beaux-parents pour leur soutien et leur encouragement tout au long de cette thèse. Merci de m'avoir motivé et d'avoir cru en moi jusqu'au bout, je ne l'oublierai jamais.

Enfin je termine ces remerciements envers ma femme Jessica, qui m'a accompagné depuis le début de ce périple, lors des bons et mauvais moments, sans qui je ne serai pas arrivé au terme de cette thèse. Merci pour ton soutien moral, ta force de vaincre, ta confiance en moi, ton écoute ... Cette thèse était un projet à deux et il se clôture. Nous avons dû pour cela mettre un peu notre vie de côté mais maintenant l'horizon se dégage vers de nouveaux beaux projets dont on a bien mérité et dont nous allons poursuivre main dans la main comme on le fait si bien.

Table des matières

INTRODUCTION **9**

PARTIE 1 : REVUE DE LITTERATURE **11**

I. CONTEXTE 11
I.1. Prévention santé *11*
I.1.1 Espérance de vie, maladies chroniques et allongement de la durée de vie au travail 11
I.1.2. Santé et prévention : les principes généraux 13
I.2. Activité physique (AP) *14*
I.2.1. Qu'est-ce que l'activité physique ? 14
I.2.2. Quels sont les déterminants de l'activité physique ? 14
I.2.2.1. Les limitations physiques 16
I.2.2.2. Les priorités temporelles 16
I.2.2.3. Les bénéfices de l'activité physique 16
I.2.2.4. Les croyances et les motivations 17
I.2.2.5. Les influences sociales 17
I.2.2.6. Les difficultés d'accès 18
I.2.3. Les programmes de promotion de l'activité physique pour la santé 18
I.2.4. Comment quantifier l'activité physique ? 19
I.2.4.1 Méthodes objectives 19
I.2.4.2 Méthodes subjectives 20
I.2.5. Quels sont les recommandations en matière d'activité physique ? 22
I.2.6. Quels sont les effets de l'activité physique ? 22
I.3. Sédentarité *24*
I.3.1. Qu'est-ce que la sédentarité ? 24
I.3.2. La sédentarité en quelques chiffres. 24
I.3.3. Quels sont les recommandations ? 24
I.3.4. Quels sont les effets de la sédentarité ? 25
I.3.5. Comment quantifier la sédentarité ? 27
I.4. Activité physique, inactivité physique et sédentarité. *27*
I.4.1. Interaction activité physique, inactivité physique et sédentarité. 27
I.4.2. Les profils d'activités 28
I.5. Résumé *30*
II. LA CONDITION PHYSIQUE ET LA SANTE 30
II.1. Définition du terme de condition physique *30*
II.2. Condition physique et santé *32*
II.3. Les composantes de la condition physique *34*
II.3.1. Composition corporelle 34
II.3.2. Capacité cardio-respiratoire 36
II.3.3. Fonction musculaire 38
II.3.4. Souplesse 39
II.3.5. Équilibre 40
II.3.6. Coordination motrice 40
II.4. Les déterminants de la condition physique *41*
II.5. Condition physique, sédentarité et activité physique *42*
II.6. Capacité cognitive, activité physique, sédentarité et condition physique *43*
II.7. Maintien du niveau d'activité physique sur le long terme et intérêt du bilan de condition physique *44*
II.8. Compliance, observance et adhésion *45*
II.9. Résumé *46*
III. METHODE D'EVALUATION DE LA CONDITION PHYSIQUE 47
III.1. Les tests de condition physique *47*
III.2. Critères de validation d'un test *47*
III.3. Répertoire des batteries de tests de condition physique *48*
III.4. Les tests de condition physique *49*
III.4.1. Tests - Capacité cardio-respiratoire 49
III.4.2. Tests - Fonction musculaire 50
III.4.3. Tests - Souplesse 50
III.4.4. Tests – Equilibre 51

III.4.5. Tests – Coordination motrice/Vitesse 51
IV. CONCLUSION 52

PARTIE 2 : CONSTRUCTION DE LA BATTERIE ASM VITALITY TEST 54

I. OBJECTIFS 54
II. DÉTERMINATION D'UN PROFIL PHYSIQUE 54
II.1. Construction d'un questionnaire 54
III. ÉVALUATION DE LA CONDITION PHYSIQUE 55
III.1. Questionnaire d'aptitude 55
III.2. La batterie de tests 56
III.2.1. Tests -Capacité cardio-respiratoire 56
III.2.2. Tests - Fonction musculaire 57
III.2.3. Tests – Souplesse 57
III.2.4. Tests –Equilibre 58
III.2.5. Tests – Coordination motrice/Vitesse 58
III.3. CREATION D'UN INDICE DE CONDITION PHYSIQUE 60
III.4. La Batterie d'évaluation de la condition physique 62
IV. DISPOSITIF INFORMATIQUE 73
IV.1. SECURISATION DES DONNEES 74
IV.2. L'APPLICATION ASM Vitality Test : Gestion 76
IV.2.1. Mode Administrateur 76
IV.2.2. Mode Participant 79
IV.2.3. Mode Animateur 84
IV.3. L'APPLICATION TABLETTE ASM Vitality Test : Passation 85
V. RESULTATS DES TESTS DE CONDITION PHYSIQUE 86
V.1. LIVRET INDIVIDUEL 86
V.2. LIVRET INDIVIDUEL COMPARATIF 90
V.3. LIVRET GROUPE 92

PARTIE 3 : EVALUATION DE LA CONDITION PHYSIQUE LIÉE À LA SANTÉ CHEZ LES PERSONNES ÂGÉES FRANÇAISES : FAISABILITÉ ET VALIDITÉ 96

PARTIE 4 : LE DISPOSITIF ASM VITALITY TEST PEUT-IL ETRE UNE AIDE A L'OBSERVANCE D'UN PROGRAMME D'ACTIVITE PHYSIQUE CHEZ LE SENIOR ? 115

PARTIE 5 : UN DISPOSITIF DEPLOYE POUR L'AIDE A LA PROMOTION DE L'ACTIVITE PHYSIQUE 144

V.1. LE DISPOSITIF EN CHIFFRES 144
V.2. LES DIFFÉRENTES ACTIONS DU DISPOSITIF 144
V.3. LES POURSUITES DE DEVELOPPEMENT DU DISPOSTIF 147
V.4. LA COMMUNICATION DU DISPOSITIF 148

PARTIE 6 : DISCUSSION GENERALE ET PERSPECTIVES 149

VI.1. DISCUSSION GENERALE 149
VI.I.1. Création d'un dispositif d'évaluation de la condition physique pour la promotion de l'activité physique 149
VI.I.2. Un dispositif d'aide à l'observance des programmes d'activité physique 150
VI.1.3. Un dispositif d'aide à la reprise d'activité physique ? 150
VI.2. CONCLUSION ET PERSPECTIVES 151

PARTIE 7 : BIBLIOGRAPHIE 152

ANNEXES 168

ANNEXE 1 : QUESTIONNAIRE ASM VITALITY QUEST 168
ANNEXE 2 : QUESTIONNAIRE MONDIAL SUR LA PRATIQUE D'ACTIVITES PHYSIQUES (GPAQ) 174
ANNEXE 3 : CONSENTEMENT VERSION PAPIER 177

Liste des figures

Figure 1 : Évolution de l'espérance de vie et de l'espérance de vie sans incapacité (DRESS, 2018) 11
Figure 2 : Les principales causes de décès en France (Santé Publique France / DREES, 2017) 12
Figure 3 : Relation entre activité physique, sport et exercice 14
Figure 4 : Les déterminants de l'activité physique 15
Figure 5 : Schéma simplifié des principaux déterminants à l'activité physique chez le senior et leurs relations (d'après les données de Franco et al., 2015) 15
Figure 6 : Schéma récapitulatif des différents effets de l'activité physique sur la santé 23
Figure 7 : Effet de l'activité physique sur la santé en générale et la mortalité toutes causes confondues (Khan et al., 2012) 23
Figure 8 : Association entre le temps assis quotidien et le risque de mortalité toutes causes confondues (Biswas et al., 2015 ; Chau et al., 2013) 25
Figure 9 : Effet de l'interaction entre le niveau d'AP et les comportements sédentaires (a: temps assis et b: temps passé devant la TV) sur la mortalité toutes causes confondues (Ekelund et al., 2016) 28
Figure 10 : Profils d'activité de la population adulte française (ANSES, 2017) 29
Figure 11 : Relation entre le niveau d'activité physique (Paffenbarger, Morris, Leon) ou de condition physique (Blair, Ekelund, Sandvick) et la mortalité par maladie coronarienne (Haskell, 1994). 32
Figure 12 : Schéma bilan des effets bénéfiques d'une bonne condition physique sur la santé. 33
Figure 13 : Effets de l'interaction surpoids/obésité et condition physique sur la mortalité par maladie cardiovasculaire et la mortalité toutes causes confondues chez l'homme (A, B, C) et la femme (D, E, F) (Ortega et al., 2018). 35
Figure 14 : Mécanismes potentiels d'atténuation du risque cardio-métabolique due à la capacité cardiorespiratoire (McAuley and Beavers, 2014). 36
Figure 15 : Évolution du risque relatif de mortalité toutes causes confondues et mortalité cardiovasculaire en fonction du niveau de capacité cardiorespiratoire (Lee et al., 2010). 37
Figure 16 : Évolution de la force musculaire avec l'âge chez l'homme (A) et la femme (B) (Peterson and Krishnan, 2015). 39
Figure 17 : Les déterminants de la condition physique (Corbin and Pangrazi, 2001). 41
Figure 18 : Modèle simplifié de causalité décrivant les interactions entre la condition physique et ses déterminants (d'après les données Bouchard and Landry, 1985). 42
Figure 19 : Les concepts liés à l'activité physique et à la condition physique, schéma adapté de (Ortega et al., 2018). 43
Figure 20 : Interaction entre l'activité physique, la condition physique et la capacité cognitive de (McAuley et al., 2004). 44
Figure 21 : Questionnaire QS-Sport 56
Figure 22 : Batterie ASM Vitality Test 60
Figure 23 : Schéma du dispositif informatique 75
Figure 24 : Onglet Gestion du mode administrateur 76
Figure 25 : Gestion des utilisateurs mode administrateur 76
Figure 26 : Base de données mode administrateur 77
Figure 27 : Gestion des tests mode administrateur 77
Figure 28 : Gestion des données mode administrateur 78
Figure 29 : Espace d'accueil mode participant 79
Figure 30 : Information et consentement mode participant 79
Figure 31 : Questionnaire sur l'aptitude à l'AP mode participant 80
Figure 32 : Onglet profil mode participant 80
Figure 33 : Onglet questionnaire mode participant 81
Figure 34 : Questionnaire partie 1 81
Figure 35 : Questionnaire partie 2 82
Figure 36 : Questionnaire partie 2 83
Figure 37 : Questionnaire partie 4 83
Figure 38 : Onglet résultats mode participant 84
Figure 39 : Ecran d'accueil mode animateur 84
Figure 40 : Application tablette ASMVitality 85
Figure 41 : Livret individuel page 1 87

Figure 42 : Livret individuel page 2 ..... **88**
Figure 43 : Livret individuel page 3 ..... **89**
Figure 44 : Livret individuel page 4 ..... **90**
Figure 45 : Livret comparatif page 2 ..... **91**
Figure 46 : Livret comparatif page 3 ..... **91**
Figure 47 : Livret groupe page 1 ..... **92**
Figure 48 : Livret groupe page 2 ..... **93**
Figure 49 : Livret groupe page 3 ..... **94**
Figure 50 : Livret groupe page 4 ..... **95**
Figure 51 : Distribution par âge et par sexe de la population évaluée en 4 ans **144**
Figure 52 : L'ASM Vitality Test et ses actions pour le grand public **144**
Figure 53 : L'ASM Vitality Test et ses actions en entreprises **145**
Figure 54 : ASM Vitality Test : SINGLE **147**
Figure 55 : ASM Vitality Test : A3P **147**
Figure 56 : ASM Vitality Test : FORM **147**

Liste des tableaux

Tableau 1 : Méthodes d'évaluation et mesure de l'activité physique (Inserm, 2008). **19**
Tableau 2 : Tableau récapitulatif des avantages et désavantages des questionnaires génériques et spécifiques (Inserm, 2008). **21**
Tableau 3 : Tableau récapitulatif des principaux questionnaires évaluant l'activité physique. **21**
Tableau 4 : Répertoire d'études montrant les effets de la sédentarité sur la santé. **26**
Tableau 5 : Méthodes d'évaluation et mesure de la sédentarité (Inserm, 2008). **27**
Tableau 6 : Répertoire exhaustif des batteries de tests de condition physique. **48**
Tableau 7 : Répertoire des Tests - Capacité cardio-respiratoire **49**
Tableau 8 : Répertoire des Tests - Fonction musculaire **50**
Tableau 9 : Répertoire des Tests - Souplesse **50**
Tableau 10 : Répertoire des Tests - Equilibre **51**
Tableau 11 : Répertoire des Tests – Coordination motrice/Vitesse **51**
Tableau 12 : Répertoire des Tests – Capacités cardio-respiratoire **57**
Tableau 13 : Répertoire des Tests - Fonction musculaire **57**
Tableau 14 : Répertoire des Tests - Souplesse **58**
Tableau 15 : Répertoire des Tests - Equilibre **58**
Tableau 16 : Répertoire des Tests – Coordination motrice/Vitesse **59**
Tableau 17 : Tests retenus pour composer la batterie **60**
Tableau 18 : Normes du test de 6 min marche (en m) **61**
Tableau 19 : Échelle de cotation des résultats aux tests de condition physique **61**
Tableau 20 : Synthèse des tests de la batterie **62**

INTRODUCTION

La prévention et la promotion de la santé, enjeux majeurs de toute société, s'inscrivent dans un contexte où les comportements sédentaires et inactifs ne cessent de croître. L'étude ESTEBAN (2018) fait état de 89% de la population adulte passant 3h ou plus par jour dans des activités sédentaires et de 41% atteignant plus de 7h d'activités sédentaires quotidiennes. Or, la sédentarité est associée à une augmentation du risque relatif de diabète et de mortalité toutes causes confondues (Wilmot et al., 2012).

L'inactivité physique se définit par une insuffisance d'activité physique au regard des recommandations de 60 minutes d'activité physique d'intensité au moins modéré par jour. En France, moins d'un adulte sur deux atteint ces recommandations en matière d'activité physique bénéfiques pour l'amélioration et/ou le maintien de la santé (INCA 2, INCA 3, AFSSA 2009). En Europe, 46% des européens déclarent ne jamais pratiquer d'activité physique en 2017 (Eurobaromètre sur le sport et l'activité physique, 2017). Au niveau mondial, ce sont près de 31% des adultes âgés de 15 ans et plus, qui n'atteignent pas le niveau des recommandations d'activité physique de l'OMS. Ce phénomène d'inactivité physique est responsable de 3,2 millions de décès dans le monde (OMS, 2008).

Cette réalité s'accompagne d'un contexte sociodémographique associant à la fois une diminution de l'espérance de vie sans incapacité, une augmentation de la durée du travail et une évolution des maladies chroniques. Dans ce contexte, augmenter le niveau d'activité physique de la personne et de la population est une priorité de santé publique. L'activité physique se définit par "tout mouvement corporel produit par les muscles squelettiques entraînant une dépense énergétique supérieure à celle de repos" (Caspersen et al., 1985). L'augmentation du niveau d'activité physique et la réduction des comportements sédentaires permettent d'améliorer le niveau de condition physique.

La condition physique est une notion complexe, définie par l'American College of Sports Medicine (1998) comme "la capacité de réaliser des activités physiques d'un niveau modéré à intensif sans fatigue indue et la capacité de maintenir de telles aptitudes tout au long de la vie". Tout comme le rôle positif de l'activité physique sur la santé bien étayé dans la littérature (Khan et al., 2012), de nombreuses études scientifiques ont montré les effets bénéfiques prépondérant d'une bonne condition physique sur la santé (Blair et al., 1995). Un taux de mortalité réduit, le risque de maladies chroniques ou d'affections de longue durée diminué,

l'amélioration des capacités fonctionnelles, sont les principaux résultats. Des travaux récents mettent d'ailleurs en évidence l'importance majeure que représente le niveau de condition physique sur la santé globale (van der Velde et al., 2015). D'autres études soulignent aussi que la condition physique, et principalement ses composantes (composition corporelle, capacité cardio-respiratoire, fonctions musculaires, souplesse, équilibre et coordination motrice), diminue avec le vieillissement (Reinders et al., 2017, McAuley and Beavers, 2014, Peterson and Krishnan, 2015, Malina and Bouchard, 1992, Sturnieks et al., 2008, Pate et al., 2012). Le maintien d'un bon niveau de condition physique avec l'avancée en âge constitue donc un enjeu majeur qui peut être lié à la pratique d'une activité physique. Bien que certains auteurs aient noté des relations faibles à modérées entre ces deux paramètres, pour la plupart des individus une augmentation du niveau d'activité physique entraîne une amélioration de la condition physique (Blair et al., 2001, Gannon et al., 2002). D'où l'intérêt de proposer des programmes d'activité physique personnalisés afin d'agir sur le maintien de la condition physique (Müller-Riemenschneider et al., 2008). Mais nous savons que la réussite d'un programme d'activité physique dépend essentiellement de l'adhésion du participant à celui-ci. Cette évaluation globale de l'adhésion définit la notion d'observance (Mehta et al., 1997). Pour proposer ce type de programme, il est par contre conseillé de réaliser une évaluation de la condition physique au préalable (Ronda et al., 2001). Être capable de mettre en place une évaluation objective de la population peut favoriser les actions de promotion de l'activité physique sur le territoire et dans les diverses tranches d'âges.

Le fondement du travail réalisé ici repose sur la création d'un dispositif articulant un bilan de condition physique (diagnostic) et une offre de programmes d'activités physiques personnalisés (préconisations) afin de répondre avec cohérence aux politiques de santé publique, favoriser les changements de comportements liés à la pratique régulière d'activités physiques et amener les personnes à adopter un mode de vie actif sur le long terme. Les objectifs de ce dispositif sont d'établir un profil individuel afin de proposer la reprise, la réorientation ou le maintien d'une pratique régulière d'activités physiques répondant aux recommandations d'activité physique. La démarche proposée a pour finalité de promouvoir un mode de vie actif pérenne et bénéfique pour la santé globale de la population.

PARTIE 1 : REVUE DE LITTERATURE

I. CONTEXTE

I.1. Prévention santé

I.1.1 Espérance de vie, maladies chroniques et allongement de la durée de vie au travail

L'espérance de vie est l'indicateur statistique permettant de quantifier les conditions de mortalité sur une année. En France, d'après l'étude de la DRESS (2018), l'espérance de vie à la naissance pour une femme est de 85,3 ans et pour l'homme de 79,5 ans en moyenne (Figure 1). En dix ans, **l'espérance de vie a progressé** de 0,9 ans pour les femmes et de 2,1 ans pour les hommes. La France occupe l'une des meilleures places du classement des pays européens en matière d'espérance de vie à la naissance. En revanche, elle est juste dans la moyenne européenne pour l'espérance de vie sans incapacité (Moisy, 2018).

L'espérance de vie sans incapacité est un indicateur du nombre d'années qu'une personne peut espérer vivre sans pathologie et sans limitation dans la réalisation des gestes du quotidien. En 2018 en France, l'espérance de vie sans incapacité s'élève à 64,9 ans pour les femmes et à 62,6 ans pour les hommes (Figure 1).

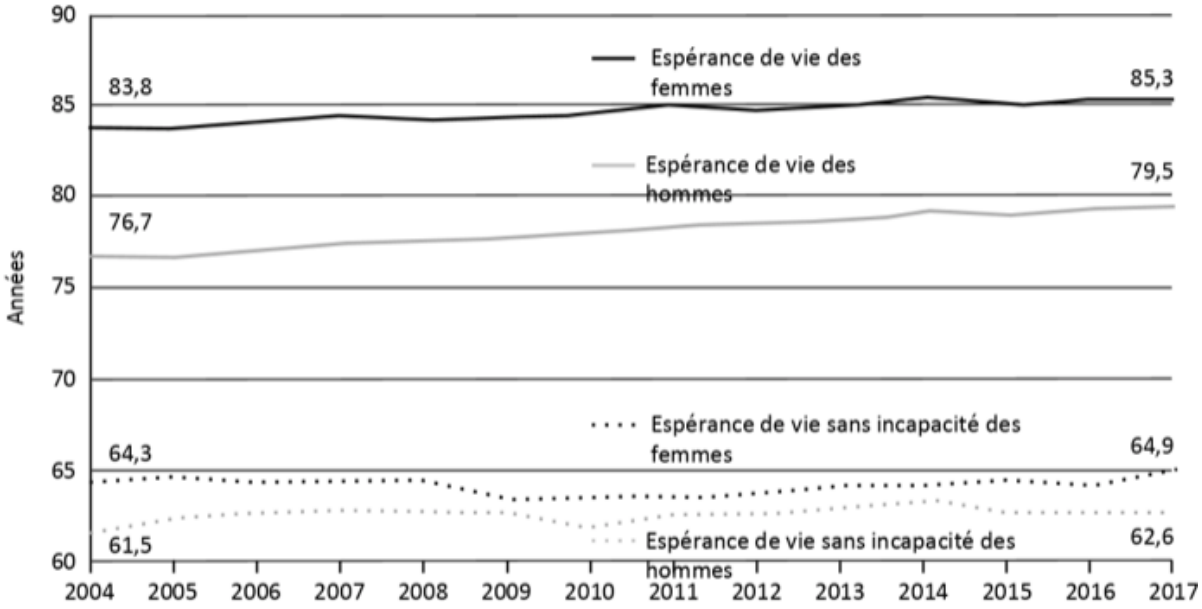


Figure 1 : Évolution de l'espérance de vie et de l'espérance de vie sans incapacité (DRESS, 2018)

Parallèlement, l'espérance de vie en bonne santé à partir de 65 ans, s'établit à 10,8 ans pour les femmes et 9,2 ans pour les hommes. Cet indicateur a progressé de 1 an pour les femmes et de 0,3 an pour les hommes durant les dix dernières années, ce qui montre un recul de l'âge d'entrée en incapacité pour les personnes qui ont atteint 65 ans.

Le vieillissement de la population se poursuit en 2018. Le rapport INSEE (2018) note que les personnes âgées d'au moins 65 ans représentent 19,6 % contre 18,8 % en 2016 de la population. La proportion des séniors de +65 ans a progressé de 4,1 points en vingt ans. Par ailleurs, les différents dispositifs de **recul progressif de l'âge légal de départ à la retraite**, vont augmenter mécaniquement le nombre de personnes actives âgées de plus de 50 ans. La projection de la population active en France comptera 29,6 millions de personnes actives en 2020 pour atteindre 31,2 millions en 2060 selon l'INSEE (2016). Entre 2006 et 2016, la population active âgée de 15 à 64 ans a augmenté de 1 million de personnes en France métropolitaine. Cette évolution est principalement due au nombre d'actifs âgés de 50 à 64 ans qui a augmenté de 1,7 million.

Le vieillissement de la population associé à l'évolution de l'espérance de vie, en générale et en bonne santé, constitue un terrain favorable à **l'augmentation de la prévalence des maladies chroniques** (OMS, 2017). Les maladies chroniques, maladies non transmissibles, sont définies par l'OMS (2009) comme : "des affections de longue durée qui évoluent lentement, le plus souvent, et qui sont responsables de 63% des décès au niveau mondial. Les maladies chroniques (comme les cardiopathies, les accidents vasculaires cérébraux (AVC), cancer, affections respiratoires chroniques, diabète…) sont la toute première cause de mortalité dans le monde " et en France depuis 2013 (Figure 2). Les principales maladies chroniques, causes de décès, sont les cancers responsables de 27,6 % des décès et les maladies cardiovasculaires de 25,1 %. De plus, la prévalence du diabète a augmenté de 4,4 % en 2010 à 4,7 % en 2013 soit environ une augmentation de 3 millions de personnes. Le nombre de personnes déclarant une ou plusieurs maladies chroniques augmente et cette évolution concerne principalement les personnes âgées de moins de 65 ans (Rapport DRESS, 2017).

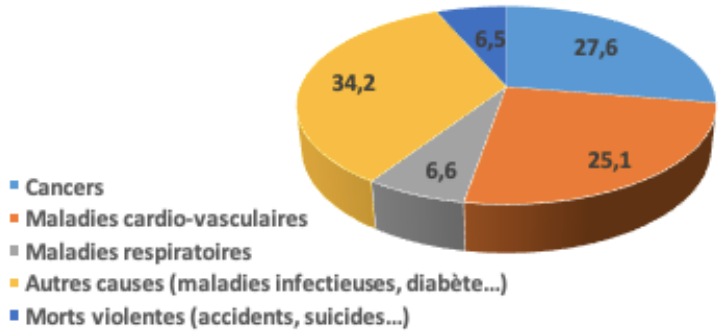


Figure 2 : Les principales causes de décès en France (Santé Publique France / DREES, 2017)

I.1.2. Santé et prévention : les principes généraux

L'OMS (1984) définit la santé comme "un état de complet bien-être physique, mental et social, qui ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité ". La Charte d'Ottawa (1986) pour la promotion de la santé énonce les aspects sociaux, économiques et environnementaux de la santé. Afin de rester en bonne santé elle affirme "qu'un groupe ou un individu peut d'une part, réaliser ses ambitions et satisfaire ses besoins et, d'autre part, évoluer avec le milieu ou s'adapter à celui-ci ". La santé est considérée comme un concept mettant en valeur les ressources sociales et individuelles dont les capacités physiques. La santé et la prévention sont des concepts étroitement liés.

La prévention est définie par l'OMS (1948) comme : "l'ensemble des mesures visant à éviter ou réduire le nombre et la gravité des maladies, des accidents et des handicaps ". L'OMS distingue 3 types de prévention (primaire, secondaire et tertiaire) qui correspondent à des états successifs. La prévention primaire (avant l'apparition de la maladie) représente l'ensemble des actes visant à diminuer une maladie dans une population et donc à réduire les risques d'apparition de nouveaux cas. La prévention secondaire (au tout début de la maladie) correspond aux actes destinés à agir au tout début de l'apparition du trouble ou de la pathologie afin de s'opposer à son évolution, ou encore pour faire disparaitre les facteurs de risque. Le diagnostic et le traitement prodigués afin d'éviter la progression de la maladie sont des composants essentiels de la prévention secondaire. La prévention tertiaire (une fois la maladie installée) intervient à un stade où il faut diminuer la prévalence des incapacités chroniques ou des récidives dans une population et réduire les complications, invalidités ou rechutes consécutives à la maladie. En d'autres termes, il s'agit d'amoindrir les effets et séquelles d'une pathologie ou de son traitement.

En Europe, le troisième Programme Santé (2014-2020) intègre la dimension prévention. Ce programme cible la prévention des maladies chroniques, la création de conditions favorables à des modes de vie sains et le développement de systèmes de santé innovants, efficaces et viables. Ce programme a pour objectif également de faciliter l'accès des citoyens à des soins de santé plus sûrs et de meilleure qualité. En France, c'est récemment l'élaboration du plan de Stratégie nationale de santé 2018 - 2022 qui prévoit 4 axes de prévention en termes de santé. Ce plan national consiste à "mettre en place une politique de promotion de la santé, incluant la prévention, dans tous les milieux et tout au long de la vie. Lutter contre les inégalités sociales et territoriales d'accès à la santé. Garantir la qualité, la sécurité et la pertinence des prises en charge à chaque étape du parcours de santé. Innover pour transformer le système de santé en réaffirmant la place des usagers ".

I.2. Activité physique (AP)

I.2.1. Qu'est-ce que l'activité physique ?

Malgré une promotion de l'AP pour une amélioration de la santé et une utilisation importante en santé publique, la population générale encore aujourd'hui, associe principalement l'AP aux pratiques sportives. Or, l'AP se définit comme "l'ensemble des mouvements corporels produits par la mise en action des muscles squelettiques et entraînant une augmentation substantielle de la dépense énergétique au-dessus du métabolisme de repos " (Caspersen et al., 1985). Les caractéristiques de l'AP ont été redéfinies par l'ANSES en 2017, par l'identification des effets produits sur l'organisme : développement de l'endurance, renforcement musculaire, amélioration de la souplesse ou développement de l'équilibre. L'AP peut s'exercer dans différents contexte tels que le cadre du travail, les transports, les activités domestiques et de loisir (sports ou loisirs non structurés) (Khan et al., 2012). Nous pouvons donc être actif par les activités au travail, les tâches ménagères ou le transport actif sans pour autant faire de sport.

Le sport se caractérise par une AP codifiée régie par la compétition et l'amélioration de la performance. Tandis que l'exercice est une AP planifiée, structurée et répétée dans le but d'améliorer ou de maintenir les capacités physiques et motrices (Khan et al., 2012).

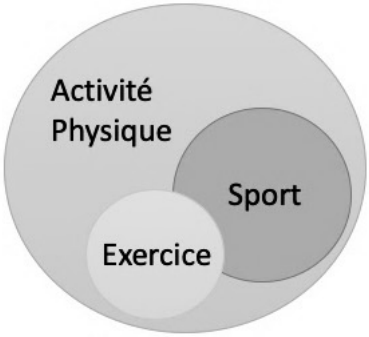


Figure 3 : Relation entre activité physique, sport et exercice

I.2.2. Quels sont les déterminants de l'activité physique ?

La connaissance des déterminants de la pratique de l'AP est importante pour identifier les freins et les leviers à la réussite de sa mise en place. La prise en compte de ces déterminants doit permettre de favoriser la participation, la reprise ou le maintien de la pratique d'AP mais aussi d'accroitre la pratique physique sur le long terme. A l'échelle Européenne, les résultats de l'Eurobaromètre (2014) mettent en évidence que les quatre principales motivations pour faire de l'AP sont l'amélioration de la santé à 62%, l'amélioration de la condition physique à 40%, se relaxer à 36% et s'amuser à 30%. À l'inverse, les raisons principales invoquées pour la non-pratique d'AP sont le manque de temps à 42%, le manque de motivation à 20%, les limitations de l'état physique à 13% et le prix trop élevé à 10% (Eurobaromètre, 2014).

Dans la littérature, quatre principaux groupes de déterminants de l'AP sont distingués (Bauman et al., 2012) (Figure 4).

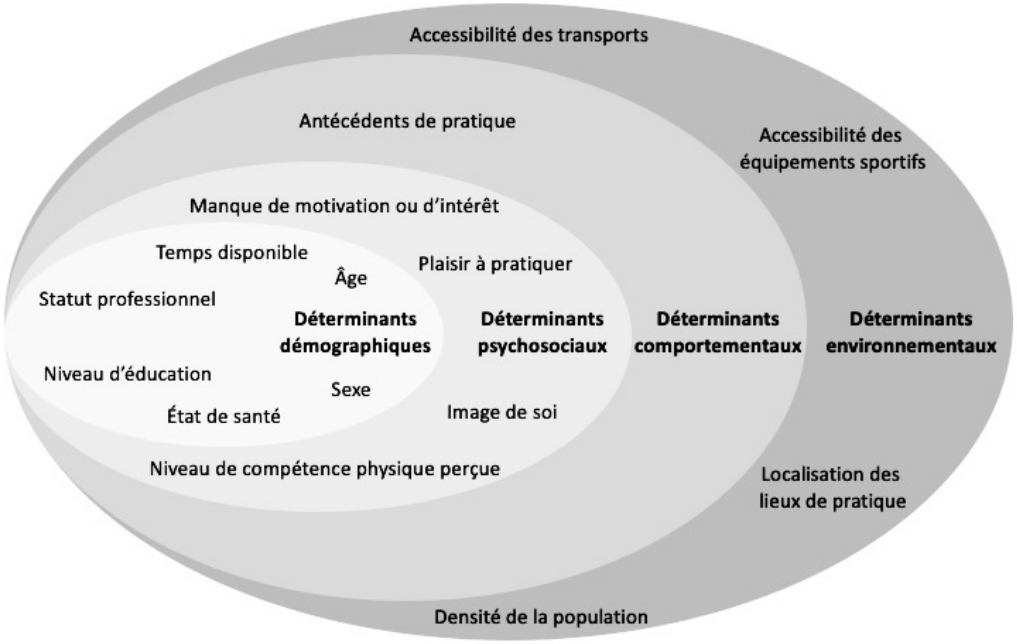


Figure 4 : Les déterminants de l'activité physique

Récemment, Franco et al. (2015) se sont intéressés aux différents déterminants de la pratique de l'AP et leurs interrelations chez les personnes âgées. Ils ont identifié six déterminants influençant la pratique de l'AP dont quatre relèvent de la dimension individuelle (les limitations physiques, les priorités temporelles, les bénéfices personnels associés à l'AP, les croyances et motivation), et deux de la dimension environnementale (l'influences sociales, les difficultés d'accès aux lieux de pratique) (Figure 5).

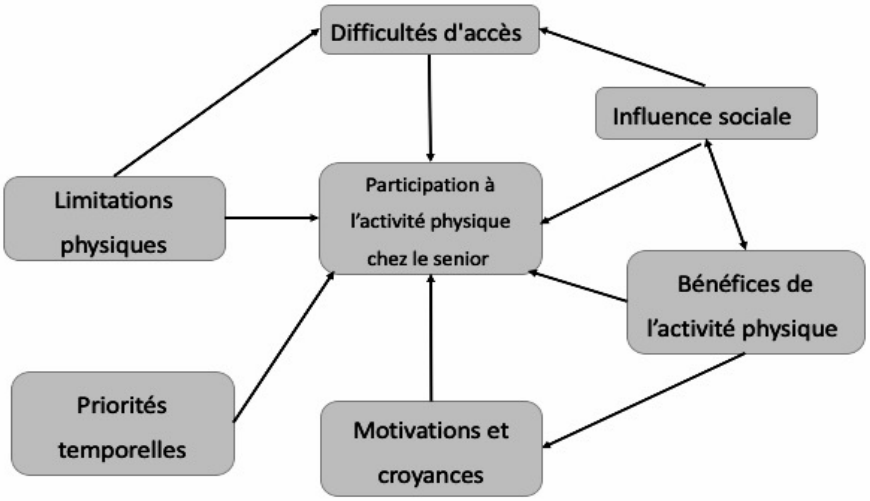


Figure 5 : Schéma simplifié des principaux déterminants à l'activité physique chez le senior et leurs relations (d'après les données de Franco et al., 2015)

I.2.2.1. Les limitations physiques

Les limitations physiques concernent principalement l'état de santé dans lequel se trouve où se perçoit l'individu. Elles s'expriment sous différentes formes qui peuvent être, non-visibles comme certaines maladies cardiaques, ou, visibles comme des troubles des habiletés motrices. En effet, les personnes qui se perçoivent en mauvaise santé se sentent physiquement incapables de participer à une AP (Schutzer and Graves, 2004). De même, les personnes qui se perçoivent fragiles présentent elles aussi un manque d'engagement dans l'AP (Franco et al., 2015).

I.2.2.2. Les priorités temporelles

Les priorités temporelles, qui traduisent le temps que l'on consacre aux activités quotidiennes jugées comme prioritaires, sont un déterminant de l'AP maîtrisable car il dépend de la capacité à fixer des priorités. Malgré tout, le manque de temps constitue un des principaux freins à la pratique d'AP identifiés chez les personnes adultes. D'après l'Eurobaromètre (2014), 40 % de la population européenne déclarent ne pas pratiquer d'AP par manque de temps. En revanche, ce facteur temps est plus évoqué par les sujets jeunes et adultes que par les sujets âgés. Chez les personnes ne pratiquant pas suffisamment d'AP, 45% des 18-59 ans citent ce facteur contre 20% des sujets âgés de 60 à 78 ans (Booth et al., 1997).

I.2.2.3. Les bénéfices de l'activité physique

Les bénéfices de l'AP représentent l'amélioration des indicateurs de santé par la pratique d'une AP adaptée. L'AP régulière a été fréquemment et systématiquement associée à des amélioration de la santé (Khan et al., 2012). Pour les personnes n'ayant pas conscience de l'impact de l'AP sur la santé, cette ignorance constitue un obstacle à la pratique d'AP (Schutzer and Graves, 2004). Le plaisir à pratiquer a été identifié comme un bénéfice de la pratique d'AP. Le plaisir de pratiquer a une influence positive sur le comportement des individus vis-à-vis de l'engagement dans la pratique et du bien-être (Deliens et al., 2015). Les ressentis physiques que procure l'activité sont aussi considérés comme favorisant la poursuite de la pratique sur le long terme (Strong et al., 2008). Enfin, l'AP est reconnue comme un moyen d'améliorer l'estime de soi (Lacaille et al., 2011). Bien que la grande majorité de la population reconnaisse les bienfaits de l'AP, il n'en demeure pas moins vrai que les dernières études françaises montrent que 63% des adultes de 18 à 79 ans pratiquent au moins 150 minutes d'AP d'intensité modérée par semaine (ANSES 2017 – étude INCA 3). De plus, les personnes qui ont un faible niveau de pratique physique considèrent qu'elles n'ont pas besoin d'augmenter leur AP pour améliorer leur santé (Wardle et Steptoe, 2003).

I.2.2.4. Les croyances et les motivations

Les croyances se caractérisent par un sentiment de certitude qui détermine notre perception de la réalité et des comportements. La croyance selon laquelle l'AP n'est pas nécessaire, voire dangereuse pour la santé persiste (Franco et al., 2015). La croyance d'une personne en ses propres compétences à pratiquer une AP, peut influencer aussi le fait d'être actif ou non (Deliens et al., 2015). Plus d'un tiers des sujets âgés de 55 à 90 ans estiment pratiquer suffisamment d'AP au quotidien et donc ne voient aucun bénéfice à ajouter des séances d'exercices dans leur pratique (O'Neill and Reid, 1991). Les motivations se définissent par des facteurs qui déterminent, expliquent, justifient l'engagement pour une activité donnée. D'après Burlot and Lefevre (2009), les principales motivations pour la pratique d'AP et sportive sont la santé, le bien-être, le contact avec la nature et la rencontre avec les autres.

I.2.2.5. Les influences sociales

Les influences sociales correspondent aux relations entretenues avec l'entourage. L'encouragement de l'entourage à pratiquer une AP est un levier important, notamment par la pratique d'AP en famille ou en couple qui renforce cette motivation (Horne and Tierney, 2012). Le soutien de la famille et de l'entourage sont des leviers importants (Deliens et al., 2015; Watt et al., 2014). Certaines études ont analysé les effets du lien social dans des activités physiques de groupe. Les points positifs sont la possibilité de permettre aux participants d'acquérir un sentiment d'appartenance, d'établir des liens et d'augmenter la motivation pour continuer l'activité (Horne and Tierney, 2012). En revanche, certains participants ont signalé un manque de confiance et une inquiétude de rencontrer d'autres personnes fragiles, particulièrement dans les AP pratiquées en collectif qui impliquent des personnes d'âges, de sexes, de capacités physiques différentes. Le contact avec les autres peut donc être un frein ou un levier à la pratique de l'AP (Lacaille et al., 2011). La présence et la qualité de l'encadrement a aussi une influence sur la pratique d'une AP, notamment, par le fait de concevoir la pratique comme plus sûre, personnalisée et adaptée. En ce sens, la méta-analyse de Lacroix et al. (2017), qui a quantifié l'efficacité des programmes d'AP supervisés et non supervisés chez les personnes de plus de 65 ans en bonne santé, montre qu'un entraînement supervisé par un professionnel de l'AP entraîne une amélioration plus importante de la condition physique que les programmes non supervisés (Lacroix et al., 2017). Il est important de noter une observance sur 12 mois plus élevée chez les participants d'un programme supervisé (93%) comparativement à ceux ayant eu un programme réalisé à domicile non supervisé (85%) est observée (Stathi et al., 2010).

I.2.2.6. Les difficultés d'accès

Les difficultés d'accès (distance du lieu de pratique, transport pour accéder au lieu de pratique, existence d'un lieu de pratique sécurisé) à l'AP représentent des contraintes qui vont limiter voire empêcher la pratique physique. Ces difficultés sont en particulier liées au climat pour les participants et apparaissent comme un déterminant important de la pratique de l'AP (Deliens et al., 2015). Un lieu de pratique éloigné du domicile ainsi que le mode de transport (en voiture, à pied…) augmentent le découragement et l'abandon d'une AP (Humpel et al., 2002). Le coût associé à un programme d'AP constitue lui aussi un frein pour la majorité des personnes âgées motivées pour commencer une AP (Barth et al., 2017).

I.2.3. Les programmes de promotion de l'activité physique pour la santé

Grâce à l'augmentation importante du corpus de connaissances scientifiques ayant démontré l'effet bénéfique de l'AP sur la santé, quel que soit l'âge, le sexe et la catégorie socio-professionnelle, l'AP est aujourd'hui bien identifiée comme un déterminant majeur de la santé directement ou indirectement associé à l'état de santé. Aujourd'hui, les programmes et les stratégies d'intervention pour augmenter le niveau d'AP et réduire les comportements sédentaires des populations sont de plus en plus importants. Le plus conséquent est le récent plan mondial promu par l'OMS : *Plan d'action mondial de l'OMS pour l'activité physique et la santé 2018-2030 : des personnes plus actives pour un monde plus sain*. Ce plan recommande l'engagement de mesures dans 20 domaines visant à créer des sociétés plus actives en améliorant les environnements et en ouvrant davantage de possibilités aux personnes de tout âge, quelles que soient leurs capacités et afin de pratiquer davantage des activités comme la marche, le vélo, les activités sportives, les loisirs actifs, la danse et le jeu. Ce plan se veut aussi soutenir la formation des agents de santé et d'autres professionnels, le renforcement des systèmes de données, et l'utilisation des technologies numériques. En France, a été lancé récemment la Stratégie Nationale Sport Santé 2019-2024. Ce plan a pour objectif la promotion de la santé et du bien-être par l'activité physique et sportive afin d'améliorer l'état de santé de la population en favorisant l'activité physique et sportive de chacun, au quotidien, avec ou sans pathologie, à tous les moments de la vie.

Plus spécifiquement, le décret n° 2016-1990 du 30 décembre 2016 relatif aux conditions de dispensation de l'AP adaptée (APA) prescrite par le médecin traitant à des patients atteints d'une affection de longue durée, permet d'agir par l'AP en prévention santé. Il est désormais possible au médecin de prescrire de l'APA et d'orienter les personnes vers des professionnels de l'AP. Enfin, en 2018 la Haute Autorité de Santé (HAS) a publié un guide pratique pour la promotion, la consultation et la prescription médicale d'AP et sportive pour la santé des adultes, accompagné de référentiels d'aide à la prescription par pathologie.

I.2.4. Comment quantifier l'activité physique ?

Quantifier l'AP, c'est pouvoir évaluer le niveau d'AP d'une personne ou d'une population afin de personnaliser la pratique pour rendre les interventions plus efficaces. Pour quantifier l'AP, il existe différentes méthodes, dont le choix dépend de l'objectif et des contraintes de mise en œuvre. Le niveau d'AP peut être mesuré par des méthodes objectives et des méthodes subjectives (Tableau 1).

	Mesure de l'activité physique	
Méthodes d'évaluation	**Procédure d'évaluation**	**Exemple d'indicateurs**
Directes (objectives)	Observation directe	Minutes d'AP, types d'AP
	Calorimétrie indirecte portable	Dépense énergétique, VO2
	Eau doublement marquée	Minutes au-dessus des seuils
	Accéléromètre	Variation d'accélération moyenne
	Podomètre	Nombre de pas par jour
	Surveillance du rythme cardiaque	Minutes au-dessus des seuils
Rapportées (subjectives)	Questionnaire ou interview sur l'AP	Dépense énergétique, minutes d'AP
	Journal de relevé de l'AP	Fréquence d'AP, types d'AP
	Rappel du transport actif	Type, fréquence, durée, distance

Tableau 1 : Méthodes d'évaluation et mesure de l'activité physique (Inserm, 2008).

I.2.4.1 Méthodes objectives

Les méthodes objectives incluent les mesures indirectes de la dépense énergétique (calorimétrie), la mesure du rythme cardiaque (les cardiofréquencemètres) et les capteurs de mouvement (les podomètres et les accéléromètres). Les méthodes de calorimétries sont les plus précises mais nécessitent des dispositifs et des coûts qui ne permettent pas une évaluation avec un grand nombre de sujets. C'est pourquoi, les méthodes les plus utilisées avec des cohortes sont les accéléromètres et les podomètres. Les accéléromètres peuvent être utilisés chez l'enfant, chez l'adulte et chez la personne âgée (Terrier and Schutz, 2004). Ils ne font pas appel aux déclarations du participant, bien que leur bonne utilisation nécessite que le sujet porte l'appareil correctement en respectant les consignes. Les limites sont le coût, l'absence de données sur le contexte de la pratique ainsi que la fiabilité de la dépense énergétique calculée par les équations de prédiction. Le podomètre comptabilise le nombre de pas. En revanche, il ne distingue pas la marche de la course, ne prend pas en compte les variations de longueur de pas, n'évalue pas l'intensité de l'exercice (vitesse et dénivelé) ni la distribution de l'AP dans la journée.

I.2.4.2 Méthodes subjectives

Les méthodes subjectives sont principalement des outils évaluant des comportements déclarés. Les paramètres pour décrire l'AP sont la durée, la fréquence, l'intensité, le domaine ou contexte et le type d'activité. Des indicateurs combinant ces paramètres peuvent être calculés globalement ou pour chacun des domaines. Les plus courants sont le volume (durée x fréquence) et la dépense énergétique (durée x fréquence x intensité), celle-ci étant plutôt calculée pour rendre compte de l'AP globale. La durée correspond au temps passé à une AP. La fréquence est le nombre de sessions de pratique pour une même AP.

L'intensité est définie comme la quantité d'énergie par unité de temps nécessaire pour réaliser une AP. Elle dépend du type de l'AP et des caractéristiques du sujet. L'intensité et la dépense énergétique associée sont exprimé en MET (Metabolic Equivalent Task). Une intensité de 1 MET correspond par définition à la dépense énergétique d'un individu au repos (position assise ou allongée) et représente une consommation d'oxygène équivalente à 3,5 $ml.min^{-1}.kg^{-1}$, soit 1 $kcal.kg^{-1}.h^{-1}$ pour un adulte. On classe habituellement les activités physiques en fonction du niveau de MET (ANSES, 2017) :

- activités sédentaires < 1,6 MET (Assis devant la télévision) ;
- 1,6 MET ≤ activités de faible intensité < 3 METs (Laver la vaisselle) ;
- 3 METs ≤ activités d'intensité modérée < 6 METs (Marche rapide à 7 km/h) ;
- 6 METs ≤ activités d'intensité élevée < 9 METs (Grimper des escaliers avec charges) ;
- activités d'intensité très élevée ≥ 9 METs (Course à partir de 11km/h).

Un compendium, compilation d'AP, fournit une estimation moyenne de METs pour de très nombreuses activités physiques de loisir, de travail, domestiques ou de transport (Ainsworth et al., 2011).

Les outils les plus utilisés pour les mesures subjectives sont les questionnaires de rappel d'activité et les journaux de relevé d'activité. Les qualités psychométriques (comme la fiabilités ou la sensibilité aux changements) et la validité des questionnaires ont fait l'objet d'études à la fois chez les adultes (van Poppel et al., 2010; Vuillemin et al., 2012) et les personnes âgées (Forsén et al., 2010). Ils diffèrent en fonction des paramètres recueillis, des contextes d'AP, de la période de rappel, du mode d'administration ou encore de la population cible. Certains questionnaires sont utilisés dans un objectif de surveillance de la population et d'autres, plus sensibles au changement de comportement, sont utilisables pour des études d'intervention. Il existe deux types de questionnaires, les spécifiques et les génériques. Chaque approche présente des avantages et inconvénients qui sont répertoriés dans le tableau 2.

Types	Avantages	Désavantages
Questionnaires génériques	Mesurent des effets variés sur différents aspects de la qualité de vie. Comparaison possible à travers différentes interventions/conditions.	Peuvent ne pas cibler de façon adéquate un domaine spécifique. Peuvent ne pas être sensibles aux changements.
Questionnaires spécifiques	Relativement adaptés à la clinique. Centrés sur les domaines pertinents pour une maladie, une population, une fonction, un problème. Peuvent être plus sensibles aux changements.	Ne permettent pas les comparaisons à travers des conditions différentes. Les autres domaines importants pour l'ensemble de la qualité de vie ne sont pas mesurés. Peuvent être limités en termes de populations et d'interventions.

Tableau 2 : Tableau récapitulatif des avantages et désavantages des questionnaires génériques et spécifiques (Inserm, 2008).

Concernant l'AP, les questionnaires standards les plus utilisés (Tableau 3) sont l'International Physical Activity Questionnaire (IPAQ court ou long) validé pour les sujets de 15 à 69 ans (Craig et al., 2003). Ce questionnaire permet d'estimer le volume d'AP des sujets et de les classer en niveau faible, modéré ou élevé. Le Recent Physical Activity Questionnaire (RPAQ) évalue l'AP sur le mois précédent et sur les différents contextes d'AP (Besson et al., 2010). L'OMS conseille l'utilisation du Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ), inspiré de l'IPAQ, validé pour des sujets âgés de 16 à 84 ans (Cleland et al., 2014). Ce questionnaire comporte 15 items interrogeant les sujets sur la durée hebdomadaire moyenne de leurs activités sédentaires et sur leurs différents contextes d'AP (Haskell et al., 2007).

Nom	Durée	Référence
IPAQ	Court 5min et long 15 min	(Craig et al., 2003)
RPAQ	15 min	(Besson et al., 2010)
GPAQ	15 min	(Cleland et al., 2014)

Tableau 3 : Tableau récapitulatif des principaux questionnaires évaluant l'activité physique.

Les questionnaires sont souvent utilisés en raison de leur faible coût, de leur facilité d'utilisation et de la possibilité d'application avec de grands échantillons. Leurs limites sont le biais de rappel (Durante and Ainsworth, 1996) et le manque de précision entrainé par une surévaluation dans la quantification des activités par les individus (Shephard and Vuillemin, 2003). De plus, des interrogations subsistent quant à la compréhension des questions posées, notamment chez la population âgée (van Uffelen et al., 2011).

I.2.5. Quels sont les recommandations en matière d'activité physique ?

Il existe des recommandations en matière d'AP fixant des seuils au-dessous desquels une personne est considérée comme inactive ou présentant une insuffisance d'AP. Au niveau international, pour des adultes âgés de 18 à 64 ans, l'OMS recommande 150 minutes par semaine d'activité d'endurance à une intensité modérée ou au moins 75 minutes d'activité d'endurance d'intensité soutenue ou une combinaison équivalente d'activité d'intensité modérée et soutenue, à raison d'au moins 10 minutes par moment de pratique (la forme d'AP pratiquée pouvant être diversifiée : activité d'endurance et/ou de renforcement musculaire ou toute autre activités physique). Au niveau français, l'ANSES (2016) conseille une pratique physique d'au moins 30 min par jour. Ce temps total quotidien peut être fractionné en périodes de 10 min minimales et devrait être répété au moins 5 jours par semaine, et si possible tous les jours. En complément, il est recommandé de réaliser des exercices de type renforcement musculaire jusqu'à 8 à 10 exercices différents impliquant les membres supérieurs et inférieurs, répétés 10 à 15 fois par série ; chaque série étant répétée 2 à 3 fois. Ils sont recommandés 1 à 2 fois par semaine. Des exercices d'étirement, d'assouplissement et de mobilité articulaire doivent être réalisés régulièrement, au minimum 2 à 3 fois par semaine avec un maintien de 10 à 30 secondes et répétés 2 à 3 fois.

Sept adultes sur 10 connaissent les recommandations en matière d'AP et cette connaissance augmente avec l'avancée en âge (ANSES : INCA 3, 2017). Malgré ces recommandations, moins d'un adulte sur deux atteint les recommandations nationales et internationales d'AP bénéfique pour l'amélioration et/ou le maintien de la santé (INCA 2, INCA 3, AFSSA 2009).

Le niveau d'AP d'intensité élevée diminue avec l'avancée en âge (ANSES : INCA 3, 2017). En revanche, le pourcentage d'adulte de 18 à 44 ans ayant un niveau d'AP faible est plus important (environ 40 %) comparé à celui des adultes de 45 à 79 ans (environ 35,5%) (ANSES : INCA 3, 2017).

I.2.6. Quels sont les effets de l'activité physique ?

Il est consensuellement admis que l'AP régulière d'intensité modérée à vigoureuse est associée à de nombreux bénéfices pour la santé (Figure 6).

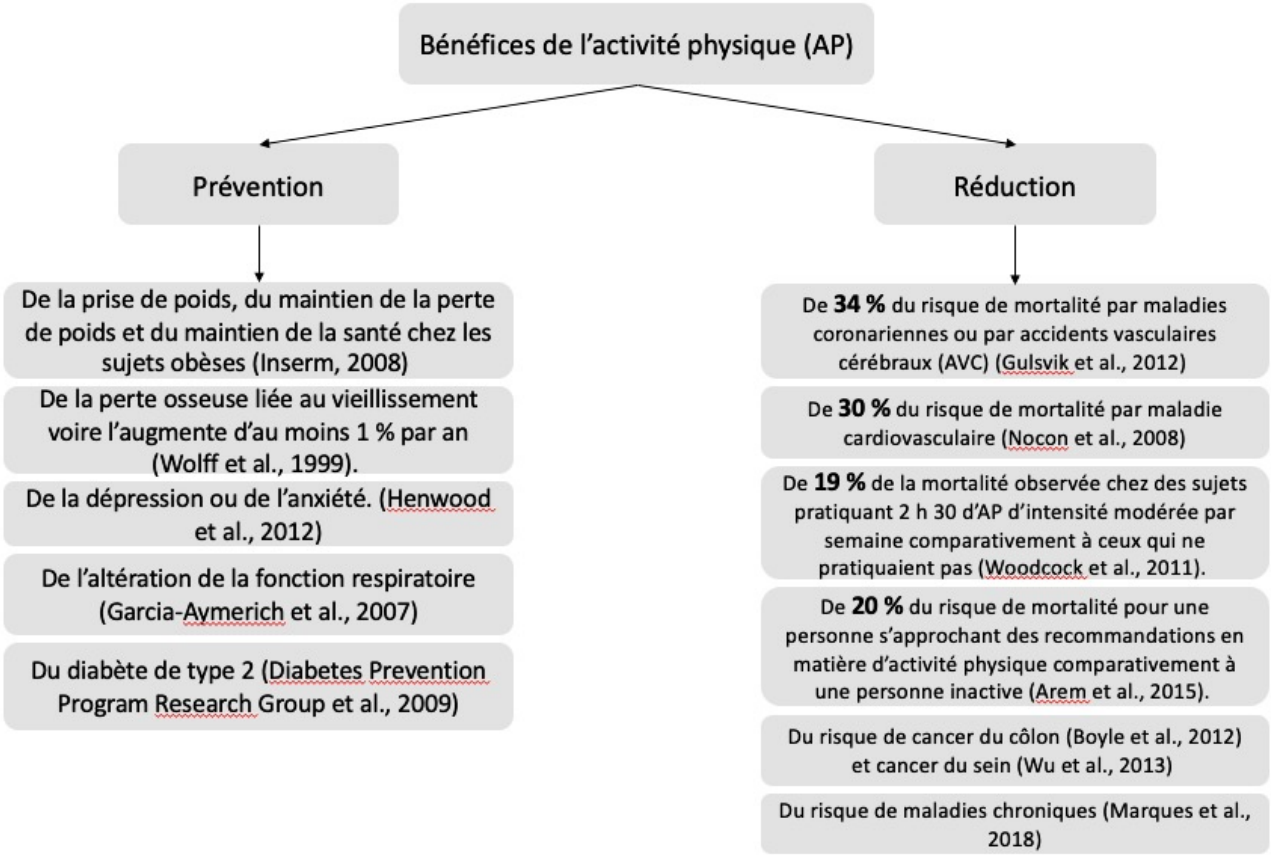


Figure 6 : Schéma récapitulatif des différents effets de l'activité physique sur la santé

La littérature constate un effet dose de l'activité physique sur la santé. Plus la pratique d'une activité augmente plus les bénéfices sur la santé sont importants (Figure 7).

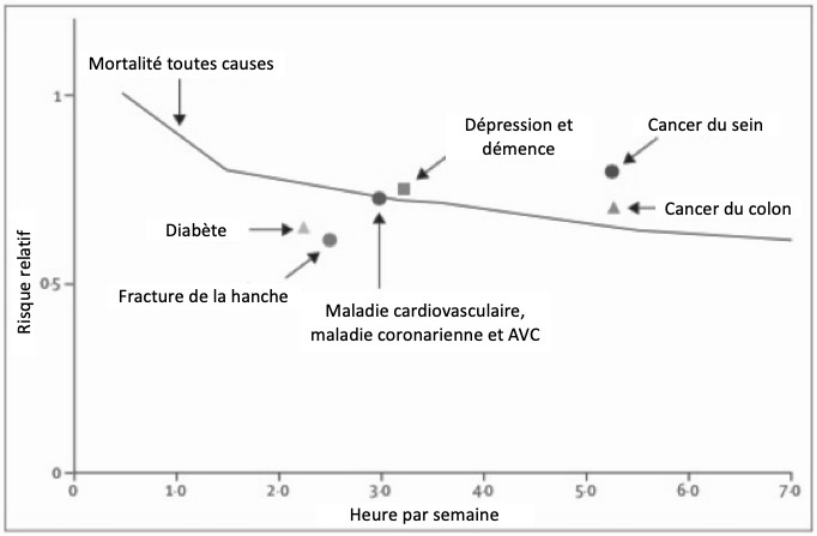


Figure 7 : Effet de l'activité physique sur la santé en générale et la mortalité toutes causes confondues (Khan et al., 2012)

I.3. Sédentarité

I.3.1. Qu'est-ce que la sédentarité ?

La sédentarité correspond aux comportements passés en position assise ou allongée (en dehors de la période de sommeil et de repas), dans lesquels les mouvements du corps sont réduits à leur minimum : regarder la télévision, travailler à son bureau, sur un ordinateur, jouer aux jeux vidéo, lire, téléphoner, être passager dans un véhicule... (ANSES, 2017). La sédentarité est souvent confondue avec l'inactivité physique qui se définit par un déficit d'AP au regard des recommandations. Ainsi, le comportement sédentaire ne représente pas seulement une AP faible ou nulle, mais correspond aussi à un ensemble de comportements au cours desquels la position assise ou couchée est dominante et la dépense énergétique est inférieure ou égale à 1,5 METs (Biddle, 2007; Pate et al., 2008).

I.3.2. La sédentarité en quelques chiffres.

En France, les résultats de l'étude INCA 3 (2017) et ESTEBAN (2018), concernant les comportements sédentaires de la population française, ont montré que 4 adultes sur 10 ont un niveau de sédentarité élevé (> 7h assis ou allongé) et 5 adultes sur 10 ont un niveau de sédentarité modéré (3-7h par jour assis ou allongé hors temps de sommeil). La proportion d'adultes ayant un niveau de sédentarité élevé diminue avec l'avancée en âge au profit d'un niveau de sédentarité modéré, chez les hommes comme chez les femmes. La durée moyenne passée devant un écran par les adultes en dehors des heures de travail est d'environ 5 heures par jour et elle est équivalente entre les hommes et les femmes mais diminue avec l'âge. Environ 8 adultes sur 10 passent plus de trois heures par jour devant un écran en dehors des heures de travail. Par ailleurs, 40% des adultes passent plus de 7 heures par jour assis ou allongé, hors temps de sommeil. Il n'existe pas de différence significative du niveau de sédentarité entre les hommes et les femmes (INCA 3, 2017 et ESTEBAN, 2018). Entre l'étude INCA 2 menée en 2006-2007 et celle de 2014-2015 INCA 3, le temps moyen passé quotidiennement devant un écran pour les loisirs a augmenté d'environ 1h20 chez les adultes.

I.3.3. Quels sont les recommandations ?

Les recommandations en matière de sédentarité, que ce soit au travail, dans les transports, au domicile, dans les loisirs, sont de réduire le temps total quotidien passé en position assise. Il est conseillé d'interrompre les périodes prolongées passées en position assise ou allongée, toutes les 90 à 120 min, par une AP de type marche de 3 à 5 minutes, accompagné de mouvements de mobilisation musculaire (ANSES, 2016). Des interruptions fréquentes de la position assise prolongée et même de courte durée, 3 minutes de marches d'intensité légère toutes les 15 minutes, améliorent des

paramètres de santé tels que le contrôle de la glycémie (Paing et al., 2018), grâce à la stimulation de la voie d'absorption du glucose induite par la contraction des muscles (Bergouignan et al., 2016).

I.3.4. Quels sont les effets de la sédentarité ?

Selon l'OMS, environ 3,2 millions de décès par année peuvent être attribués à la sédentarité. Plus le temps de sédentarité quotidien augmente plus le risque de mortalité toutes causes confondues est important (Figure 8).

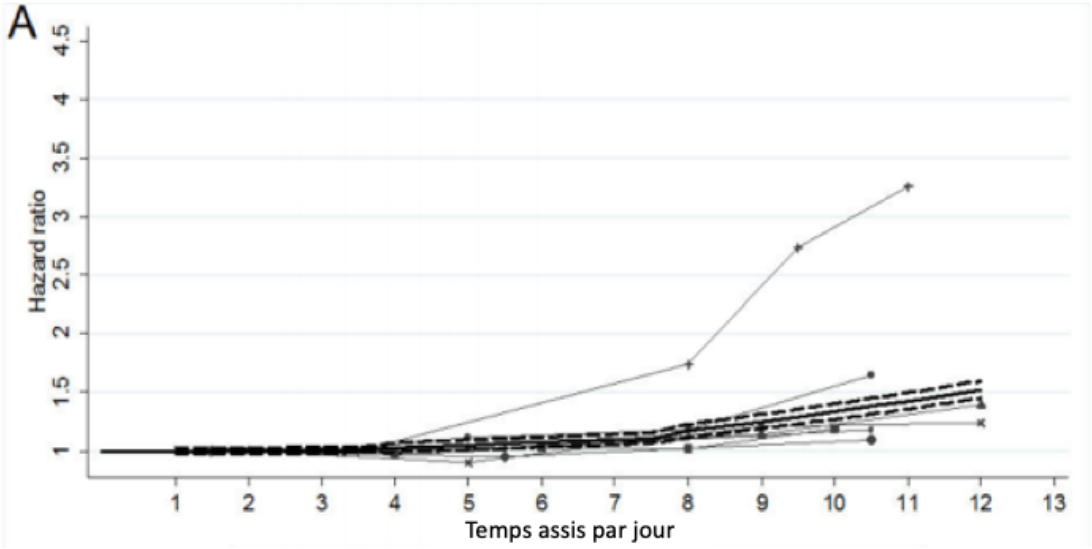


Figure 8 : Association entre le temps assis quotidien et le risque de mortalité toutes causes confondues (Biswas et al., 2015 ; Chau et al., 2013)

Bien qu'il n'existe pas un seuil au-delà duquel les effets de la sédentarité seraient délétères, les différents travaux font état d'un premier seuil d'augmentation du risque à 4h.j^{-1}, un second à 8h.j^{-1} et un troisième à 10h.j^{-1} (Figure 8). Les niveaux de risque sont différents selon que le comportement sédentaire corresponde au temps passé assis ou le temps passé devant les écrans, en particulier l'écran de télévision. Les comportements sédentaires provoquent d'autres effets délétères clairement identifiées par la littérature (Tableau 4).

Type de comportement sédentaire	Durée	Résultats	Auteurs
Temps assis au travail	> 8h/jour	Les conducteurs de bus (CB) ont un risque de mortalité par maladie coronarienne deux fois plus élevé que les contrôleurs.	(Morris et al., 1953)
Regarder la télévision	> 2 h/jour	Augmente le risque de diabète de type 2 de 14 % et le risque d'obésité de 23 % (suivi sur 16 ans).	(Rana et al., 2007)
		Toute heure supplémentaire passée devant la télévision s'associe à une prise de 0,150 g de poids, indépendamment du niveau d'activité physique.	(Mozaffarian et al., 2011)
	7 h/j	Augmentation de 85 % de la mortalité cardiovasculaire.	(Matthews et al., 2012)
Temps total assis		Une relation a été trouvée entre l'altération du volume expiratoire maximal par seconde (VEMS) et le temps de sédentarité.	(Jakes et al., 2002)
		Corrélation négative entre la densité minérale osseuse et le comportement sédentaire.	(Chastin et al., 2014)
		Un temps assis prolongé devant la télévision ou toute autre activité sédentaire est associé à un risque significativement augmenté de cancer du côlon et de cancer de l'endomètre. Une augmentation de 2 h/j du temps de sédentarité est associée à une augmentation significative de 8 % du risque de cancer du côlon et de 10 % du risque de cancer de l'endomètre.	(Schmid and Leitzmann, 2014)
	> 4h/jour	Augmentation de l'incidence de pathologies cardiovasculaires.	(Borodulin et al., 2015)
	> 7h/jour	Responsable de 91.66% des cas de développement du diabète de type 2.	(van der Velde et al., 2015)

Tableau 4 : Répertoire d'études montrant les effets de la sédentarité sur la santé.

Quels que soient les types de comportement, la sédentarité à une multitude d'effets négatifs sur la santé et plus le temps de sédentarité est élevé plus le risque est élevé. De plus, il est important de remarquer que même à un niveau faible de sédentarité, des conséquences négatives sur la santé sont déjà observées (Tableau 4). Le seuil de sédentarité minimal pour lequel un risque est observé est de 2h par jour (Rana et al., 2007).

I.3.5. Comment quantifier la sédentarité ?

Comme l'AP, la sédentarité peut se mesurer par des méthodes objectives et subjectives (Tableau 5).

Mesure de la sédentarité		
Méthodes d'évaluation	**Procédure d'évaluation**	**Exemple d'indicateurs**
Directes (objectives)	Observation directe	Minutes de sédentarité, types de sédentarité
	Calorimétrie indirecte portable	Minutes au taux métabolique de repos
	Eau doublement marquée	Dépense énergétique
	Accéléromètre	Minutes en-dessous des seuils
	Podomètre	Nombre de pas par jour
	Surveillance du rythme cardiaque	Minutes en-dessous des seuils ou au repos
Rapportées (subjectives)	Questionnaire ou interview sur la sédentarité	Minutes de sédentarité, temps passé assis ou devant écran
	Journal de relevé de la sédentarité	Fréquence sédentarité, types de sédentarité
	Rappel de l'usage de l'automobile	Durée, distance, temps en voiture

Tableau 5 : Méthodes d'évaluation et mesure de la sédentarité (Inserm, 2008).

Les méthodes subjectives telles que les questionnaires sont le plus souvent utilisées dans les études de cohortes et permettent de déterminer les différents contextes des comportements sédentaires comme lors des loisirs, le travail, les transports (Tableau 5).

I.4. Activité physique, inactivité physique et sédentarité.

I.4.1. Interaction activité physique, inactivité physique et sédentarité.

Une quantité importante d'AP d'intensité modérée à élevée peut atténuer les effets de la sédentarité sur la mortalité, particulièrement chez les sujets ayant un temps de sédentarité supérieur à 7 heures quotidiennes (Biswas et al., 2015). Selon l'étude de Celis-Morales et al. (2018), le risque de mortalité toutes causes confondues augmente au fur et à mesure que la sédentarité augmente, avec une AP ayant un effet partiellement protecteur, surtout quand le temps assis est élevé. L'association entre le temps de télévision et la mortalité est atténuée par le niveau d'AP (Celis-Morales et al., 2018). La méta-analyse de Ekelund et al. (2016) a mis en évidence une association entre le niveau d'AP et la

sédentarité, évaluée par le temps passé en position assise (Figure 9a) ou par le temps passé devant la télévision (Figure 9b). Ainsi, une relation dose-réponse entre le temps assis et la mortalité est observé que la personne soit active ou inactive. En revanche, la relation dose-réponse est moins marquée lorsque le sujet est très actif (Ekelund et al., 2016). L'AP et la sédentarité ont longtemps été appréhendés comme des comportements indépendants. La publication de Ekelund et al. (2016) met bien en évidence que lorsque l'AP est la plus élevée (groupe > 35.5 MET-h/week = 60 à 75 min par jour), l'effet délétère de la sédentarité est atténué par rapport au niveau d'AP le plus faible (groupe < 2.5 MET-h/week = 5 à 10 min par jour).

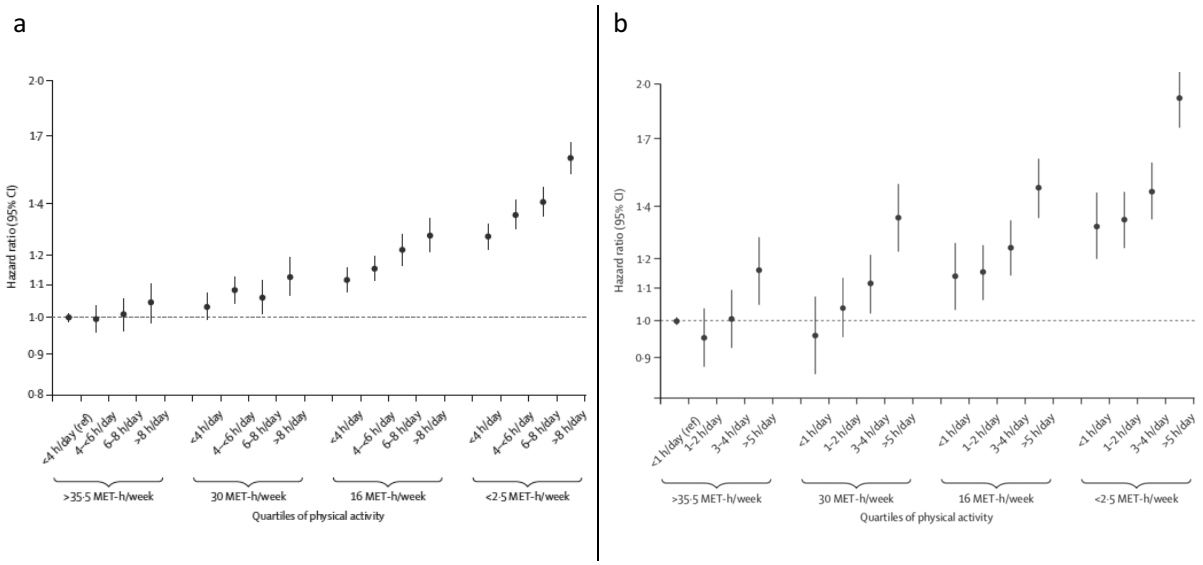


Figure 9 : Effet de l'interaction entre le niveau d'AP et les comportements sédentaires (a: temps assis et b: temps passé devant la TV) sur la mortalité toutes causes confondues (Ekelund et al., 2016)

L'effet de l'interaction entre le niveau d'AP et le temps passé devant la TV est moindre que celle observée avec le temps passé assis (Figure 9b). Ce résultat met une nouvelle fois en évidence que les comportements associés aux écrans, sommeil altéré et apports alimentaires excessifs sont responsables d'effets différents des comportements définis comme sédentaires.

Les risques des comportements sédentaires sur la santé sont augmentés lorsqu'ils sont associés à une AP insuffisante. Au regard de la littérature, l'inactivité physique associée à une sédentarité importante (+7h.j^{-1}) a des conséquences très négatives sur la santé, et, l'AP peut avoir des effets très positifs pour limiter les conséquences négatives de ce haut niveau de sédentarité.

I.4.2. Les profils d'activités

Pour identifier l'effet des comportements sur la santé, plusieurs études ont utiliser les profils d'activité des individus selon leur niveau de sédentarité (NS) et d'AP (NAP). Les profils ont été établis en fonction des seuils de recommandation :

- Comportement inactif et sédentaire : NAP en dessous des recommandations et NS ≥ 3h/j
- Comportement inactif et non-sédentaire : NAP en dessous des recommandations et NS < 3h/j
- Comportement actif et sédentaire : NAP au-dessus des recommandations et NS ≥ 3h/j
- Comportement actif et non-sédentaire : NAP au-dessus des recommandations et NS < 3h/j

En France, ces profils ont été utilisés dans l'étude INCA 3 (ANSES, 2017) (Figure 10).

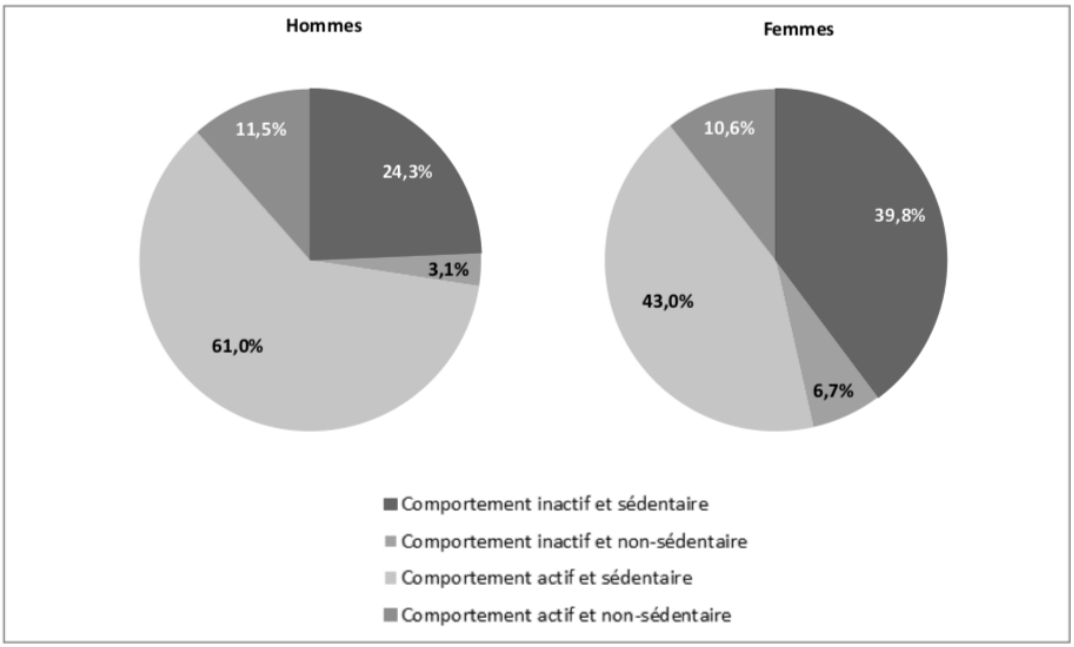


Figure 10 : Profils d'activité de la population adulte française (ANSES, 2017)

Si la proportion d'actifs chez les hommes (72,5%) est supérieure à celle observée chez les femmes (53,6%), la proportion d'actifs non-sédentaires est par contre équivalente entre les sexes. Parmi les adultes actifs, 18% ont également un comportement non-sédentaire. Cette proportion ne varie pas significativement entre les hommes et les femmes, mais il existe un effet avec l'âge : 12% des adultes actifs de 18 à 44 ans ont un comportement non-sédentaire, alors que cela concerne 19% des adultes de 45 à 65 ans et 28% des adultes de 65 à 79 ans. Parmi les adultes inactifs, 87% ont également un comportement sédentaire. Cette proportion ne varie pas significativement entre les hommes et les femmes, mais elle diminue quand l'âge augmente. Au final, 24% des hommes et 40% des femmes adultes de 18 à 79 ans ont un comportement associant l'inactivité physique et la sédentarité. Tous ces comportements sédentaires associés à l'inactivité physique vont jouer un rôle sur le niveau de condition physique de la population et donc sur leur santé.

I.5. Résumé

La diminution de l'espérance de vie en bonne santé, l'augmentation des maladies chroniques, l'allongement des carrières professionnelles, l'accroissement des comportements sédentaires et d'inactivité physique constituent un contexte sociétal qui accentue la nécessité de préserver une bonne santé tout au long de la vie. Pour répondre à cet enjeu, des actions et des politiques de prévention se multiplient à l'échelle mondiale comme à l'échelle territoriale. La connaissance et la reconnaissance des bénéfices de l'activité physique en font un levier essentiel des politiques de santé. La prise en compte des déterminants de l'activité physique doit permettre de maximiser les chances de réussite de la promotion de l'activité physique. L'évaluation du niveau d'activité physique est un élément essentiel afin d'amener la population à prendre conscience et à connaître ses comportements en termes d'activité physique et de sédentarité. Les objectifs de santé publique étant d'augmenter le temps d'activité physique et sportive de la population et de diminuer le temps de sédentarité, l'évaluation et l'accompagnement du niveau de pratique sont essentiels. L'effet majeur de l'augmentation de l'AP et la diminution de la sédentarité est de permettre une amélioration de la condition physique qui est un facteur majeur de la santé de la personne et de la population.

II. LA CONDITION PHYSIQUE ET LA SANTE

II.1. Définition du terme de condition physique

La condition physique est une notion complexe qui n'a eu de cesse d'évoluer avec le temps. Encore aujourd'hui, il n'existe pas dans la littérature de définition universelle de la condition physique mais plutôt des multitudes de définitions qui en retracent l'évolution.

> *"La condition physique correspond à la capacité à accomplir les tâches quotidiennes avec vigueur et vitesse, sans fatigue excessive et avec suffisamment d'énergie en réserve pour profiter pleinement du temps consacré aux loisirs et faire face à des situations d'urgence. "*
> (President's Council on Physical Fitness and Sports (U.S.), 1971).

Dans cette première définition, la condition physique est considérée seulement comme une capacité de l'individu suffisante pour répondre aux diverses actions du quotidien.

> En 1982, Fitzpatrick réalise l'historique du concept de condition physique et montre que : *"la condition physique et son évaluation au Canada étaient synonymes d'éducation physique. Des années 1870 jusqu'aux années 1970, la condition physique était utilisée en tant qu'objectif du système d'éducation. Les élèves étaient encouragés à étudier les principes régissant l'exercice physique, à acquérir des attitudes positives face à l'activité physique et à atteindre un niveau fonctionnel de bien-être physique. Dans les années 1950 et 1960, afin d'établir des normes nationales, les enseignantes et enseignants d'éducation*

physique, les gouvernements et les associations professionnelles ont amorcé l'évaluation à grande échelle de la condition physique, notamment par le Projet d'évaluation de la condition physique (1959) et des tests de l'Association canadienne pour la santé, l'éducation physique et la récréation. " (Fitzpatrick et al., 1982)

Fitzpatrick fait état d'un lien étroit entre la condition physique, l'AP et la santé, au travers de l'éducation physique au Canada. Les termes "d'évaluation ", "de niveau fonctionnel " et "de normes " apparaissent et intègrent la notion de condition physique.

"La condition physique est définie comme avoir la capacité, sans fatigue excessive et avec suffisamment d'énergie, de pouvoir profiter des loisirs et répondre aux urgences imprévues. " (Caspersen et al., 1985)

En 1985, la condition physique n'est plus seulement considérée comme une capacité à réaliser des actions quotidiennes mais plutôt comme une capacité à avoir pour exécuter ces actions.

"De façon générale, la condition physique représente la capacité à réaliser une activité physique. " (Shephard and Bouchard, 1994).

Shephard et Bouchard définissent la condition physique comme une capacité de réalisation d'AP.

"La condition physique c'est la capacité de réaliser des activités physiques d'un niveau modéré à intensif sans fatigue indue et la capacité de maintenir de telles aptitudes tout au long de la vie. " (American College of Sports Medicine, 1998).

En 1998, la condition physique est toujours définie comme une capacité à réaliser des activités physiques, mais la définition de l'American College of Sports Medicine introduit la notion d'avancée en âge.

"La condition physique est un ensemble d'attributs, principalement respiratoires et cardio- vasculaires, reliés à la capacité d'accomplir des tâches qui requièrent une dépense d'énergie. " (Stedman's Concise Medical Dictionary, 2001).

Grand changement en 2001, la condition physique n'est plus considérée directement comme une capacité à réaliser une AP mais plutôt comme un ensemble d'aptitudes (cardio-respiratoires principalement) qui permettent de répondre à une dépense d'énergie.

"La condition physique est déterminée par la capacité fonctionnelle d'attributs ou de caractéristiques spécifiques du corps d'accomplir certaines tâches d'ordre physique. Suivant la pensée contemporaine, on peut dire que ces attributs sont liés à la santé ou à la performance (ou encore aux aptitudes). La condition physique liée à la santé est centrée sur la composition corporelle, l'endurance cardiorespiratoire, la force et l'endurance musculaires et la flexibilité musculaire. La condition physique liée à la performance tient compte de la puissance, de l'agilité, de l'équilibre et du temps de réaction ; ces attributs

influent sur le rendement dans certains sports ou métiers. " (Gannon et al., 2002)

Autre évolution en 2002, Gannon détermine la condition physique comme une capacité fonctionnelle regroupant un ensemble d'aptitudes liés à la santé et la performance.

> *"La condition physique est un ensemble d'attributs que les personnes ont ou réalisent, qui se rapportent à leur capacité à effectuer une activité physique.* " (Howley et Franks, 2003)

Cette dernière définition définit la condition physique comme un ensemble d'attributs qui permet d'avoir la capacité de réaliser une AP.

II.2. Condition physique et santé

Plusieurs travaux ont mis en évidence l'importance majeure du niveau de condition physique sur la santé et principalement sur la mortalité (Figure 11). Plus le niveau de condition physique est élevé, plus la mortalité par maladies cardiovasculaire diminue (Haskell, 1994).

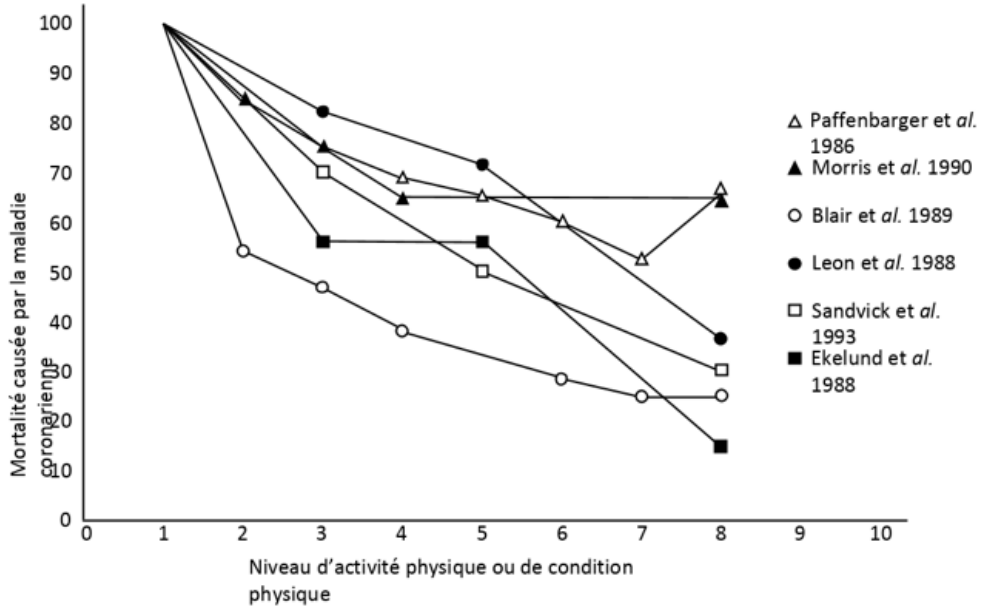


Figure 11 : Relation entre le niveau d'activité physique (Paffenbarger, Morris, Leon) ou de condition physique (Blair, Ekelund, Sandvick) et la mortalité par maladie coronarienne (Haskell, 1994).

Blair et al. (1995) a montré que les hommes, qui ont maintenu ou amélioré leur condition physique (en pratiquant de la marche sur tapis roulant), présentaient un risque de mortalité toutes causes confondues et de maladies cardiovasculaires plus faible, comparé à des hommes en mauvaise condition physique. Des taux de mortalité plus faibles ont été observés chez des individus présentant une condition physique plus élevée. Des niveaux plus élevés de condition physique semblent retarder la mortalité toutes causes confondues (Blair et al., 1989) ainsi que la mortalité par pathologie cardiaque (Farrell et al., 2013). La méta-analyse d'Oguma et al. (2004), qui recense 37 études, s'est

intéressée à la relation entre l'AP et la mortalité. Vingt-trois de ces études montrent un taux de mortalité plus faible (réduction du risque de mortalité de 34 % en moyenne) chez les individus ayant un bon niveau de condition physique (Oguma et al., 2004). Il existe donc une association positive entre le niveau de condition physique et la mortalité (Äijö et al., 2016). Concernant la mortalité par cancer, le risque de mortalité est fortement diminué chez les hommes et les femmes dont la condition physique est la plus élevée (Kampert et al., 1996). Ainsi, des niveaux de condition physique modérés et élevés ont des effets protecteurs sur la mortalité par cancer, en particulier chez les hommes (Vainshelboim et al., 2017). Concernant les maladies chroniques, les patients atteints de maladies chroniques présentent un niveau de condition physique inférieur à celui des sujets sans maladie chronique (Pronk et al., 1998). De plus, Ortega et al. (2018) ont montré que des adultes en surpoids ou obèses présentant une bonne condition physique avaient un profil lipidique et une sensibilité à l'insuline quasiment identiques à ceux d'adultes normo-pondérés mais ayant une faible condition physique (Ortega et al., 2018). Il existe donc une association entre la condition physique et les facteurs de risque cardio-métaboliques (van der Velde et al., 2015). Dans le champ de la santé mentale, les sujets présentant une bonne condition physique réagissent mieux aux stress psychologiques et sociaux (Gentry et Kobasa, 1984).

En résumé, de nombreuses données scientifiques ont mis en évidence les effets bénéfiques d'une bonne condition physique sur la santé : taux de mortalité réduit, risque de maladies chroniques ou d'affections de longue durée diminué, amélioration des capacités fonctionnelles (Figure 12). A l'inverse, une mauvaise condition physique accroit les risques d'excès pondéral, d'obésité, de diabète, de douleurs chroniques et de mortalité toutes causes confondues.

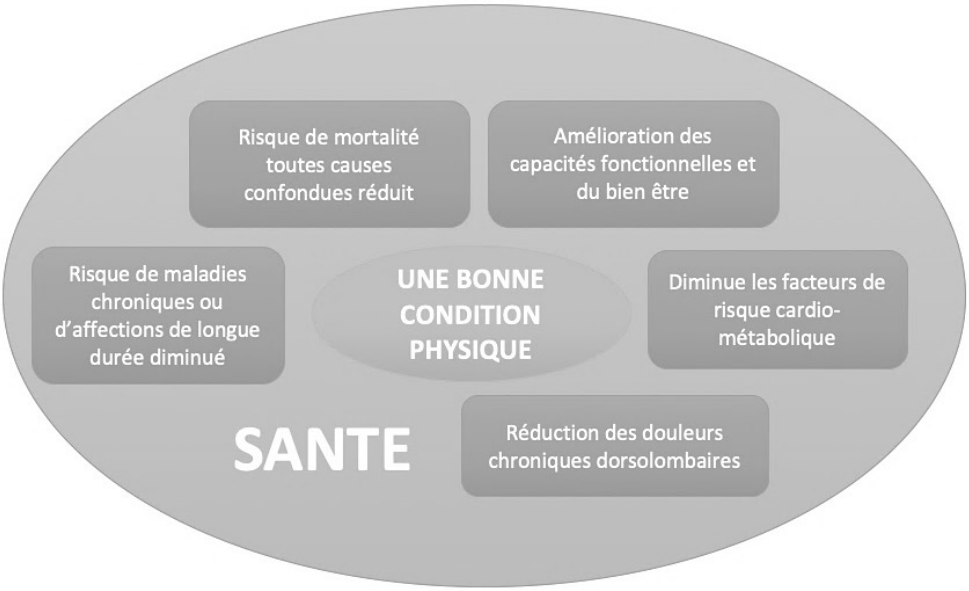


Figure 12 : Schéma bilan des effets bénéfiques d'une bonne condition physique sur la santé.

II.3. Les composantes de la condition physique

II.3.1. Composition corporelle

La composition corporelle se définit comme "une caractéristique physiologique qui affecte la capacité d'une personne à effectuer ses tâches quotidiennes avec vigueur. Elle est influencée par le niveau d'AP. La composition corporelle est considérée comme une composante de la condition physique mais aussi comme un marqueur de la santé " (Pate et al., 2012).

Pour mesurer la composition corporelle, l'absorptiométrie biphotonique à rayons X (DXA) et l'imagerie par résonance magnétique (IRM) sont les plus précis mais aussi les plus coûteux. Il existe aussi des mesures valides et fiables plus accessibles pour déterminer la composition corporelle sur le terrain. Ces mesures ont été sélectionnées par Pate (2012) en fonction de leur relation avec les marqueurs de santé, de leur fiabilité, et de leur utilisation antérieure :

- Les plis cutanés, qui donnent une indication de la graisse sous-cutanée sur des sites de mesure spécifiquement définis. Ils fournissent des valeurs qui peuvent être exprimées en somme de plis cutanés.
- L'IMC (kg / m^2), qui est un indice de masse corporelle. Il est utilisé à l'échelle internationale dans les enquêtes sur la santé publique et la nutrition pour surveiller le poids, en particulier le surpoids et l'obésité.
- Le tour de taille, qui permet de mesurer la circonférence abdominale. Il est de plus en plus utilisé comme indicateur de l'adiposité abdominale ou centrale.
- L'impédancemétrie, qui permet une mesure de la résistance ou de l'impédance. Elle peut fournir une mesure de la masse corporelle, de la masse musculaire et du pourcentage de masse grasse.

La composition corporelle est l'un des nombreux facteurs qui influencent la performance lors des tests de condition physique (Pate et al., 2012). Par rapport à la relation entre la composition corporelle et les tests de condition physique, des relations inverses entre la somme des plis cutanés et divers tests de condition physique ont été observées (Beunen et al., 1983; Malina et al., 1995). Réciproquement, une condition physique élevée est associée à une amélioration de la composition corporelle (mesure des plis cutanés) (Gerber et al., 2017; Violanti et al., 2017). Dans la composition corporelle, deux composantes sont classiquement considérées : la masse maigre et la masse grasse. La composition corporelle se modifie avec l'avancée en âge, avec une baisse du pourcentage de masse maigre et une augmentation du pourcentage de masse grasse (Reinders et al., 2017). La masse corporelle est un des facteurs de risque de maladie cardiovasculaire (May et al., 2012) et des niveaux plus élevés d'adiposité évalués par les plis cutanés ont été associés à un risque accru de maladie cardiovasculaire (Going et

al., 2011). La localisation des réserves de tissu adipeux influence également le risque cardio-métabolique. L'obésité abdominale est plus fortement associée au risque d'infarctus du myocarde, d'accident vasculaire cérébral et de décès prématuré chez les hommes adultes, comparé aux autres lieux de stockage (Larsson et al., 1984). Le risque de diabète de type 2 est d'ailleurs augmenté avec un tissu adipeux abdominal important (Freedman et al., 2001) et des valeurs d'IMC et de plis cutanés élevées (Nguyen et al., 2008). Enfin, une étude récente montre que le risque de décès par maladie cardiovasculaire est plus important chez des individus adultes dont l'IMC est élevé que chez des adultes normo-pondérés (Figure 13). Des résultats identiques sont obtenus avec le pourcentage de masse grasse. En revanche, le groupe d'individus présentant un IMC ou un pourcentage de masse grasse élevé mais ayant une bonne condition physique ont un risque de décès par maladies cardio-vasculaires moins important que des individus normo-pondérés mais en mauvaise condition physique (Ortega et al., 2018).

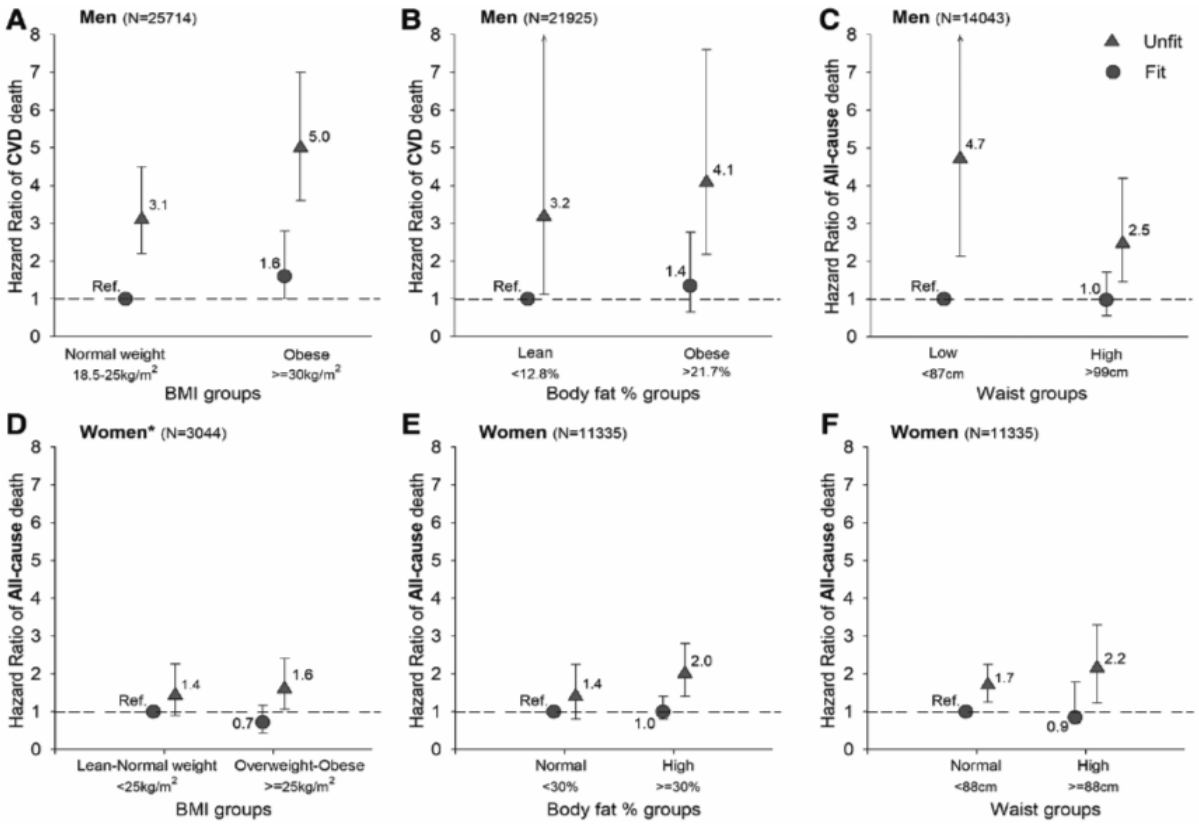


Figure 13 : Effets de l'interaction surpoids/obésité et condition physique sur la mortalité par maladie cardiovasculaire et la mortalité toutes causes confondues chez l'homme (A, B, C) et la femme (D, E, F) (Ortega et al., 2018).

II.3.2. Capacité cardio-respiratoire

Parmi les composantes de la condition physique, la capacité cardiorespiratoire est celle qui a été la plus étudiée. Elle représente une mesure sensible et fiable de la condition physique (American College of Sports Medicine, 1998; Jackson et al., 2009; Wang et al., 2010), et est un indicateur de santé utile pour les patients symptomatiques et asymptomatiques (Gulati et al., 2005; Myers et al., 2002). La capacité cardiorespiratoire mesure l'état fonctionnel des systèmes cardiovasculaire, respiratoire et dépend de facteurs modifiables tels que l'AP, le tabagisme, l'obésité et l'état médical, et, non modifiables tels que l'âge, le sexe, l'hérédité. Une capacité cardiorespiratoire élevée a des effets positifs sur l'obésité, l'hypertension, les dyslipidémies et l'hyperglycémie (McAuley and Beavers, 2014) (Figure 14).

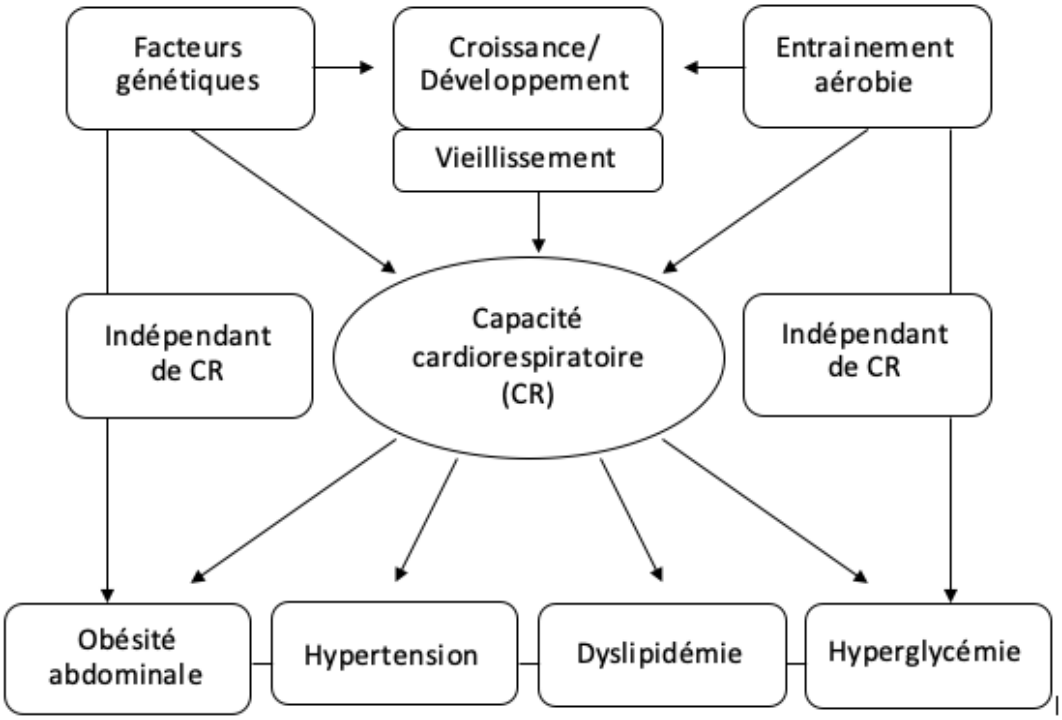


Figure 14 : Mécanismes potentiels d'atténuation du risque cardio-métabolique due à la capacité cardiorespiratoire (McAuley and Beavers, 2014).

Une diminution des risques de morbidité et mortalité a été constatée chez les hommes et les femmes présentant une capacité cardiorespiratoire élevée, indépendamment des autres facteurs de risque (Chase et al., 2009 ; Kodama et al., 2009). Le risque relatif pour la mortalité toutes causes confondues et par maladie cardiovasculaire diminue de 0,36 chez les hommes et de 0,37 chez les femmes lorsque la capacité cardiorespiratoire est dans la moyenne (3/5) (Lee et al., 2010) (Figure 15).

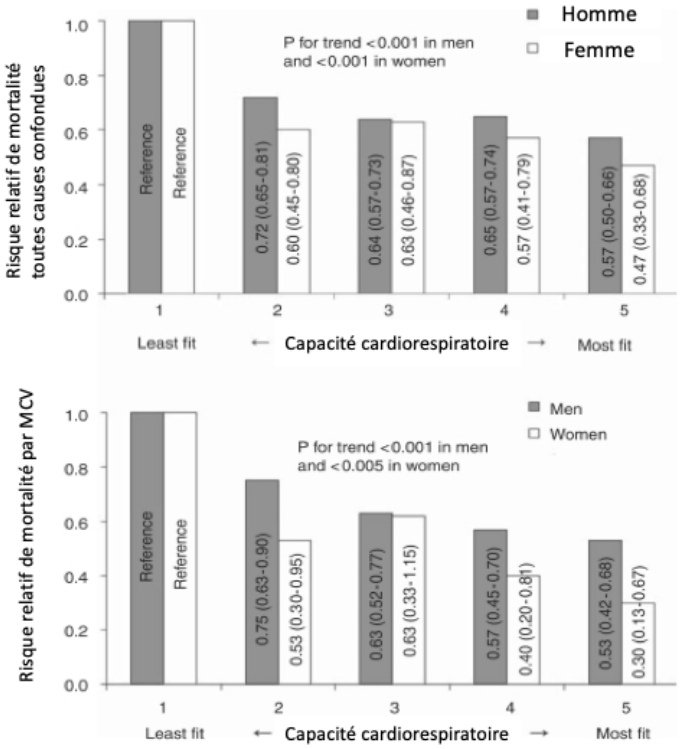


Figure 15 : Évolution du risque relatif de mortalité toutes causes confondues et mortalité cardiovasculaire en fonction du niveau de capacité cardiorespiratoire (Lee et al., 2010).

Pour améliorer la capacité cardiorespiratoire, l'AP et la sédentarité vont avoir un rôle majeur. En effet, il existe une relation positive dose-réponse entre l'AP et la capacité cardio-respiratoire. Bien qu'elle soit partiellement déterminée génétiquement, la capacité cardiorespiratoire peut être améliorée par la régularité de l'AP (Bouchard et al., 2011) et par l'augmentation de l'intensité ou du volume de l'AP (Church et al., 2005; O'Donovan et al., 2005). Eriksen et al. (2016) constatent que la capacité cardiorespiratoire est plus élevée chez les participants qui ont déclaré un niveau élevé d'AP (exercices intenses et sports de compétition plusieurs fois par semaine) pendant les loisirs comparativement aux participants sédentaires (> 6h par jour assis). Parmi les participants sédentaires et légèrement actifs physiquement (marche, vélo ou autres activités légères> 4 h / semaine), des associations inverses entre le temps assis quotidien et la capacité cardiorespiratoire ont été aussi trouvées. Autrement dit, plus le nombre d'heures passées en position assise par jour est faible, plus la capacité cardiorespiratoire est bonne.

L'augmentation de la pratique physique et la diminution de la sédentarité constituent donc des moyens d'amélioration de la capacité cardiorespiratoire. Corroborant la diminution de l'AP et l'augmentation de la sédentarité, Lamoureux et Tomkinson (2018) constatent un déclin significatif de la capacité cardiorespiratoire chez l'adulte depuis 1980. Ils préconisent la mise en place de systèmes de surveillance nationaux et internationaux continus pour suivre les tendances en matière de santé et

de condition physique. De plus, l'amélioration de la capacité cardio-respiratoire en améliorant la santé entraînerait une diminution des coûts de soins de santé (Myers et al., 2018).

La capacité cardiorespiratoire est donc non seulement une mesure pertinente de la condition physique, mais aussi un indicateur diagnostique et de pronostic intéressant pour les patients en milieu clinique ou pour tout public sur des journées d'évaluation de la condition physique.

II.3.3. Fonction musculaire

La fonction musculaire se définit par trois facteurs bien distincts ; la force, la puissance et l'endurance. Selon l'ANSES (2016), la force musculaire représente la capacité à développer une tension sur une période de quelques secondes contre une résistance. Elle dépend de plusieurs facteurs tels que la taille, le nombre de muscles impliqués, la proportion de fibres musculaires mises en action, la coordination des groupes musculaires ou la fonction neuromusculaire. La puissance musculaire est une propriété du muscle, différente de la force, elle représente le travail musculaire réalisé par unité de temps. Elle résulte d'une interaction entre la force développée et la vitesse de contraction (ANSES, 2016). Enfin l'endurance musculaire ou endurance de force, est définie comme la capacité d'un groupe musculaire à réaliser des contractions répétées dans le temps (ANSES, 2016).

Une fonctionnalité musculaire efficiente est inversement associée aux facteurs de risque de maladie cardio-vasculaire (Ruiz et al., 2008; Steene-Johannessen et al., 2009). Les facteurs de la fonction musculaire, comme par exemple la force, sont sensibles au vieillissement. La force musculaire déclinent avec l'âge, d'environ 200 N entre 30 et 80 ans chez les hommes et d'environ 100 N chez les femmes. Ces résultats ont été mesurés par le test de préhension (handgrip), représentatif de la force global d'un individu (Peterson and Krishnan, 2015) (Figure 16).

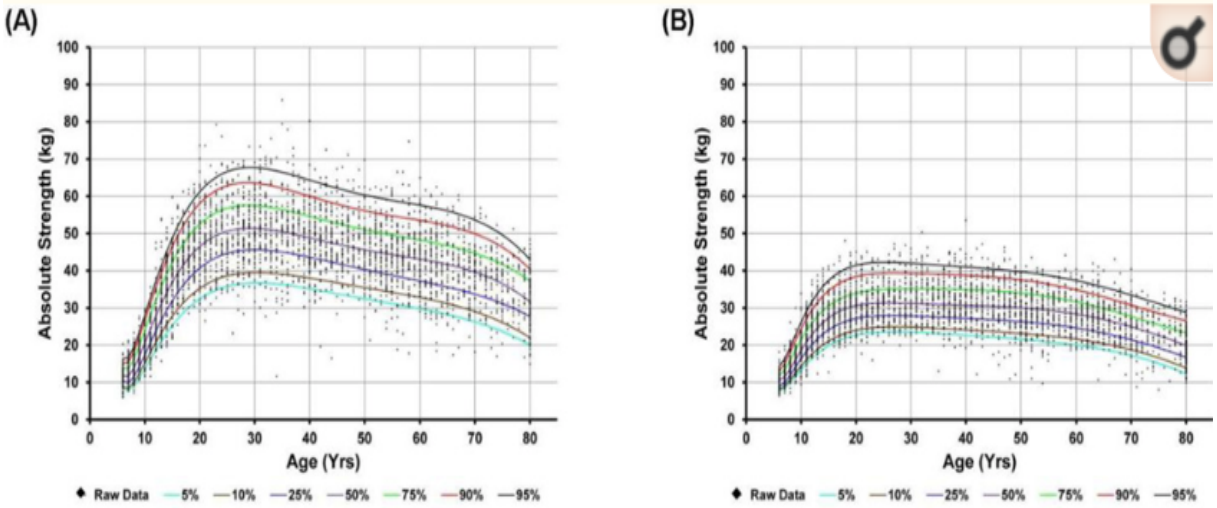


Figure 16 : Évolution de la force musculaire avec l'âge chez l'homme (A) et la femme (B) (Peterson and Krishnan, 2015).

Dans la littérature, la force musculaire est le plus souvent associée à la santé. Des niveaux élevés de force musculaire du haut et du bas du corps sont associés à un risque de mortalité plus faible dans la population adulte, indépendamment de l'âge et de la période de suivi (Edwards and Loprinzi, 2017; García-Hermoso et al., 2018). Une étude récente de Celis-Morales (2017) montre que le risque de mortalité toutes causes confondues mais aussi la mortalité par maladie cardio-vasculaire (MCV) et l'incidence des MCV sont plus faibles chez les personnes ayant une force de préhension plus élevée.

II.3.4. Souplesse

Selon Kraus et Hirschland (1954), la souplesse est une composante musculaire associée à la "raideur musculaire " et à la "tension musculaire " (Kraus and Hirschland, 1954). Fleischman (1964) identifie deux facteurs définissant la souplesse : la souplesse d'extension et la souplesse dynamique. La souplesse d'extension correspond à "la capacité de fléchir ou d'étirer les muscles du tronc et du dos aussi loin que possible ". Tandis que la souplesse dynamique représente "la capacité de faire des mouvements de flexion répétés et rapides " (Fleishman, 1964). La souplesse est également considérée comme "l'amplitude de mouvement des tissus musculaires et conjonctifs au niveau d'une articulation ou d'un groupe d'articulations " (Pate et al., 2012). L'ANSES (2016) définit la souplesse comme "la capacité à assurer l'amplitude de déplacement la plus complète possible des segments osseux autour d'une articulation. Elle reflète la capacité d'une personne à se déplacer dans l'espace sans être restreinte par le système musculo-squelettique. Dans le mouvement humain, la souplesse dépend de l'intégrité des articulations, de l'extensibilité des tissus mous (muscles, tissus conjonctifs et peau) et de l'amplitude articulaire. Les tissus doivent conserver une longueur de repos et une souplesse appropriée pour permettre la mobilité et l'achèvement des activités de la vie quotidienne ".

La souplesse est une qualité physique qui décroit avec l'âge et qui est plus développée chez la femme (Malina and Bouchard, 1992). Chez des adultes âgés, la souplesse peut diminuer en raison de l'inactivité physique, de la diminution de la force musculaire et des changements articulaires. Les personnes âgées actives maintiennent des niveaux de souplesse plus élevés contrairement aux personnes âgées inactives (Kaplan et al., 1993; Walker et al., 1984).

Les résultats de recherche associant la souplesse à la santé sont peu nombreux car contrairement à d'autres composants de la condition physique plus généraux, la souplesse est spécifique à chacune des articulations. Ainsi, malgré l'inclusion de la souplesse dans les batteries de tests de condition physique, il est difficile de la relier à un ou plusieurs résultats de santé (Pate et al., 2012).

II.3.5. Équilibre

L'équilibre se définit comme "le maintien en équilibre d'une position particulière des segments corporels ou de l'ensemble du corps, c'est-à-dire d'une posture. Sur terre, le corps est soumis à l'action de forces externes (telles que la pesanteur, le poids du corps…). Le maintien postural a donc un aspect dynamique dépendant d'une activité neuromusculaire adaptée " (Péninou et Colné, 2018). Plusieurs facteurs contribuent à l'équilibre, comme le fonctionnement efficace du système nerveux, du système musculo-squelettique et des systèmes sensoriels (visuels, vestibulaires, cutanés, articulaires, tendineux). L'équilibre est nécessaire lors d'activités statiques (équilibre statique) et pendant nos mouvements (équilibre dynamique) (American Physical Therapy Association, 2001). A l'âge adulte, l'équilibre commence à se détériorer ce qui peut être lié à des changements de comportement comme le déconditionnement par manque d'usage ou par vieillissement des systèmes sensorielles (Sturnieks et al., 2008). Chez les personnes âgées, le maintien de l'équilibre contribue à la prévention des risques de chutes, au maintien de l'autonomie et de la qualité de vie (OMS, 2008). Avoir un bon équilibre est une aptitude importante pour les activités quotidiennes, et par conséquent, les activités d'équilibre font partie intégrante des programmes de prévention des chutes et d'APA pour les personnes âgées (Costello and Edelstein, 2008; Paterson et al., 2007; Sherrington et al., 2008). L'amélioration ou le maintien de l'équilibre est possible par la pratique d'APA (Rubenstein and Josephson, 2006).

II.3.6. Coordination motrice

La coordination motrice, selon Kisner and Colby (2002), implique que les muscles sollicités pour une tâche motrice précise, "doivent se contracter ensemble pour produire un mouvement souple et efficace. Les muscles doivent s'activer dans le bon ordre et fonctionner au bon moment, avec la bonne intensité pour que le mouvement soit lisse, précis et efficace " (Kisner and Colby, 2002). Il existe peu d'études dans la littérature traitant de l'effet général de cette composante et de sa relation avec la

santé, chez l'adulte non sportif. Avec l'âge, la coordination motrice diminue ce qui va affecter les aptitudes motrices au quotidien et peut conduire à une perte d'autonomie (Pate et al., 2012). Les facteurs qui influencent la coordination motrice sont principalement l'AP (Pate et al., 2012) et réciproquement une coordination motrice faible peut constituer un obstacle à la pratique de l'AP (Gómez et al., 2008).

II.4. Les déterminants de la condition physique

Les déterminants de la condition physique sont très souvent confondus avec ses composantes. Les déterminants sont des facteurs qui agissent sur le niveau de condition physique et les composantes sont des aptitudes qui permettent de l'évaluer. En plus de cette confusion, il existe aussi une idée reçue selon laquelle seule l'AP détermine le niveau de condition physique alors qu'en fait quatre déterminants vont l'influencer (Corbin and Pangrazi, 2001) (Figure 17).

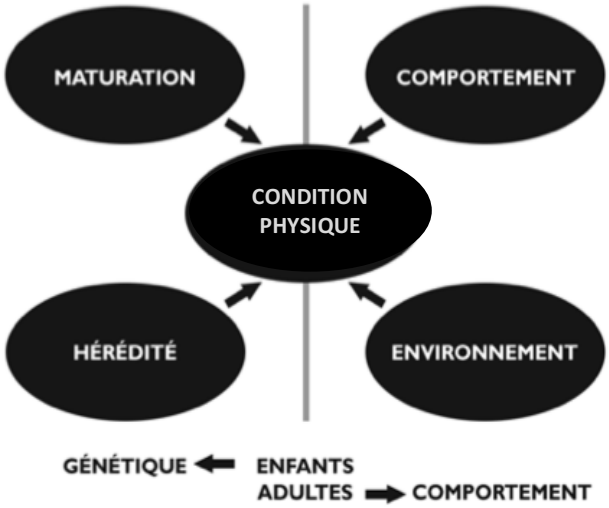


Figure 17 : Les déterminants de la condition physique (Corbin and Pangrazi, 2001).

La condition physique est dépendante de la maturation (développement général de l'enfant), de l'hérédité (transmission des caractères d'un être vivant à ses descendants par l'intermédiaire des gènes), des comportements généraux (AP, sédentarité, alimentation...) et de l'environnement (social ou physique). Chez les jeunes, les résultats d'évaluation de la condition physique sont davantage déterminés par la croissance et l'hérédité que par les facteurs comportementaux (AP et régime alimentaire) ou environnementaux. Les résultats d'évaluation de la condition physique chez les enfants et les adolescents dépendent en grande partie de facteurs prédéterminés (Jones et al., 2000). Chez l'adulte se sont l'hérédité, l'environnement, et les habitudes de vie qui sont les déterminants les plus influant du niveau de condition physique (Bouchard and Landry, 1985) (Figure 18). Ces mêmes auteurs distinguent d'ailleurs deux types de comportements ayant une importance prépondérante sur le

niveau de condition physique chez l'adulte : la sédentarité et l'AP qui ont une relation bidirectionnelle avec la condition physique.

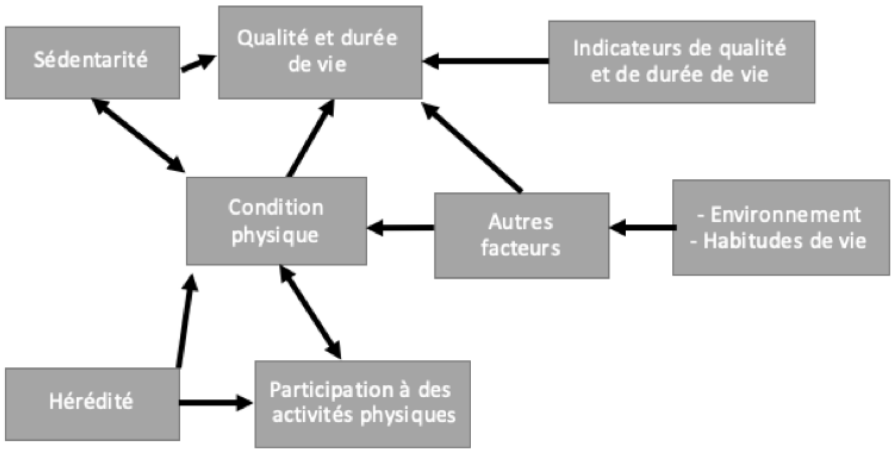


Figure 18 : Modèle simplifié de causalité décrivant les interactions entre la condition physique et ses déterminants (d'après les données Bouchard and Landry, 1985).

La participation à des AP n'est donc pas le seul facteur qui influence notre condition physique ce qui explique pourquoi la réponse individuelle à l'AP est très hétérogène (Bouchard and Rankinen, 2001). Autrement dit, chaque personne présente une susceptibilité de réponse à une dose similaire d'AP qui la différencie des autres personnes. Ainsi, pour un même programme d'AP, certains vont observer une amélioration de leur condition physique alors que d'autres non.

II.5. Condition physique, sédentarité et activité physique

Chez l'adulte, il existe une relation significative inverse entre le temps de sédentarité et le niveau de condition physique (Dogra et al., 2017). Ainsi, les interventions visant à réduire les comportements sédentaires pourraient être plus efficaces en ciblant au préalable les personnes ayant un faible niveau de condition physique. Celis-Morales et al. (2018) préconisent donc de compenser les conséquences négatives de la sédentarité par l'augmentation de la condition physique et justifient ainsi la mise en place de tests de condition physique dans les futures interventions (Celis-Morales et al., 2018). L'AP et la condition physique sont des concepts différents. Bien que certains auteurs aient noté des relations faibles à modérées entre ces deux paramètres, pour la plupart des individus une augmentation du NAP entraîne une amélioration de la condition physique (Blair et al., 2001, Gannon et al., 2002). Des bénéfices d'une AP régulière ont été constatés sur l'amélioration de la condition physique notamment pour la composante cardiorespiratoire (niveau de preuve élevé), la composante musculaire (niveau de preuve élevé) et pour la composition corporelle (Hicks et al., 2011). Ces composantes de la condition physique peuvent être d'ailleurs de meilleurs prédicteurs de la réduction de la mortalité ou de

morbidité que le NAP lui-même (Kodama et al., 2009; Lee et al., 2011). Un mode de vie actif, intégrant une AP régulière répondant aux recommandations internationales et favorisant une réduction des activités sédentaires, a donc une influence positive sur la condition physique. A l'inverse, une amélioration du niveau de condition physique ne se traduit pas nécessairement pas une amélioration de l'activité physique (van Lummel et al., 2015). Malgré tout le lien entre l'AP et la condition physique dépend de différents facteurs qui peuvent faire varier l'influence de ces deux concepts entre eux. Ces deux facteurs sont donc bien associés, mais représentent des domaines néanmoins séparés (van Lummel et al., 2015).

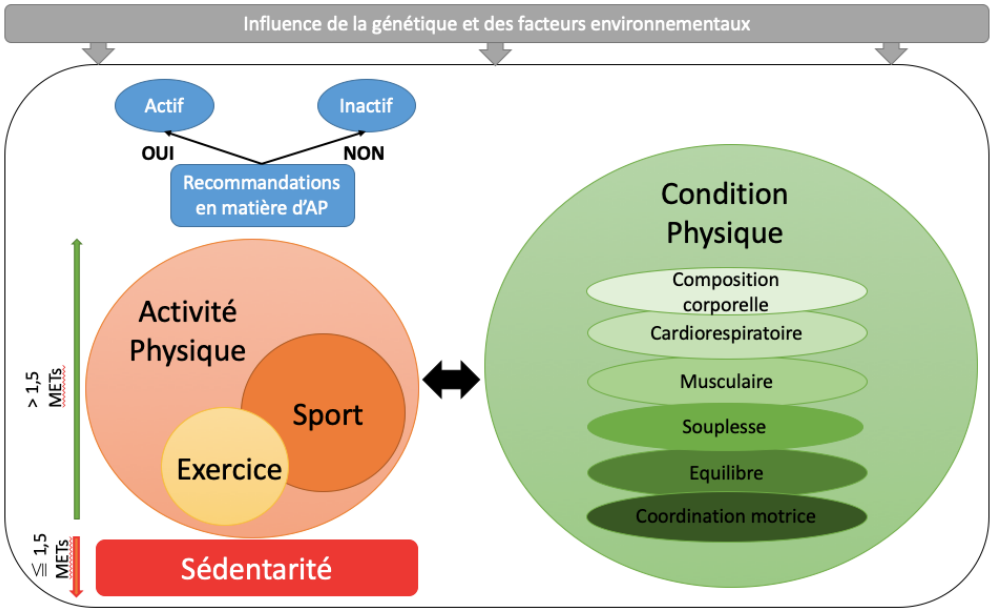


Figure 19 : Les concepts liés à l'activité physique et à la condition physique, schéma adapté de (Ortega et al., 2018).

Chez l'adulte, la condition physique, l'AP et la sédentarité sont associées et interagissent en fonction des caractéristiques individuelles et des influences génétiques et environnementales (Ortega et al., 2018) (Figure 19). La condition physique apparaît comme un des facteurs préventifs fondamentaux sur lequel l'attention doit se focaliser (Bailey et al., 2012; Steele et al., 2008).

II.6. Capacité cognitive, activité physique, sédentarité et condition physique

La capacité cognitive est considérée comme « l'ensemble des capacités mentales permettant l'acquisition et le maintien de connaissances. Elle comprend un ensemble de fonctions qui se distinguent soit par les caractéristiques des informations à traiter (langage, orientation spatiale), soit par le type de traitement à solliciter (mémoire, attention) » (Ska and Joanette, 2006). Cette capacité cognitive évolue négativement avec l'avancée en âge (Van der Linden and Hupet, 1994) mais peut être préservée en sollicitant les fonctions dites exécutives telles que l'attention et la coordination (Le Carret et al., 2003). Chez certains individus, un programme ciblant la capacité cognitive peut augmenter

l'efficacité de ces fonctions, indiquant ainsi que la diminution de la capacité cognitive n'est pas irréversible (Kramer and Willis, 2002).

De même, de nombreuses preuves scientifiques suggèrent que l'activité physique influence de manière bénéfique le fonctionnement du cerveau et les processus cognitifs (Ratey and Loehr, 2011). Des études ont montré qu'une pratique de l'AP dans les recommandations, pouvait améliorer des aspects de la capacité cognitive tels que le temps de réaction et la vitesse de traitement de l'information (Audiffren et al., 2008). L'activité physique régulière a donc un effet protecteur contre le déclin cognitif (Ratey and Loehr, 2011).

Le comportement sédentaire, malgré le manque d'étude sur ce sujet, semble influencer la capacité cognitive. Une étude a comparé des sportifs jeunes et âgés avec des personnes sédentaires effectuant des tâches cognitives simples. Les performances des athlètes plus âgés sur ces tâches étaient nettement meilleures que celles des adultes sédentaires plus âgés et elles étaient similaires à celles des jeunes adultes sédentaires (Spirduso and Clifford, 1978).

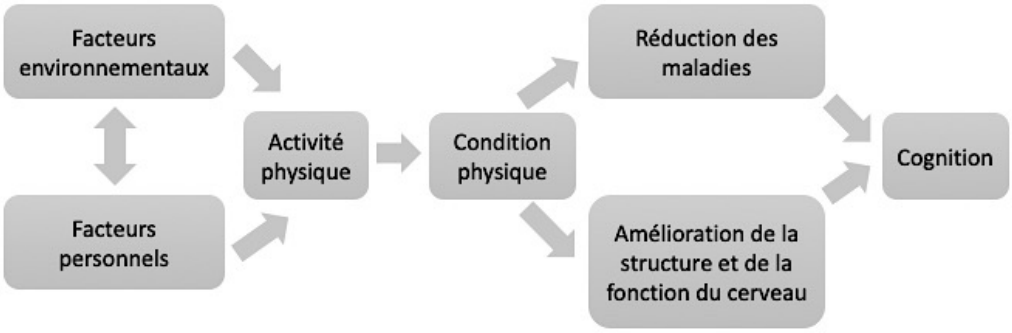


Figure 20 : Interaction entre l'activité physique, la condition physique et la capacité cognitive de (McAuley et al., 2004).

Chez l'adulte, on constate que la condition physique et l'activité physique ont une influence indirectement associée aux capacités cognitives de l'individu (McAuley et al., 2004). La capacité cognitive semble donc être un paramètre fondamental à inclure dans tout outil d'évaluation de la condition physique.

II.7. Maintien du niveau d'activité physique sur le long terme et intérêt du bilan de condition physique

Plus l'AP régulière est pratiquée longtemps et plus les bénéfices sur la santé sont importants (Marcus et al., 2000). Cependant, Marcus et al. (2000) ont observé chez 7135 membres de la YMCA que 81 % des sujets participant à l'AP, avaient des "défaillances " durant l'année. La défaillance est définie comme le fait de ne pas assister aux sessions d'AP pendant au moins 7 jours consécutifs. La fréquence de ces défaillances était de 4,8 fois sur l'année et la durée moyenne des défaillances était de 36 jours (Marcus et al., 2000). Pour améliorer la condition physique et la pérennisation de l'AP sur le long terme,

les programmes d'AP personnalisés sont préconisés (Müller-Riemenschneider et al., 2008). De plus, la réussite des interventions visant la promotion de l'AP est augmentée par la réalisation préalable d'un bilan de condition physique individuel (Ronda et al., 2001). Ce bilan de condition physique, pour être efficace, devrait mettre l'accent sur le fait de fixer et d'atteindre des objectifs personnels, de développer des habiletés de gestion de la condition physique et de suivre un plan de conditionnement physique personnalisé (Corbin, 2002).

L'évaluation périodique de la condition physique est primordiale pour l'observance des programmes.

II.8. Compliance, observance et adhésion

L'observance n'est autre que la traduction du mot anglais compliance retrouvé dans la littérature scientifique internationale. En revanche, dans la littérature française, il existe une distinction entre ces deux notions.

La compliance selon Lamouroux et al. (2005) est : "née dans le champ médical anglo-saxon en 1975 et désigne le comportement du patient qui consiste à suivre parfaitement les recommandations médicales " (Lamouroux et al., 2005). En Français, la compliance se traduit comme : "une idée de soumission et de conformité à la thérapie prescrite par le médecin " (Lamouroux et al., 2005).

Tandis que l'observance se définit comme : "un comportement, c'est-à-dire l'acte de suivre le traitement prescrit. Il s'agit de la partie visible, objectivable et mesurable de la pratique de soin " (Lamouroux et al., 2005). Selon Haynes, l'observance correspond : "au degré de respect ou d'écart entre les prescriptions et les pratiques du patient en termes de santé " (Haynes et al., 1979). Pour Morris et Shultz (1992), l'observance représente : "le degré avec lequel le patient suit les prescriptions médicales concernant le régime prescrit, l'AP ou la prise de médicaments " (Morris and Schulz, 1992).

Malgré cette distinction, la littérature scientifique française utilise encore par erreur la compliance comme un équivalent de l'observance. Ce qui est très réducteur pour la notion d'observance car comme dénoncé par certains chercheurs, cela réduit le patient à son seul comportement sans prendre en considération les autres facteurs pouvant l'influencer. L'utilisation du terme compliance en français, son utilisation dans le vocabulaire français est obsolète (Lamouroux et al., 2005).

L'adhésion s'intéresse au point de vue du patient et à sa coopération active (Lamouroux et al., 2005). L'adhésion représente "le degré selon lequel le comportement d'un patient coïncide avec la prescription médicale proposée " (van Heuvelen et al., 2006). Dans les études, elle correspond au nombre de séances suivies divisé par le nombre de séances offertes. Cette évaluation globale de l'adhésion définit la notion d'observance (Mehta et al., 1997).

En résumé, l'observance représente le comportement mesurable d'une pratique de soin qui englobe le comportement vis-à-vis du de la prescription médicale mais aussi les autres facteurs associés qui peuvent faire varier ce comportement. L'adhésion est quant à elle un moyen d'évaluer l'observance.

Ces notions sont d'une importance primordiale pour quantifier l'AP sur le long terme et pour évaluer les interventions. L'observance constitue d'ailleurs un enjeu de santé publique car elle permet de réduire les facteurs de morbidité et de mortalité (Lamouroux et al., 2005). L'étude de Kallings (2009) observe, par exemple, que 50% des personnes commençant un programme d'AP arrêtent dans les 6 premiers mois (Kallings et al., 2009). Il n'existe pas de recommandation officielle concernant le taux d'observance à la pratique d'AP pour obtenir des effets positifs (McLean et al., 2017). Cependant un taux d'observance d'au moins 80-85% est recommandé pour que les résultats d'une intervention soient satisfaisants et aient une valeur thérapeutique. Picorelli et al. (2014) ont réalisé une étude portant sur l'observance de l'AP des femmes de 65 ans et plus. Elles ont été réparties en deux programmes d'AP : un groupe d'entraînement musculaire et un groupe d'entraînement aérobie. L'observance (calculé en fonction du nombre de séances réalisées) était d'environ 50% dans le groupe d'exercices aérobies et d'environ 56% dans le groupe d'entraînement musculaire. Les travaux de Centers for Disease Control and Prevention (CDC) (2004) évaluant 6 000 sujets âgés ont mis en évidence que seulement 11% participaient régulièrement à un programme de musculation. Cette étude, comprenant un nombre important de participants, a montré les difficultés d'adhésion que peuvent rencontrer les programmes d'AP chez les personnes âgées.

II.9. Résumé

La condition physique présente des composantes ayant un lien direct avec la santé ou la performance physique. De nombreuses données scientifiques ont mis en évidence les effets bénéfiques d'une bonne condition physique sur la santé. Différentes composantes sont prises en compte dans l'évaluation de la condition physique, quelle que soit la définition : la capacité cardiorespiratoire qui reflète la capacité du système respiratoire et cardiovasculaire à supporter un exercice prolongé, la fonction musculaire composante essentielle de la vie quotidienne, la souplesse en tant que composante préservant l'autonomie de mouvement par la capacité d'amplitude disponible au niveau de l'articulation, l'équilibre, important dans le maintien de la posture du corps au quotidien, la motricité composante principale de nos actions et interaction avec la vie courante ainsi que la composition corporelle qui peut influencer toutes les autres composantes. Chacune de ces composantes varie avec nos comportements en matière d'AP et de sédentarité mais aussi avec l'âge, le sexe et l'IMC. Les déterminants de la condition physique sont la maturation, l'hérédité, l'environnement et les comportements. Il existe de fortes variations interindividuelles concernant les effets de l'AP et de la sédentarité sur le niveau de CP. L'évaluation de la condition physique permet d'établir un bilan des capacités physiques qui permet la personnalisation de programme d'AP. Cette adaptation constitue un élément important d'amélioration de la pérennité de l'AP sur le long terme. La connaissance de son niveau de condition physique peut constituer un levier important pour augmenter l'observance des programmes d'APA.

III. METHODE D'EVALUATION DE LA CONDITION PHYSIQUE

III.1. Les tests de condition physique

Les tests de condition physique permettent de déterminer le niveau d'aptitude physique des individus ou des groupes d'individus, de catégories spécifiques de populations ou de populations générales. L'utilisation des tests de condition physique peut avoir plusieurs objectifs différents : informer ou contrôler l'état fonctionnel des individus, mesurer l'efficacité d'un programme d'AP, réaliser un contrôle de l'état fonctionnel, permettre d'individualiser le programme d'AP, stimuler et motiver les individus, avoir une connaissance de ses propres capacités physiques. Afin de réaliser une évaluation complète de la condition physique, il s'agit d'évaluer chacune de ses composantes. La constitution de batterie de tests permet de répondre à cette exigence.

III.2. Critères de validation d'un test

Pour qu'un test soit validé, il existe quatre qualités à respecter (Grosjean and Dommergues, 2011) :

- Objectivité
- Validité
- Fiabilité ou reproductibilité
- Faisabilité

Objectivité :

Les résultats doivent être indépendants de la personne qui fait passer le test.

Validité :

La validité d'un test fait référence au degré avec lequel celui-ci mesure effectivement ce qu'il a pour but de mesurer (dans une situation particulière donnée).

Fiabilité ou reproductibilité :

La fiabilité représente la mesure de la capacité d'un ou plusieurs évaluateurs à obtenir des résultats identiques lorsqu'on répète un test dans des conditions différentes et à des époques différentes. La fiabilité du test dépend, en partie, de la rigueur du protocole. Le protocole doit avoir le moins de biais possible afin d'être le plus reproductible et le plus fiable possible. Pour quantifier cette reproductibilité, on utilise le Coefficient de Corrélation Intraclasse (CCI).

Faisabilité :

La faisabilité correspond aux conditions techniques et logistiques de mise en place du test. Concrètement, elle permet de connaitre les conditions d'utilisations du test, pour savoir s'il est réalisable et répond aux besoins pour lesquels nous voulons l'utiliser, efficacement.

III.3. Répertoire des batteries de tests de condition physique

Les batteries de tests de condition physique regroupent plusieurs tests mesurant des capacités physiques différentes. Ces batteries de tests peuvent être utilisées pour des évaluations individuelles ou de populations. Une revue de la littérature pour identifier les principales batteries de tests de la condition physique utilisées en France et en Europe auprès d'adultes sains (sans pathologie et sans prendre en compte les personnes âgées fragiles) a été réalisée (Tableau 6). Pour chaque batterie de tests répertoriée, le type de population, les composantes évaluées et les tests utilisés ont été listés.

Batterie	Population	Paramètres	Tests
Batterie EUROFIT	Adultes	Anthropométrie	Poids, taille, composition corporelle
			Test de marche de 2 km
			Test sur bicyclette ergométrique
			Test de course navette de 20 m
		Force musculaire	Test de force de préhension
			Test de saut en longueur sans élan
			Test de force du tronc (redressements assis)
			Test de suspension bras fléchis
		Souplesse	Test de flexion avant en position assise
			Test d'inclinaison latérale du tronc
		Equilibre	Test d'équilibre Flamingo
		Vitesse et coordination	Test de frappe de plaques
Batterie CNOSF (Comité national olympique et sportif)	Adultes	Anthropométrie	IMC
		Endurance	Test de marche de 6 min
		Force musculaire	Test de force de préhension
			Test assis-debout
		Souplesse	Test de souplesse avant debout
		Vitesse et coordination	Test de frappe de plaques
Batterie Diagnoform Santé	Seniors	Endurance	Test de marche de 6 min
		Endurance - Force	Test de la chaise
		Coordination – Endurance	Test de la croix (seniors)
		Coordination – Equilibre	Indice de tenue de 5 positions / 10s
		Vitesse - Coordination	Equipod-Tandem avant
		Vitesse	Marche rapide sur 20 m
		Force-vitesse bras	Test de pompes debout
		Force-vitesse jambes	Test assis debout
		Souplesse	Test de Schober
Batterie Diagnoform Actif	Adultes	Endurance	Test de course navette de 20 m
		Coordination - Endurance	Test de la croix (actifs)
		Coordination - Equilibre	Indice de tenue de 5 positions / 10s
		Force statique	Test de gainage
		Force du bas du corps	Test de saut en longueur sans élan
		Force haut du corps	Test de pompes modifiées
		Vitesse gestuelle des jambes	Test de course sur 22m avec lattes
		Vitesse gestuelle du haut du corps	Test de frappe de plaques
		Souplesse	Test de Schober
Functional Fitness MOT (FFMOT)	Seniors	Force musculaire	Test assis-debout
			Test de force de préhension
		Souplesse	Test de flexion avant sur une chaise
			Test de souplesse des épaules (Gratte dos)
		Equilibre dynamique	Test time up and go
		Equilibre statique	Test d'équilibre Flamingo
Senior Fitness Test (SFT)	Seniors	Endurance	Test de marche de 6 min
			Step test (Montées de genoux sur place)
		Force musculaire	Test flexion de bras
			Test assis-debout
		Souplesse	Test de flexion avant sur une chaise
			Test de souplesse des épaules (Gratte dos)
		Agilité et équilibre dynamique	Test time up and go

Tableau 6 : Répertoire exhaustif des batteries de tests de condition physique.

Six batteries de tests évaluant la condition physique ont été répertoriées. Trois de ces batteries de tests sont spécifiques à la population senior et les 3 autres se consacrent à l'évaluation de la population de manière plus générale.

III.4. Les tests de condition physique

Les tests de condition physique permettent d'évaluer des capacités physiques spécifiques de la condition physique en tenant compte des caractéristiques de la population, de la validité des tests, de normes associées aux résultats aux tests par âge et/ou par genre, et, de leurs contraintes en termes de temps, d'espace et de matériel. Une revue systématique des tests utilisés dans les différentes études a été effectuée (Tableaux 7-11). Pour chacun des tests répertoriés, le type de population, la validité du test, la présence de normes de comparaison, le temps de passation du test et la contrainte d'espace ou de matériel ont été répertoriés.

III.4.1. Tests - Capacité cardio-respiratoire

Test	Population	Validité	Normes	Temps
Test de marche de 2 km	Adultes	Oui	Oui	30 min
Test de marche de 2 min	Adultes	Oui	Non	10 min
Test de marche de 3 min	Adultes	Non	Non	10 min
Test de marche de 5 min	Adultes	Oui	Non	12 min
Test de marche de 6 min	Adultes	Oui	Oui	15 min
Test de course de 12 min	Adultes	Oui	Non	25 min
Test navette de Luc Léger	Adultes	Oui	Oui	30 min
Test Vam Eval	Adultes	Oui	Oui	20 min
Test de Ruffier-Dickson	Adultes	Oui	Oui	10 min
CAT test de Shanon et Stephan	Adultes	Non	Non	20 min
Test de Margaria	Adultes	Oui	Oui	5 min
Test de Cooper	Adultes	Oui	Oui	20 min
Test de Lian	Adultes	Non	Non	15 min
Physitest canadien	Adultes	Non	Non	15 min
Step test de Harvard	Adultes	Oui	Oui	15 min
3 min step test	Adultes	Oui	Oui	15 min
Queen college step test	Adultes	Oui	Oui	15 min
Step test d'Astrand	Adultes	Oui	Oui	20 min
Step test (Montées de genoux sur place)	Seniors	Oui	Non	10 min
Step test de Meyer et Fenghi	Adultes	Oui	Non	25 min
Test de marche rapide sur 200 m	Adultes	Oui	Oui	5 min
Test sur bicyclette ergométrique	Adultes	Oui	Non	30 min

Tableau 7 : Répertoire des Tests - Capacité cardio-respiratoire

Il existe plus d'une vingtaine de tests utilisés pour évaluer la capacité cardio-respiratoire. Si 18 tests ont été validés, seulement 12 tests présentent des normes. Les temps de passation varient de 5 à 30 minutes.

III.4.2. Tests - Fonction musculaire

Test	Population	Validité	Normes	Temps
Test assis debout	Adultes	Oui	Oui	1 min
Test de la chaise	Adultes	Non	Non	2 min
Test de détente verticale avec matériel (Sargent test)	Adultes	Oui	Oui	3 min
Test de saut en longueur sans élan	Adultes	Oui	Non	2 min
Test squat sur une jambe	Adultes	Non	Non	2 min
Test-Temps pour se lever 5 fois d'une chaise	Seniors	Oui	Non	2 min
Test Wingate	Adultes sportifs	Oui	Oui	5 min
Test 5 foulées bondissantes	Adultes	Non	Non	2 min
Test de force de préhension	Adultes	Oui	Oui	2 min
Test de suspension bras fléchis	Adultes	Oui	Non	5 min
Test de force des bras (Pompes)	Adultes	Non	Oui	2 min
Test de pompes modifiées	Adultes	Non	Non	2 min
Test de pompes debout	Seniors	Non	Non	1 min
Test de force du tronc (redressements assis)	Adultes	Oui	Oui	2 min
Test d'endurance statique du tronc (Sorensen)	Adultes	Oui	Oui	5 min
Test d'endurance abdominale (Shirado)	Adultes	Non	Non	3 min
Test de lancer de medecine-ball assis	Adultes	Oui	Non	3 min
Test de gainage	Adultes	Non	Non	5 min
Test flexion de bras	Seniors	Oui	Non	2 min

Tableau 8 : Répertoire des Tests - Fonction musculaire

Une vingtaine de tests sont utilisés pour évaluer la fonction musculaire. Si 11 tests ont été validés, seulement 7 tests présentent des normes. Les temps de passation varient de 1 à 5 minutes.

III.4.3. Tests - Souplesse

Test	Population	Validité	Normes	Temps
Test de flexion avant en position assise (deux jambes)	Adultes	Oui	Oui	1 min
Test de flexion avant sur une chaise	Seniors	Oui	Non	5 min
Test de flexion avant en position assise (une jambe)	Adultes	Oui	Oui	5 min
Test de souplesse avant debout	Adultes	Non	Non	5 min
Test du squat	Adultes	Non	Non	5 min
Test de Schober	Adultes	Oui	Non	1 min
Test de souplesse de la hanche	Adultes	Oui	Non	2 min
Test d'inclinaison latérale du tronc	Adultes	Oui	Oui	2 min
Test de circumduction	Seniors	Oui	Non	5 min
Test de mobilité scapulo-humérale	Adultes	Oui	Non	2 min
Test de souplesse des épaules (Gratte dos)	Adultes	Non	Non	1 min

Tableau 9 : Répertoire des Tests - Souplesse

Il existe plus d'une dizaine de tests utilisés pour évaluer la souplesse. Si 8 tests ont été validés, seulement 3 tests présentent des normes. Les temps de passation varient de 1 à 5 minutes.

III.4.4. Tests – Equilibre

Test	Population	Validité	Normes	Temps
Equipod-Sur un pied avec appui	Adultes	Oui	Non	1 min
Equipod-Sur un pied sans appui	Adultes	Oui	Non	2 min
Equipod-Sur un pied yeux fermés	Adultes	Oui	Oui	1 min
Test du flamand rose	Adultes	Oui	Oui	2 min
Equipod-Tandem avant	Adultes	Oui	Non	5 min
Equipod-Tandem arrière	Adultes	Oui	Non	5 min
Equipod-Franchissement	Adultes	Oui	Non	5 min
Tatitest-Vitesse de marche sur 6 m	Adultes	Oui	Non	3 min
Tatitest-Vitesse de marche rapide sur 6 m	Adultes	Oui	Non	3 min
Tatitest-Marche+tour complet	Adultes	Oui	Non	2 min
Tatitest-Double tâche intellectuelle	Adultes	Oui	Non	3 min
Equisol-Descendre et s'asseoir au sol	Adultes	Oui	Non	1 min
Equisol-Descendre et se relever au sol	Adultes	Oui	Non	1 min
Equisol-Ramasser un stylo du sol	Adultes	Oui	Non	1 min
Test d'équilibre sur une jambe de Bohannon	Adultes	Non	Oui	1 min
Test d'équilibre sur une jambe Eurofit	Adultes	Oui	Oui	2 min
Test d'équilibre de Springer	Adultes	Oui	Oui	2 min
Test d'équilibre Flamingo	Adultes	Oui	Oui	2 min
Test time up and go	Seniors	Oui	Oui	3 min
Test de Tinetti	Seniors	Oui	Non	5 min

Tableau 10 : Répertoire des Tests - Equilibre

Dans la littérature, on retrouve un grand nombre de tests utilisés pour évaluer l'équilibre. Si 19 tests ont été validés, seulement 7 tests présentent des normes. Les temps de passation varient de 1 à 5 minutes.

III.4.5. Tests – Coordination motrice/Vitesse

Test	Population	Validité	Normes	Temps
Test de frappe de plaques	Adultes	Oui	Non	2 min
Test de la règle (direct)	Adultes	Non	Non	1 min
Test de la règle (indirect)	Adultes	Non	Non	1 min
Test de double tâche	Seniors	Non	Non	1 min
Test de la croix (seniors)	Seniors	Non	Non	2 min
Test de la croix (actifs)	Adultes	Non	Non	2 min
Test de course sur 22m avec lattes	Adultes	Non	Non	1 min
Test de marche rapide sur 20 m	Seniors	Non	Non	1 min

Tableau 11 : Répertoire des Tests – Coordination motrice/Vitesse

Les tests évaluant la coordination motrice ou la vitesse sont plus rares dans la littérature. Il en existe une dizaine mais ils sont pour la plupart non validés et ne présentent pas de normes. Les temps de passation varient de 1 à 2 minutes.

IV. CONCLUSION

La condition physique est un indicateur majeur de santé. Le niveau de condition physique est dépendant des niveaux d'activité physique et de sédentarité.

Pour mesurer la condition physique, il existe des batteries de tests regroupant plusieurs tests de condition physique et mesurant des capacités physiques différentes. Ces batteries de tests peuvent être utilisées pour des évaluations individuelles ou de populations. Six batteries de tests évaluant la condition physique ont été répertoriées dans ce travail.

En plus de ces batteries, la littérature compte une multitude de tests de condition physique permettant de mesurer différentes composantes de la condition physique. La majorité de ces tests se distinguent par la capacité physique qu'ils évaluent ainsi que par leurs critères (validité, normes, population et temps).

La conception d'une batterie de tests de condition physique, à destination d'une population adulte doit s'appuyer sur des tests validés, reproductibles et tenant compte des contraintes d'utilisation de l'outil.

Contribution personnelle

Construction et validation de la batterie ASM Vitality Test

&

Faciliter l'observance à un programme d'activité physique chez les séniors : intérêt de l'évaluation de la condition physique

PARTIE 2 : CONSTRUCTION DE LA BATTERIE ASM VITALITY TEST

I. OBJECTIFS

L'ASM Vitality Test s'inscrit dans un dispositif global qui a pour but d'améliorer l'accès et le maintien de la pratique d'une activité physique sur le long terme en établissant :

- un profil individuel,
- un bilan de condition physique,
- une proposition de pratique d'activité physique personnalisée.

L'objectif principal de ce projet est de construire un outil d'évaluation de la condition physique permettant à toute personne de réaliser rapidement et facilement un bilan de condition physique. Une comparaison à des normes adaptées en âge et en sexe permet de situer la personne par rapport à une population de référence. Associé à une batterie de tests, un questionnaire de mode de vie : activité physique, sédentarité, sommeil, préférences d'activités permet d'établir un profil individuel.

La création de l'outil d'évaluation de la condition physique devait répondre à plusieurs contraintes d'ordres méthodologique et technique. Les contraintes méthodologiques dépendent de méthodes prédéfinies dans la construction d'une batterie de test. Tandis que les contraintes techniques ont été mises en place par le commanditaire, l'ASM Omnisports, qui utilisera le dispositif.

- Contraintes méthodologiques : les tests et la batterie (enchaînement des tests) devront répondre aux critères d'objectivité, de reproductibilité, de fiabilité et de faisabilité. Les tests devront présenter des normes de comparaison par tranche d'âge et représentatives d'une population adulte sans pathologie.
- Contraintes techniques : l'outil d'évaluation destiné à être déployé et utilisé dans des secteurs différents devra être simple d'utilisation, prendre le moins d'espace possible, ludique, respecter l'ordre des tests, mobiliser les personnes sur un temps réduit, utiliser du matériel transportable et utilisable en intérieur comme en extérieur, solliciter peu de personnes pour organiser le passage des tests et le recueil des résultats.

II. DÉTERMINATION D'UN PROFIL PHYSIQUE

II.1. Construction d'un questionnaire

Pour construire le questionnaire qui sera associé à la batterie de tests, nous avons utilisé principalement le questionnaire mondial sur la pratique d'exercice physique (GPAQ, annexe 1), qui comporte 16 questions et qui a été mis au point par l'OMS pour évaluer la pratique d'activités physiques. Il permet de recueillir des informations sur la pratique d'exercice physique dans trois situations (ou domaines) et sur les comportements sédentaires.

Les trois domaines abordés sont les suivants : activités au travail, se déplacer d'un endroit à l'autre, activités de loisirs. Les résultats sont exprimés en METs. Le MET, équivalent métabolique représente le coût énergétique d'une activité. 1 MET correspond à l'énergie dépensée par une personne assise sans bouger et équivaut à une consommation de 1 $kcal.kg^{-1}.h^{-1}$ ou 3,5 $ml.min^{-1}.kg^{-1}$ pour un adulte. Les résultats permettent de classer le participant en 3 niveaux d'activité physique : élevé, modéré, faible. Ce questionnaire peut être utilisé dans le cadre d'entretiens de début de programme avec des personnes malades chroniques, âgées… Il peut être le support d'une évaluation diagnostique des habitudes du sujet pour ensuite individualiser un programme d'activités physiques adaptées (Bull et al., 2009). Des questions sur les freins et motivations à l'AP et sur le passé sportif ont été ajoutées afin d'affiner la proposition d'activité physique adaptée en post-test de condition physique. Les questions sur la sédentarité ont pris en compte la distinction des modes et lieux : domicile, travail, loisir, transport (Annexe 1).

III. ÉVALUATION DE LA CONDITION PHYSIQUE

III.1. Questionnaire d'aptitude

Pour une question de sécurité, le questionnaire de santé QS-Sport (Figure 21) est rempli par chaque participant avant chaque session d'évaluation afin de vérifier l'état de santé des participants. Les réponses permettent de déterminer si le participant a besoin ou non de consulter un médecin avant de pratiquer une activité physique.

Répondez aux questions suivantes par OUI ou par NON*	OUI	NON
Durant les 12 derniers mois		
1) Un membre de votre famille est-il décédé subitement d'une cause cardiaque ou inexpliquée ?	☐	☐
2) Avez-vous ressenti une douleur dans la poitrine, des palpitations, un essoufflement inhabituel ou un malaise ?	☐	☐
3) Avez-vous eu un épisode de respiration sifflante (asthme) ?	☐	☐
4) Avez-vous eu une perte de connaissance ?	☐	☐
5) Si vous avez arrêté le sport pendant 30 jours ou plus pour des raisons de santé, avez-vous repris sans l'accord d'un médecin ?	☐	☐
6) Avez-vous débuté un traitement médical de longue durée (hors contraception et désensibilisation aux allergies) ?	☐	☐
A ce jour		
7) Ressentez-vous une douleur, un manque de force ou une raideur suite à un problème osseux, articulaire ou musculaire (fracture, entorse, luxation, déchirure, tendinite, etc…) survenu durant les 12 derniers mois ?	☐	☐
8) Votre pratique sportive est-elle interrompue pour des raisons de santé ?	☐	☐
9) Pensez-vous avoir besoin d'un avis médical pour poursuivre votre pratique sportive ?	☐	☐

Si vous avez répondu NON à toutes les questions :
Pas de certificat médical à fournir. Simplement attestez, selon les modalités prévues par la fédération, avoir répondu NON à toutes les questions lors de la demande de renouvellement de la licence.

Si vous avez répondu OUI à une ou plusieurs questions :
Certificat médical à fournir. Consultez un médecin et présentez-lui ce questionnaire renseigné.

Figure 21 : Questionnaire QS-Sport

III.2. La batterie de tests

La construction de la batterie consiste à choisir les tests qui vont composer la batterie et qui évaluent une des composantes de la condition physique. L'indice de masse corporelle (IMC) a été choisi comme paramètre pour évaluer la composition corporelle. Pour chaque composante de la condition physique, les tests sélectionnés devaient répondre à 5 critères :

- être validé avec des adultes sans pathologie,
- présenter des normes par âge et par sexe,
- avoir un temps total de passation inférieur à 8 minutes pour les tests mesurant la capacité cardio-respiratoire et de 2 min pour les autres capacités,
- être faisable sur un espace inférieur à une salle de gymnase de type B,
- nécessiter peu de matériel et de faible coût.

Les tests répondant à ces 6 critères ont été sélectionnés (Tableau 12-16).

III.2.1. Tests -Capacité cardio-respiratoire

Test	Population	Validité	Normes	Temps	Espace	Matériel
Test de marche de 2km	OUI	OUI	OUI	NON	NON	OUI
Test de marche de 2 min	OUI	OUI	NON	OUI	OUI	OUI
Test de marche de 3 min	OUI	NON	NON	OUI	OUI	OUI
Test de marche de 5 min	OUI	OUI	NON	OUI	OUI	OUI
Test de marche de 6 min	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
Test de course de 12 min	OUI	OUI	NON	NON	NON	OUI
Test navette de Luc Léger	OUI	OUI	OUI	NON	OUI	OUI
Test VamEval	OUI	OUI	OUI	NON	NON	NON
Test de Ruffier-Dickson	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	NON
CAT test de Shanon et Stephan	OUI	NON	NON	NON	OUI	OUI
Test de Margaria	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	NON
Test de Cooper	OUI	OUI	OUI	NON	OUI	OUI
Test de Lian	OUI	NON	NON	NON	OUI	OUI
Physitest canadien	OUI	NON	NON	NON	OUI	NON
Step test de Harvard	OUI	OUI	OUI	NON	OUI	NON
3 min step test	OUI	OUI	OUI	NON	OUI	NON
Queencollegestep test	OUI	OUI	OUI	NON	OUI	NON
Step test d'Astrand	OUI	OUI	OUI	NON	OUI	NON
Step test (Montées de genoux sur place)	NON	OUI	NON	NON	OUI	OUI

Step test de Meyer et Fenghi	OUI	OUI	NON	NON	OUI	NON
Test de marche rapide sur 200 m	OUI	NON	OUI	OUI	NON	OUI
Test sur bicyclette ergométrique	OUI	OUI	NON	NON	OUI	NON

Tableau 12 : Répertoire des Tests – Capacités cardio-respiratoire

Parmi les tests évaluant la capacité cardio-respiratoire seulement le test de marche de 6 min répond aux 6 critères prédéfinis.

III.2.2. Tests - Fonction musculaire

Test	Population	Validité	Normes	Temps	Espace	Matériel
Force musculaire des membres inférieurs						
Test assis debout	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
Test de la chaise	OUI	NON	NON	OUI	OUI	OUI
Test de détente verticale avec matériel (Sargent test)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	NON
Test de saut en longueur sans élan	OUI	OUI	NON	OUI	OUI	OUI
Test squat sur une jambe	OUI	NON	NON	OUI	OUI	OUI
Test-Temps pour se lever 5 fois d'une chaise	NON	OUI	NON	OUI	OUI	OUI
Test Wingate	NON	OUI	OUI	NON	OUI	NON
Test 5 foulées bondissantes	NON	NON	NON	OUI	OUI	OUI
Force musculaire des membres supérieurs et du tronc						
Test de force de préhension	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	NON
Test de suspension bras fléchis	OUI	OUI	NON	OUI	OUI	NON
Test de force des bras (Pompes)	OUI	NON	NON	OUI	OUI	OUI
Test de pompes modifiées	OUI	NON	NON	OUI	OUI	OUI
Test de pompes debout	NON	NON	NON	OUI	OUI	OUI
Test de force du tronc (redressements assis)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
Test d'endurance statique du tronc (Sorensen)	OUI	OUI	OUI	NON	OUI	NON
Test d'endurance abdominale (Shirado)	OUI	NON	NON	OUI	OUI	NON
Test de lancer de medecine-ball assis	OUI	OUI	NON	OUI	OUI	OUI
Test de gainage	OUI	NON	NON	NON	OUI	OUI
Test flexion de bras	NON	OUI	NON	OUI	OUI	OUI

Tableau 13 : Répertoire des Tests - Fonction musculaire

Deux des tests évaluant la fonction musculaire répondent aux 6 critères prédéfinis. Une sélection des tests présentant au moins 5 critères a été réalisé aussi afin d'avoir une mesure de la force musculaire de différentes parties du corps. Au final 4 tests respectent ces conditions : le test assis debout, le test de force de préhension, le test de force du tronc et le test de lancer de medecine-ball.

III.2.3. Tests – Souplesse

Test	Population	Validité	Normes	Temps	Espace	Matériel
Souplesse du rachis et des ischios-jambiers						
Test de flexion avant en position assise (deux jambes)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
Test de flexion avant sur une chaise	NON	OUI	NON	NON	OUI	OUI
Test de flexion avant en position assise (une jambe)	OUI	OUI	OUI	NON	OUI	OUI
Test de souplesse avant debout	OUI	NON	NON	NON	OUI	OUI
Test du squat	OUI	NON	NON	NON	OUI	OUI
Test de Schober	OUI	OUI	NON	OUI	OUI	OUI

Test de souplesse de la hanche	OUI	NON	NON	OUI	OUI	OUI
Test d'inclinaison latérale du tronc	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
Souplesse membres supérieurs et haut du corps						
Test de circumduction	NON	OUI	NON	NON	OUI	OUI
Test de mobilité scapulo-humérale	OUI	OUI	NON	OUI	OUI	OUI
Test de souplesse des épaules (Gratte dos)	OUI	NON	NON	OUI	OUI	OUI

Tableau 14 : Répertoire des Tests - Souplesse

Seulement 2 tests évaluant la capacité de souplesse répondent aux 6 critères prédéfinis, le test de flexion avant en position assise (deux jambes) et le test d'inclinaison latérale du tronc.

III.2.4. Tests –Equilibre

Test	Population	Validité	Normes	Temps	Espace	Matériel
Equipod-Sur un pied avec appui	OUI	OUI	NON	OUI	OUI	OUI
Equipod-Sur un pied sans appui	OUI	OUI	NON	OUI	OUI	OUI
Equipod-Sur un pied yeux fermés	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
Test du flamand rose	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
Equipod-Tandem avant	OUI	OUI	NON	NON	OUI	OUI
Equipod-Tandem arrière	OUI	OUI	NON	NON	OUI	OUI
Equipod-Franchissement	OUI	OUI	NON	NON	OUI	NON
Tatitest-Vitesse de marche sur 6 m	OUI	OUI	NON	OUI	OUI	OUI
Tatitest-Vitesse de marche rapide sur 6 m	OUI	OUI	NON	OUI	OUI	OUI
Tatitest-Marche+tour complet	OUI	OUI	NON	OUI	OUI	OUI
Tatitest-Double tâche intellectuelle	OUI	OUI	NON	OUI	OUI	OUI
Equisol-Descendre et s'asseoir au sol	OUI	OUI	NON	OUI	OUI	OUI
Equisol-Descendre et se relever au sol	OUI	OUI	NON	OUI	OUI	OUI
Equisol-Ramasser un stylo du sol	OUI	OUI	NON	OUI	OUI	OUI
Test d'équilibre sur une jambe de Bohannon	OUI	NON	OUI	OUI	OUI	OUI
Test d'équilibre sur une jambe Eurofit	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
Test d'équilibre de Springer	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
Test d'équilibre Flamingo	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
Test time up and go	NON	OUI	OUI	OUI	NON	OUI
Test de Tinetti	NON	OUI	NON	NON	NON	OUI

Tableau 15 : Répertoire des Tests - Equilibre

Dans la littérature, parmi les nombreux tests mesurant l'équilibre seulement 5 tests répondent aux 6 critères définis.

III.2.5. Tests – Coordination motrice/Vitesse

Test	Population	Validité	Normes	Temps	Espace	Matériel
Test de frappe de plaques	OUI	OUI	NON	OUI	OUI	OUI

Test de la règle	OUI	NON	NON	OUI	OUI	OUI
Test de double tâche	OUI	NON	NON	OUI	OUI	OUI
Test de la croix (seniors)	NON	NON	NON	OUI	OUI	OUI
Test de la croix	OUI	NON	NON	OUI	OUI	OUI
Test de course sur 22m avec lattes	OUI	NON	NON	OUI	OUI	OUI
Test de marche rapide sur 20 m	NON	NON	NON	OUI	OUI	OUI

Tableau 16 : Répertoire des Tests – Coordination motrice/Vitesse

Parmi les tests évaluant la coordination motrice/vitesse aucun ne répond aux 6 critères définis. La sélection a donc porté sur les tests présentant le plus de critères.

Discussion :

Pour évaluer la ***condition cardio-respiratoire***, le test de marche de 6 min a été retenu.

Pour évaluer la ***fonction musculaire***, la totalité des tests répondant à tous les critères ont été retenus. La raison étant que chacun des tests évaluent la force musculaire d'une partie du corps différente.

Pour évaluer la qualité de ***souplesse***, seul le test de flexion avant en position assise (deux jambes) et le test d'inclinaison latérale du tronc répondaient à nos critères. Le test de flexion avant en position assise (deux jambes) a été retenu car il est le plus utilisé dans la littérature.

Pour évaluer la capacité d'***équilibre***, le test d'équilibre sur une jambe de Bohannon, qui inclut dans son protocole, une mesure de l'équilibre avec une partie yeux ouverts puis yeux fermés dans un minimum de temps, a été retenu (Bohannon et al., 1984).

Pour évaluer la ***coordination motrice*** et la ***vitesse***, le test de frappe de plaques qui intègre la notion de vitesse gestuelle et de coordination a été choisi.

Dans la littérature, peu de batteries de tests évaluant la condition physique associent une évaluation de la ***capacité cognitive*** aux capacités physiques. La capacité cognitive peut se mesurer par la capacité de réaction ou de double tâche. Le test de la règle qui mesure la capacité de réaction ainsi que le test de double tâche de Ludin-Olsson ont été inclus dans la batterie. L'inclusion de ces tests dans la batterie, malgré leur non validation, a été justifiée à la vue des problématiques chez les seniors.

Au final, la batterie se compose de 10 tests de condition physique différents (Tableau 17).

Tests	Population	Validité	Normes	Temps	Espace	Matériel
Capacité cardio-respiratoire						
Test de marche de 6 min	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
Fonction musculaire						
Test assis debout	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
Test de force de préhension	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	NON
Test de force du tronc (redressements assis)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
Test de lancer de medecine-ball assis	OUI	OUI	NON	OUI	OUI	OUI
Souplesse						
Test de flexion avant en position assise (deux jambes)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI

Equilibre						
Test d'équilibre sur une jambe de Bohannon	OUI	NON	OUI	OUI	OUI	OUI
Coordination motrice/Vitesse						
Test de frappe de plaques	OUI	OUI	NON	OUI	OUI	OUI
Test de la règle	OUI	NON	NON	OUI	OUI	OUI
Test de double tâche	OUI	NON	NON	OUI	NON	OUI

Tableau 17 : Tests retenus pour composer la batterie

III.3. CREATION D'UN INDICE DE CONDITION PHYSIQUE

Chacun des tests de la batterie permet d'évaluer différentes composantes de la condition physique. Les 10 tests ont été répartis par système en fonction des qualités évaluées (Figure 22). Le système cardio-respiratoire est évalué par la capacité fonctionnelle en utilisant le test de marche de 6 min. Le système musculo-squelettique sera évalué par la force musculaire et la souplesse par les tests de lancer de médecine-ball, le test assis-debout, le test de force du tronc, le test de force de préhension et le test de flexion avant en position assise. Le système moteur comprenant l'équilibre et la vitesse gestuelle sera évalué par le test d'équilibre de Bohannon (Bohannon et al., 1984) et le test de frappes de plaques. Enfin le système attentionnel regroupant l'évaluation des capacités de réaction et de coordination sera évalué par le test de la règle et le test de double tâche.

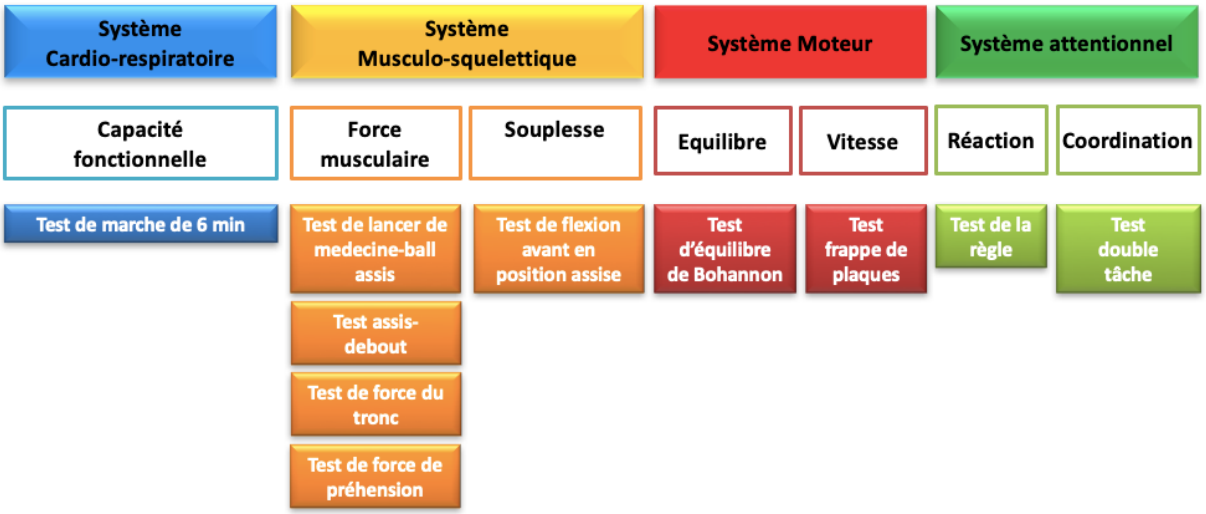


Figure 22 : Batterie ASM Vitality Test

A partir des normes de résultats associées aux tests, des indices de condition physique ont été établis par tranche d'âge et par sexe (Tableau 18), afin de permettre aux participants une évaluation individualisée comparative (Tableau 19).

	20-29 ans	30-39 ans	40-49 ans	50-59 ans	60 ans et +	Indices
Hommes	> 839	> 789	> 738	> 689	> 638	A
Femmes	>777	> 719	> 661	> 603	> 546	
Hommes	801	751	700	651	600	B
Femmes	742	684	626	568	511	
Hommes	763	713	662	613	562	C
Femmes	707	649	591	533	476	
Hommes	725	675	624	575	524	D
Femmes	672	614	556	498	441	
Hommes	686	636	585	535	485	E
Femmes	638	580	522	464	407	
Hommes	< 686	< 636	< 585	< 535	< 485	F
Femmes	< 638	< 580	< 522	< 464	< 407	

Tableau 18 : Normes du test de 6 min marche (en m)

Le profil de condition physique du participant sera donc composé :

- des résultats brutes obtenus à chaque test,

- des résultats aux 10 tests exprimés en indice sous forme de lettre allant d'A à F pour chacun d'eux. Les indices ont été établis en fonction des normes afin de donner une information pertinente au participant à savoir son niveau de résultat par rapport à une population de même âge et de même genre.

IMPORTANT : Les indices ont été ensuite ajusté pour que le message exprimé par le résultat soit positif.

- de cotation numériques (de 0 à 5) pour les résultats à chaque tests (Tableau 19).

Ce système de cotation permet une évaluation comparative par rapport aux normes pour les résultats aux tests et pour les résultats aux systèmes. Lorsqu'un système présente plusieurs tests une moyenne des indices a été calculé.

A	B	C	D	E	F
5	4	3	2	1	0
Excellent	Très bon	Bon	Satisfaisant	A améliorer	A améliorer en priorité

Tableau 19 : Échelle de cotation des résultats aux tests de condition physique

Pour les tests qui n'avaient pas de normes, des tests, sur un large échantillon de sujets, ont été réalisés pour créer des normes en utilisant la méthode des percentiles comme utilisé par la batterie de test Eurofit.

Ces indices ont servi principalement au bilan final fourni à chaque participant à la fin des tests. Le dispositif permet donc un recueil centralisé et rapide des données afin que les personnes aient accès à leur fiche personnelle de résultats à l'issue de la passation.

A la fin de la passation, chaque personne a la possibilité de consulter ses résultats, connaître ses indices de condition physique (son profil), avoir une analyse de ses résultats et se voir proposer un programme d'activités physiques adapté et personnalisé.

III.4. La Batterie d'évaluation de la condition physique

Tests	Population	Validité	Normes	Temps	Espace	Matériel
Composition corporelle						
Calcul de l'IMC	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
Capacité cardio-respiratoire						
Test de marche de 6 min	OUI	OUI	OUI	OUI	NON	OUI
Fonction musculaire						
Test assis debout	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
Test de force de préhension	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	NON
Test de force du tronc (redressements assis)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
Test de lancer de medecine-ball assis	OUI	OUI	NON	OUI	OUI	OUI
Souplesse						
Test de flexion avant en position assise (deux jambes)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
Equilibre						
Test d'équilibre sur une jambe de Bohannon	OUI	NON	OUI	OUI	OUI	OUI
Coordination motrice/Vitesse						
Test de frappe de plaques	OUI	OUI	NON	OUI	OUI	OUI
Test de la règle	OUI	NON	NON	OUI	OUI	OUI
Test de double tâche	OUI	NON	NON	OUI	NON	OUI

Tableau 20 : Synthèse des tests de la batterie

Une fiche descriptive précise a été créée pour chaque tests. Le cadre de la fiche est identique pour chaque test et fournit les informations sur l'objectif, le matériel nécessaire, les consignes de réalisation et les références scientifiques du test.

III.4.1. Composition corporelle

Méthode

Calcul de l'IMC par utilisation de manière déclarative du poids et de la taille du participant.

Utilisation de la formule : **IMC** = poids/(taille) ^{2}

Avec le poids en kg et la taille en cm.

III.4.2. Test de marche de 6 min

Objectif

Test d'effort sous-maximal qui a pour but d'évaluer la capacité fonctionnelle globale du sujet à l'exercice.

Matériel

Un chronomètre, des plots et un décamètre.

Consigne

Ce test peut se pratiquer en intérieur ou en extérieur et sur une surface plane d'au moins 20 mètres. Au cours du test, le sujet détermine lui-même son allure de marche et doit parcourir la plus grande distance possible en 6 min. On mesure la distance maximale (en m) parcourue en six minutes par l'individu.

Normes (en m)

	20-29 ans	30-39 ans	40-49 ans	50-59 ans	60 ans et +	Indices
Hommes	> 839	> 789	> 738	> 689	> 638	A
Femmes	>777	> 719	> 661	> 603	> 546	
Hommes	801	751	700	651	600	B
Femmes	742	684	626	568	511	
Hommes	763	713	662	613	562	C
Femmes	707	649	591	533	476	
Hommes	725	675	624	575	524	D
Femmes	672	614	556	498	441	
Hommes	686	636	585	535	485	E
Femmes	638	580	522	464	407	
Hommes	< 686	< 636	< 585	< 535	< 485	F
Femmes	< 638	< 580	< 522	< 464	< 407	

Normes Enright, P.L. et al. (1998)

Références

Enright, P.L., and Sherrill, D.L. (1998). Reference Equations for the Six-Minute Walk in Healthy Adults. Am. J. Respir. Crit. Care Med. 158, 1384–1387.

Troosters, T., Gosselink, R., and Decramer, M. (1999). Six-minute walking distance in healthy elderly subjects. Eur. Respir. J. 14, 270–274.

ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories (2002). ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. Am. J. Respir. Crit. Care Med. 166, 111–117.

Gibbons, W.J., Fruchter, N., Sloan, S., and Levy, R.D. (2001). Reference values for a multiple repetition 6-minute walk test in healthy adults older than 20 years. J. Card pulm. Rehabil. 21, 87–93.

Enright, P.L., McBurnie, M.A., Bittner, V., Tracy, R.P., McNamara, R., Arnold, A., and Newman, A.B. (2003). The 6-min Walk Test A Quick Measure of Functional Status in Elderly Adults. CHEST J. 123, 387–398.

Rikli, R.E., and Jones, C.J. (1998). The Reliability and Validity of a 6-Minute Walk Test as a Measure of Physical Endurance in OlderAdults. J. Aging Phys. Act. 6, 363–375.

Pires, S.R., Oliveira, A.C., Parreira, V.F., and Britto, R.R. (2007). Six-minute walk test at different ages and body mass index. Braz. J. Phys. Ther. 11, 147–151.

III.4.3. Test de force de préhension

Objectif

Ce test a pour but d'évaluer la force de préhension.

Matériel

Un dynamomètre (handgrip).

Consigne

Le sujet va devoir serrer le plus fort possible le dynamomètre manuel. Ce test s'effectue deux fois, en étant debout et il est réalisé avec la main dominante, bras tendu écarté du corps. Il y a 10s de repos entre chaque essai. L'examinateur enregistre le meilleur des deux résultats.

Normes (en N/kg)

	20-29 ans	30-39 ans	40-49 ans	50-59 ans	60 ans et +	Indices
Hommes	> 9,1	> 8,9	> 8,6	> 8,0	> 7,4	A
Femmes	> 6,7	> 6,5	> 6,4	> 5,8	> 5,3	
Hommes	8,0	7,9	7,6	7,1	6,6	B
Femmes	5,9	5,8	5,7	5,2	4,7	
Hommes	7,2	7,0	6,7	6,4	6,0	C
Femmes	5,2	5,2	5,0	4,5	4,0	
Hommes	6,6	6,4	6,2	5,8	5,4	D
Femmes	4,8	4,7	4,6	4,0	3,6	
Hommes	5,8	5,5	5,6	5,0	4,9	E
Femmes	4,2	4,0	4,0	3,4	3,1	
Hommes	< 2,9	< 2,7	< 2,8	< 2,5	< 2,4	F
Femmes	< 2,1	< 2,0	< 2,0	< 1,7	< 1,5	

Normes Eurofit (1995)

Références

Eurofit pour adultes. Evaluation de l'aptitude physique en relation avec la santé. Editions du Conseil de l'Europe. 1995.

Mathiowetz, V., Weber, K., Volland, G., and Kashman, N. (1984). Reliability and validity of grip and pinch strength evaluations. J. Hand Surg. 9, 222–226.

Tsigilis, N., Douda, H., and Tokmakidis, S.P. (2002). Test-retest reliability of the Eurofit test battery administered to university students. Percept. Mot. Skills 95, 1295–1300.

Bohannon, R.W., Peolsson, , N., Desrosiers, J., and Bear-Lehman, J. (2006). Reference values for adult grip strength measured with a Jamar dynamometer: a descriptive meta-analysis. Physiotherapy 92, 11–15.

Jakobsen, L.H., Rask, I.K., and Kondrup, J. (2010). Validation of handgrip strength and endurance as a measure of physical function and quality of life in healthy subjects and patients. Nutrition 26, 542–550.

III.4.4. Test de force du tronc (redressements assis)

Objectif

Ce test va évaluer la force musculaire du tronc.

Matériel

Un tapis si possible.

Consigne

Le sujet est allongé sur le dos, genoux fléchis à 90° et les pieds immobilisés. Il doit effectuer 3 séries d'affilées de cinq redressements différents sans récupération. Tout d'abord, 5 redressements les bras tendus avec les mains posées sur les cuisses. Ensuite, les bras croisés sur la poitrine en touchant le milieu de ses cuisses avec les coudes. La dernière série est réalisée avec les mains positionnées derrière les oreilles. On mesure le nombre de redressement réalisé par le sujet.

Normes (en nombre de redressements/15)

	20-29 ans	30-39 ans	40-49 ans	50-59 ans	60 ans et +	Indices
Hommes	15	15	15	15	15	A
Femmes	15	15	15	15	15	
Hommes	15	15	15	15	15	B
Femmes	15	15	15	15	15	
Hommes	15	15	15	15	15	C
Femmes	15	15	15	13	10	
Hommes	15	15	15	15	10	D
Femmes	15	15	13	7	6	
Hommes	15	15	10	8	6	E
Femmes	15	11	6	5	5	
Hommes	<15	< 8	< 5	< 4	< 3	F
Femmes	<15	< 6	< 3	< 3	< 3	

Normes Eurofit (1995)

Références

Eurofit pour adultes. Evaluation de l'aptitude physique en relation avec la santé. Editions du Conseil de l'Europe. 1995.

Tsigilis, N., Douda, H., and Tokmakidis, S.P. (2002). Test-retest reliability of the Eurofit test battery administered to university students. Percept. Mot. Skills 95, 1295–1300.

III.4.5. Test de lancer de medecine-ball

Objectif

Le test de lancer de medicine-ball a pour but d'évaluer la force explosive des membres supérieurs du sujet.

Matériel

Un medicine-ball de 3 kg pour les hommes et 2 kg pour les femmes, un décamètre.

Consigne

L'exercice s'effectue assis, le dos contre un mur, le medicine-ball entre les mains contre le torse et avec les coudes relevés à l'horizontal. La consigne pour le sujet est de "Lancer le medicine-ball le plus loin possible ". Pour ce test, le sujet a le droit à deux essais et on prend la meilleure des deux distances.

Normes (en m)

	20-29 ans	30-39 ans	40-49 ans	50-59 ans	60 ans et +	Indices
Hommes	> 7,1	> 7,2	> 6,7	> 6	> 5,1	A
Femmes	>5,5	> 5	> 4,8	> 4,2	> 4,1	
Hommes	6,2	6,3	6,1	5,8	4,8	B
Femmes	4,9	4,6	4,5	3,7	3,6	
Hommes	5,9	6,1	5,9	5,1	4,6	C
Femmes	4,5	4,3	4,1	3,5	3,2	
Hommes	5,6	5,8	5,2	4,4	4,1	D
Femmes	4,2	4,1	3,9	3,3	2,9	
Hommes	5,2	5,5	5	4,2	3,8	E
Femmes	4,0	3,8	3,7	3,2	2,7	
Hommes	< 4,9	< 5,3	< 4,6	< 3,9	< 3,6	F
Femmes	< 3,7	< 3,6	< 3,5	< 3	< 2,2	

Normes ASM Vitality test (2016)

Références

Harris, C., Wattles, A.P., DeBeliso, M., Sevene-Adams, P.G., Berning, J.M., and Adams, K.J. (2011). The seated medicine ball throw as a test of upper body power in older adults. J. Strength Cond. Res. 25, 2344–2348.

van den Tillaar, R., and Marques, M.C. (2013). Reliability of seated and standing throwing velocity using differently weighted medicine balls. J. Strength Cond. Res. 27, 1234–1238.

III.4.6. Test assis/debout

Objectif

Le test assis/debout a pour but d'évaluer la force musculaire des membres inférieurs.

Matériel

Minimum une chaise sans accoudoirs et un chronomètre.

Consigne

L'exercice s'effectue assis sur une chaise placée contre un mur (la chaise doit être immobile). La consigne pour le sujet est de réaliser des flexions assis-debout pendant une période de 30 secondes avec les bras en croix sur la poitrine. (Debout signifie être redressé et avoir les genoux tendus et assis signifie avoir le dos contre le dossier). La mesure est le nombre de lever qu'effectue le sujet pendant 30s. Ce test est à réaliser 2 fois et on enregistre le meilleur résultat.

Normes (en nombre de répétions)

	20-29 ans	30-39 ans	40-49 ans	50-59 ans	60 ans et +	Indices
Hommes	> 32,8	> 34,2	> 24,9	> 21	> 19	A
Femmes	> 33,8	> 26,4	> 27,5	> 18	> 17	
Hommes	30	33	20,25	18	17	B
Femmes	32	21,75	22	16	15	
Hommes	24,5	31	19	15	15	C
Femmes	27	19,5	18,5	14	13	
Hommes	19	21	18,75	13	13	D
Femmes	21	17,5	16,5	12	11	
Hommes	17,1	20,4	17,4	11	9	E
Femmes	19,2	15,9	14,5	10	10	
Hommes	< 15,1	< 18,4	< 15,4	< 9	< 7	F
Femmes	< 17,2	< 13,9	< 12,5	< 8	< 8	

Normes Eurofit (1995)

Références

Eurofit pour adultes. Evaluation de l'aptitude physique en relation avec la santé. Editions du Conseil de l'Europe. 1995.

Jones CJ and al (1999). A 30 s chair stand test as a measure of lower body strength in community-residing older adults.

Tsigilis, N., Douda, H., and Tokmakidis, S.P. (2002). Test-retest reliability of the Eurofit test battery administered to university students. Percept. Mot. Skills 95, 1295–1300.

Kawabata Y. (2008). The CS-30 test is a useful assessment tool for predicting falls in community dwelling elderly people, 23, 441–445.

III.4.7. Test de flexion avant en position assise (deux jambes)

Objectif

Ce test estime la mobilité des muscles postérieurs de la cuisse (ischio-jambiers).

Matériel

Une boite de test d'étirement.

Consigne Normes

Le sujet est assis sur le sol, jambes tendues. Il s'efforce de s'étirer au maximum vers l'avant en essayant de pousser le plus possible une règle qui se trouve devant lui. La position d'étirement maximum est à conserver pendant 3 s et sans mouvements saccadés. Si le sujet est à 0 cm alors son score est de 25. A réaliser 2 fois et prendre la meilleure performance.

Formule : **SCORE** = 25 + L (cm)

Normes (en cm)

	20-29 ans	30-39 ans	40-49 ans	50-59 ans	60 ans et +	Indices
Hommes	> 39	> 37	> 34	> 35	> 32	A
Femmes	> 40	> 39	> 37	> 37	> 34	
Hommes	33	31	27	26	23	B
Femmes	35	34	32	32	28	
Hommes	28	26	22	22	19	C
Femmes	31	30	28	27	25	
Hommes	23	21	17	15	13	D
Femmes	26	25	23	23	21	
Hommes	20	18	13	12	11	E
Femmes	23	22	21	20	20	
Hommes	< 15	< 14	< 9	< 9	< 8	F
Femmes	< 19	< 18	< 16	< 16	< 15	

Normes Eurofit (1995)

Références

Eurofit pour adultes. Evaluation de l'aptitude physique en relation avec la santé. Editions du Conseil de l'Europe. 1995.

Wells, K.F., and Dillon, E.K. (1952). The Sit and Reach—A Test of Back and Leg Flexibility. Res. Q. Am. Assoc. Health Phys. Educ. Recreat. 23, 115–118.

Jones, C.J., Rikli, R.E., Max, J., and Noffal, G. (1998). The reliability and validity of a chair sit-and-reach test as a measure of hamstring flexibility in older adults. Res. Q. Exerc. Sport 69, 338–343.

Tsigilis, N., Douda, H., and Tokmakidis, S.P. (2002). Test-retest reliability of the Eurofit test battery administered to university students. Percept. Mot. Skills 95, 1295–1300.

Mayorga-Vega, D., Merino-Marban, R., and Viciana, J. (2014). Criterion-Related Validity of Sit-and-Reach Tests for Estimating Hamstring and Lumbar Extensibility: a Meta-Analysis. J. Sports Sci. Med. 13, 1–14.

III.4.8. Test d'équilibre sur une jambe de Bohannon

Objectif

Le test d'équilibre sur une jambe permet d'évaluer l'équilibre général du corps du sujet.

Matériel

Un chronomètre.

Consigne

Ce test peut se pratiquer en intérieur ou en extérieur mais sur une surface plane.

Le sujet choisit le pied sur lequel il va effectuer le test, ce pied doit être déchaussé. Ensuite, on note le temps yeux ouverts et yeux fermés que peut rester le sujet en équilibre pendant 30s. Lors de l'équilibre le sujet ne doit pas sautiller mais il peut utiliser la jambe libre ou ses bras pour s'équilibrer. Ce test est à réaliser 2 fois yeux ouverts et yeux fermés puis on enregistre la meilleure performance pour chacune des situations.

Normes (en s)

20-29 ans	30-39 ans	40-49 ans	50-59 ans	60 ans et +	Indices
30	30	30	30	30	A
30	30	30	30	30	B
30	30	30	30	21,25	C
30	30	30	27,4	15,85	D
29,3	29,95	24,45	20,95	10,75	E
< 26,25	< 19,2	< 13,25	< 9,7	< 3,45	F

Normes Bohannon, R.W., et al. (1984)

Références

Bohannon, R.W., Larkin, P.A., Cook, A.C., Gear, J., and Singer, J. (1984). Decrease in timed balance test scores with aging. Phys. Ther. 64, 1067–1070.

III.4.9. Test de frappe de plaques

Objectif

Ce test vise à évaluer la vitesse de mouvements des membres supérieurs lors d'une tâche définie.

Matériel

Un chronomètre, une chaise, une table et un mètre ruban.

Consigne

Le sujet doit se placer sur une chaise en face d'une table sur laquelle se trouve deux disques séparés de 80 cm en leur centre par un rectangle. Sur le rectangle, on place la main non-dominante qui ne bougera pas pendant le test. Puis, sur le disque du côté opposé à sa main dominante, on met l'autre main (les mains se croisent). L'objectif est d'effectuer 25 va et vient, disque à disque, le plus rapidement possible.

L'examinateur devra mesurer le temps (en s) que va mettre le sujet pour faire les 25 va et vient. Test à réaliser 2 fois et on garde le meilleur résultat.

Normes (en s)

	20-29 ans	30-39 ans	40-49 ans	50-59 ans	60 ans et +	Indices
Hommes	< 8,75	< 9,14	< 8,83	< 9,9	< 11,7	A
Femmes	< 10,33	< 9,66	< 10,2	< 9,38	< 11,6	
Hommes	9,28	9,3	9,81	10,43	12,3	B
Femmes	11,2	10,23	10,89	11,87	13,06	
Hommes	10	9,75	10,2	10,67	14,92	C
Femmes	12,25	10,58	11	12,46	13,85	
Hommes	10,63	10,1	10,66	10,9	16	D
Femmes	13,22	11,13	12,53	15	15,01	
Hommes	11,69	10,5	11,08	12,34	17,26	E
Femmes	14,41	11,55	13,6	15,69	17,7	
Hommes	> 14,25	> 22,7	> 14	> 21,22	> 23,4	F
Femmes	> 17,34	> 13,87	> 15	> 17,32	> 25	

Normes ASM Vitality test (2016)

Références

Eurofit pour adultes. Evaluation de l'aptitude physique en relation avec la santé. Editions du Conseil de l'Europe. 1995.

Tsigilis, N., Douda, H., and Tokmakidis, S.P. (2002). Test-retest reliability of the Eurofit test battery dministered to university students. Percept. Mot. Skills 95, 1295–1300.

III.4.10. Test de la règle

Objectif

Ce test permet d'évaluer la rapidité motrice et la vitesse de réaction.

Matériel

Une règle de 40 cm.

Consigne

La règle est détenue par le haut par l'intervenant et il la positionne entre l'index et le pouce (doigts en parallèles) de la main dominante du sujet qui ne doit pas la toucher. L'avant-bras (bras dominant) du sujet doit lui reposer sur une table pour éviter les mouvements verticaux parasites. L'intervenant doit lâcher la règle et le sujet doit la rattraper le plus vite possible. On note la distance (en cm) entre le point de départ et d'arrivé du pouce. Le sujet a droit à deux essais et on enregistre le meilleur résultat.

Normes (en cm)

Performances	Indices
< 7,5	A
15,9	B
20,4	C
25,6	D
29	E
> 33	F

Davis, B., et al. (2000)

Références

Davis, B. et al. (2000) *Physical Education and the study of sport*. 4th ed. London: Harcourt Publishers. p. 130.

Brown, T., Brown, K., and Barnot, V. (2012). Exploration of Reaction Time : Ideas for an Inquiry Investigation in Physics Education. Sci. Act. Classr. Proj. Curric. Ideas 49, 82–87.

Aranha, V., Samuel, A., Joshi, R., Sharma, K., and Kumar, S. (2015a). Reaction Time in Children by Ruler Drop Method: A Cross-Sectional Study Protocol. Pediatr. Educ. Res. 3, 61–66.

Aranha, V.P., Joshi, R., Samuel, A.J., and Sharma, K. (2015b). Catch the moving ruler and estimate reaction time in children. Indian J Med HealthSci 2.

Eckner, J.T., Richardson, J.K., Kim, H., Joshi, M.S., Oh, Y.K., and Ashton-Miller, J.A. (2015). Reliability and Criterion Validity of a Novel Clinical Test of Simple and Complex Reaction Time in Athletes. Percept. Mot. Skills 120, 841–859.

III.4.11. Test de double tâche

Objectif

Ce test permet d'évaluer la capacité du sujet à agir en situation de double tâche. Pour cela on utilise le test de double tâche du verre d'eau de Ludin-Olsson (1998) pour lequel on a remplacé le verre d'eau par une plaque avec balle en équilibre pour plus de simplicité.

Matériel

Un chronomètre, des plots, une plaquette rigide (format A4) et une balle de tennis.

Consigne

Le sujet doit tout d'abord réaliser deux 10m marche le plus rapidement possible puis refaire deux 10m marche mais cette fois avec contrainte (balle en équilibre sur une plaque maintenue par les mains avec les bras tendus). On mesure le temps que met le sujet à effectuer les 10m marche et on enregistre la meilleure performance pour chacune des situations. De plus pour chacun des 10 m il faut noter le nombre de pas réalisés par le sujet.

Formule (Coût attentionnel) **Ca(dt) = t (10m contrainte) - t (10m simple)**

Normes (en s)

	20-29 ans	30-39 ans	40-49 ans	50-59 ans	60 ans et +	Indices
Hommes	< 0,23	< 0,23	< 0,44	< 0,36	< 0,93	A
Femmes	< 0,31	< 0,4	< 0,4	< 0,65	< 1,1	
Hommes	0,36	0,38	0,57	0,58	1,16	B
Femmes	0,46	0,57	0,48	0,9	1,41	
Hommes	0,48	0,44	0,66	0,84	1,2	C
Femmes	0,72	0,89	0,78	1,13	1,88	
Hommes	0,62	0,81	0,77	1,09	1,46	D
Femmes	0,95	1,22	0,96	1,41	2,15	
Hommes	0,99	0,97	1,18	1,37	2,21	E
Femmes	1,34	1,51	1,6	1,72	2,81	
Hommes	> 2,28	> 5,16	> 2,44	> 2,65	> 3,83	F
Femmes	> 2,18	> 2,25	> 2,5	> 2,48	> 4,04	

Normes ASM Vitality test (2016)

Références

Lundin-Olsson, L., Nyberg, L., and Gustafson, Y. (1998). Attention, frailty, and falls: the effect of a manual task on basic mobility. J. Am. Geriatr. Soc. 46, 758–761.

Hofheinz, M., and Mibs, M. (2016). The Prognostic Validity of the Timed Up and Go Test With a Dual Task for Predicting the Risk of Falls in the Elderly. Gerontol. Geriatr. Med. 2.

Vance, R.C., Healy, D.G., Galvin, R., and French, H.P. (2015). Dual taskingwith the timed "up & go" test improves detection of risk of falls in people with Parkinson disease. Phys. Ther. 95, 95–102.

Smith, E., Walsh, L., Doyle, J., Greene, B., and Blake, C. (2017). Effect of a dual task on quantitative Timed Up and Go performance in community-dwelling older adults: A preliminary study. Geriatr. Gerontol. Int. 17, 1176–1182.

IV. DISPOSITIF INFORMATIQUE

Afin de pouvoir fournir les résultats aux participants en temps réel, le dispositif devait centraliser les données, réaliser un traitement automatique de ces données et créer un livret de résultats pour le participant, pour un groupe ou pour un commanditaire. Cette partie a été réalisée en collaboration avec le Laboratoire d'Informatique, de Modélisation et d'Optimisation des Systèmes (LIMOS), dont un de ses développeurs a été mis à disposition pour la durée de l'étude.

Deux solutions ont été envisagées afin de répondre à la nécessité d'enregistrer en direct les résultats dans une base de données :

=> Une ***borne WiFi*** permettant d'accéder, par internet, à une base de données située sur un ordinateur à distance.

- Avantage : les données sont directement enregistrées dans une seule base. Cette dernière est un point d'accès aux questionnaires pour les participants, à une interface de saisie de tests pour les animateurs et à la gestion des données pour les administrateurs.

- Inconvénient : la bonne réalisation des tests nécessite un état du réseau internet stable et fiable ce qui n'est pas toujours garanti (tests en extérieur par exemple). De plus, l'acquisition d'une clé 3G, afin d'avoir un accès internet mobile, engendre un coût financier supplémentaire.

=> Un ***AccessPoint*** qui est un relais réseau permettant d'accéder à une base de données temporaire située sur un serveur local.

- Avantage : Pas besoin d'un réseau internet pour réaliser les tests et donc pas de surcoût ni de problèmes de réseau.

- Inconvénient : deux bases de données doivent cohabiter, une accessible par Internet pour les utilisateurs et une autre utilisée uniquement lors des tests. Il faut alors anticiper la création d'un système permettant de synchroniser les données des deux bases sans compromettre leur intégrité.

La solution de l'**AccessPoint** a été retenue, du point de vue de son indépendance par rapport au réseau internet et de par sa capacité à pouvoir synchroniser les informations provenant de plusieurs tablettes. Cette solution permet d'utiliser le dispositif de la batterie de tests avec des effectifs importants de participants.

IV.1. SECURISATION DES DONNEES

La sécurité des données est d'autant plus importante que les données portent sur des informations personnelles. Les pages internet de l'application ASM Vitality Test Gestion sont sécurisées à l'aide d'informations transitant dans les cookies. Tant que l'utilisateur reste sur l'application, il peut naviguer dans le site à l'aide du menu. A chaque nouvelle page, les cookies sont lus et une vérification est faite sur l'authenticité de l'utilisateur. Ainsi une personne non authentifiée sera dirigée vers une page d'erreur si elle essaie d'accéder, intentionnellement ou non, à une autre page que la page d'accueil.

Pour accéder à son profil, l'utilisateur doit s'identifier par son du mot de passe. Chaque utilisateur, participant ou animateur, ne peut accéder qu'aux informations le concernant, l'accès aux autres pages leur étant interdits grâce à la présence de cookies.

Du point de vue du stockage de la base données, pour parer à d'éventuels problèmes pouvant survenir sur la base (panne matérielle, attaques extérieures, problèmes dans la base, ...), une politique de sauvegarde des données fréquente (une fois par semaine) sur une base externe sécurisée.

Pour répondre aux contraintes techniques de l'informatisation du dispositif, il a été convenu de séparer le recueil des données lors de la passation des tests (**ASM Vitality Test Passation**) et la gestion de la base de données (**ASM Vitality Test Gestion**) en deux applications différentes. Lors de la passation des tests, l'application ASM Vitality Test Passation, installée sur chaque tablette, communique les données = résultats aux tests directement à l'application ASM Vitality Test Gestion. Trois utilisateurs différents avec un menu spécifique ont accès à ces applications (Figure 23).

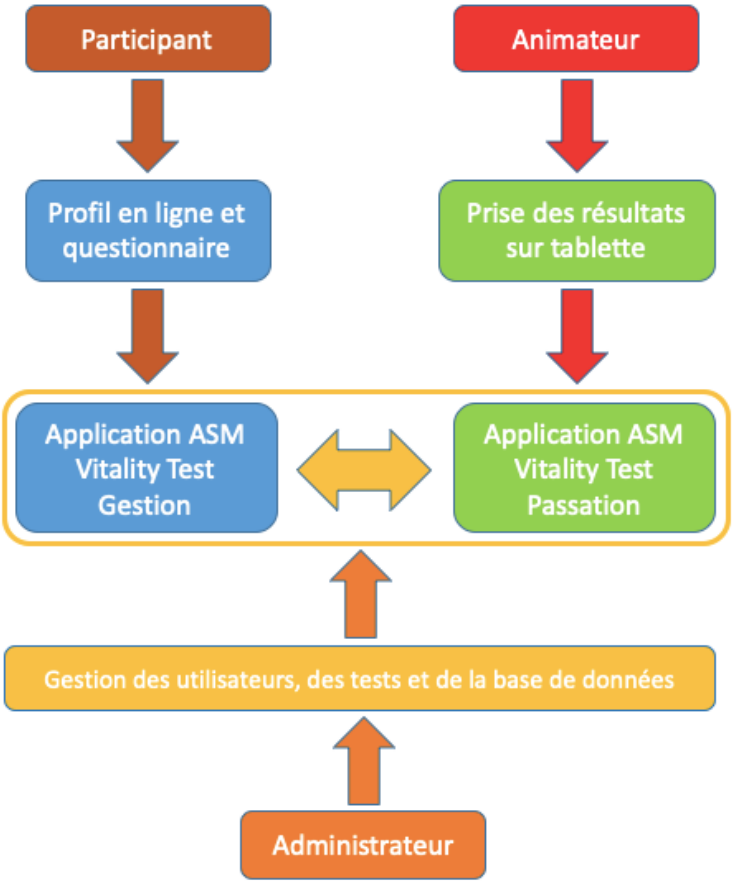


Figure 23 : Schéma du dispositif informatique

L'***administrateur*** gère le dispositif, réalise l'inscription des participants, coordonne le recueil des résultats aux tests et assure la gestion des données.

Le ***participant***, grâce à un accès envoyé au préalable par l'administrateur, a un profil qui lui permet en ligne de remplir le consentement de participation, le questionnaire de santé et remplir le questionnaire ASM Vitality Quest (Annexe 1) avant la passation des tests. Il réalise ensuite les tests de condition physique.

L'***animateur***, préalablement formé à la passation de l'ASM Vitality Test, est responsable de la saisie des résultats aux tests. L'utilisation d'une tablette permet la transmission en temps réel des données à la base centrale. L'animateur a également pour mission de vérifier la bonne réalisation des 10 tests de condition physique.

IV.2. L'APPLICATION ASM Vitality Test : Gestion

IV.2.1. Mode Administrateur

Après identification, l'administrateur accède à plusieurs onglets qui lui permettent de réaliser une gestion globale de toutes les fonctions primaires qui assurent le bon fonctionnement du dispositif au quotidien et suivant les évènements. Le premier onglet que l'administrateur va découvrir est intitulé "Gestion " (Figure 24).

Figure 24 : Onglet Gestion du mode administrateur

Dans cet onglet Gestion, l'administrateur peut se connecter au profil d'un participant à l'aide de l'identifiant pour effectuer des modifications sur un questionnaire ou remplir ce questionnaire si la personne ne peut pas y accéder via internet (Figure 25).

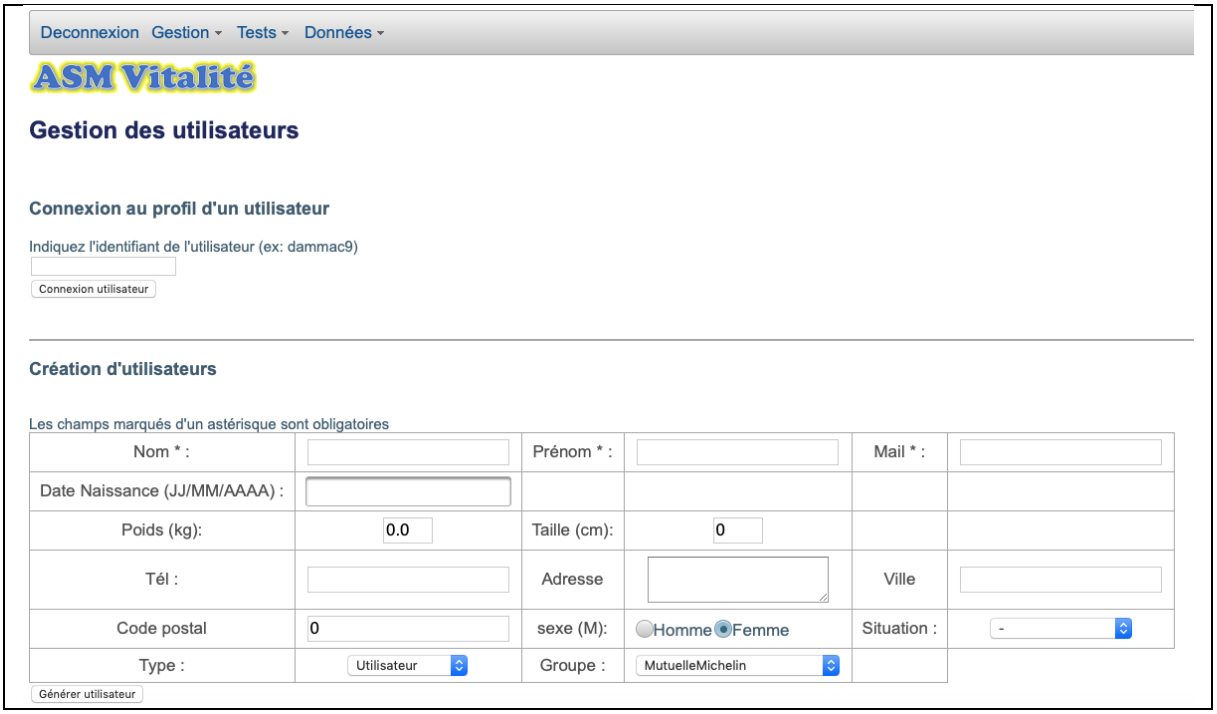


Figure 25 : Gestion des utilisateurs mode administrateur

Il peut aussi créer un utilisateur de chaque type (participant, animateur ou administrateur). Il doit nécessairement renseigner le nom, le prénom, la date de naissance et le mail pour qu'un identifiant puisse être généré et qu'un message soit envoyé à l'utilisateur avec ses identifiants de connexion. Les autres valeurs le concernant (poids, taille, adresse…) pourront être renseignées par l'utilisateur lui-même sur son accès privé. Cependant, des valeurs par défaut seront inscrites afin d'éviter tout dysfonctionnement lié au calcul des résultats finaux lors des tests. L'administrateur peut aussi modifier ou supprimer un utilisateur si besoin et accéder aux données de tous les utilisateurs. Il peut modifier certains champs ou supprimer des profils. La recherche nominative est effective et permet de rechercher les données par participant ou par groupe de participants (Figure 26).

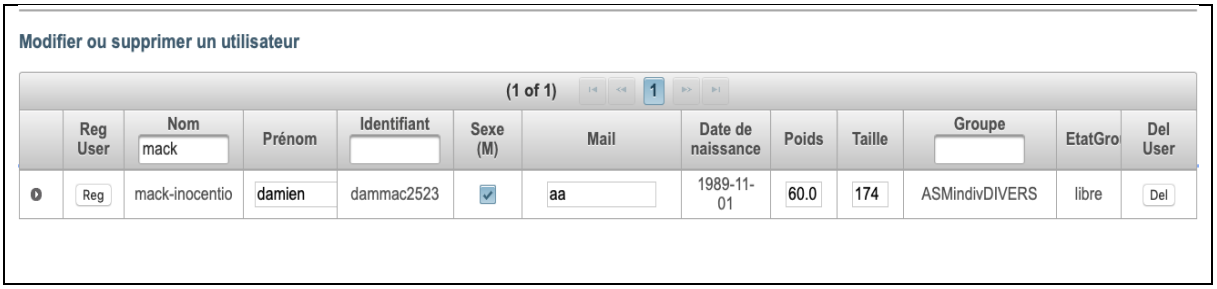


Figure 26 : Base de données mode administrateur

L'administrateur peut aussi envoyer des mails à certains participants. L'espace planning de tests, permet à l'administrateur de noter les dates de tests à réaliser et les communiquer aux animateurs.

Cet onglet gestion permet aussi à l'administrateur de réaliser un nettoyage régulier de la base de données important pour la bonne réalisation des tests et pour l'analyse des résultats (Figure 27).

Lors de cette thèse la base de données a été nettoyée et vérifiée tous les 6 mois.

Figure 27 : Gestion des tests mode administrateur

Dans l'onglet "Tests ", l'administrateur peut modifier des performances aux tests ou encore supprimer des passations de tests. Dès qu'il met à jour un test, la nouvelle performance détruit l'ancienne et le résultat à tous les tests sont recalculés et réenregistrés. La mise en place d'un filtre sur la date permet de sélectionner les passations de tests du jour ou du mois précédent. Un filtre sur l'identifiant de la passation du test permet de retrouver rapidement la passation en question. La fonctionnalité la plus importante pour l'administrateur est qu'il crée une passation pour un ou plusieurs participants.

La rubrique "Résultats " permet à l'administrateur d'accéder à l'affichage des résultats d'une passation avec des données numériques. L'administrateur génère un livret des résultats d'un participant à partir de tous ses résultats aux tests (Voir chap. V).

Enfin, la rubrique "Stats ", permet de générer un livret PDF de statistiques à destination du commanditaire, c'est-à-dire des résultats concernant un groupe. Ce livret se présente sous forme de graphique, de moyennes des résultats du groupe pour les femmes et pour les hommes. Aucune donnée individuelle n'est communiquée sous ce format de livret afin de respecter les données privées des participants.

Figure 28 : Gestion des données mode administrateur

Dans le dernier onglet, intitulé "Données " l'administrateur a accès au contenu du répertoire contenant les livrets et peut les télécharger à tout moment (Figure 28). L'espace nommé "Transfert Web-Local " permet à l'administrateur de télécharger la base de données du serveur web afin de l'installer sur le serveur local. Une fois qu'il a fini les tests, l'administrateur peut faire le fonctionnement inverse c'est-à-dire renvoyer la base locale qu'il a complétée par des tests (et potentiellement des utilisateurs) sur le serveur web. A ce moment, la base redevient de nouveau accessible aux participants. L'espace appelé "Lecture Données ", permet de gérer des données au format csv, c'est-à-dire importer un listing au format csv comportant des données sur des utilisateurs à créer. Ce listing doit respecter des normes précises et permet de créer automatiquement des participants. Enfin, l'administrateur peut télécharger un fichier de données au format csv de tous les résultats aux tests et aux questionnaires pour chacun des participants. Ces données sont anonymes et peuvent être directement utilisés en analyse.

IV.2.2. Mode Participant

Un participant peut se connecter seulement à l'application à l'aide de son identifiant et mot de passe personnels reçu par mail (Figure 29).

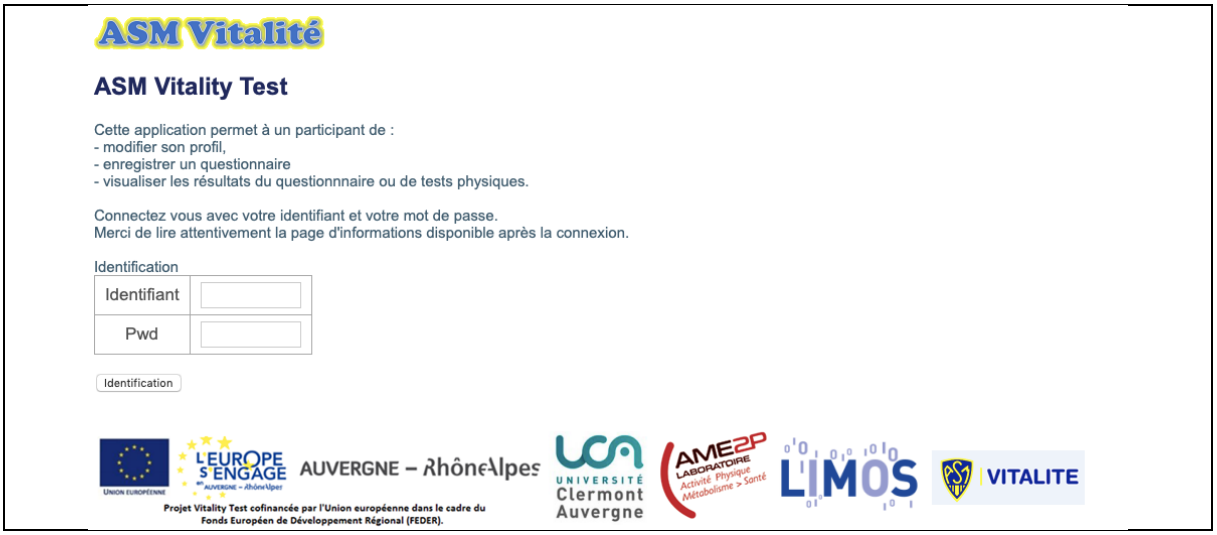


Figure 29 : Espace d'accueil mode participant

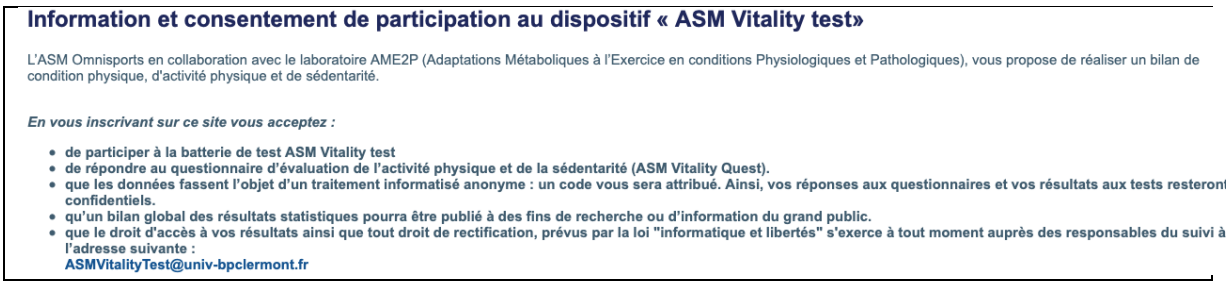


Figure 30 : Information et consentement mode participant

Un fois le participant identifié il accède à une page portant sur des informations (Figure 30) expliquant la batterie de test, l'exploitation des données et les règles de consentement de participation au dispositif (Annexe 2).

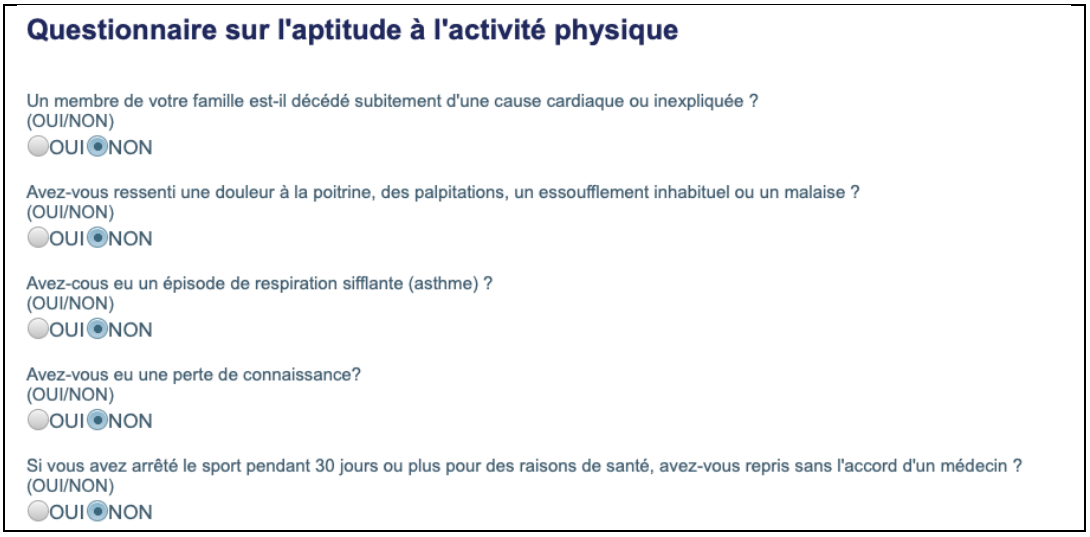


Figure 31 : Questionnaire sur l'aptitude à l'AP mode participant

Après validation du consentement, le participant doit remplir le questionnaire de santé QS-Sport qui permettra de vérifier l'état de santé du participant avant les tests et lui préconisera ou non d'apporter un certificat médical de non contre-indication pour la passation des tests de condition physique (Figure 31).

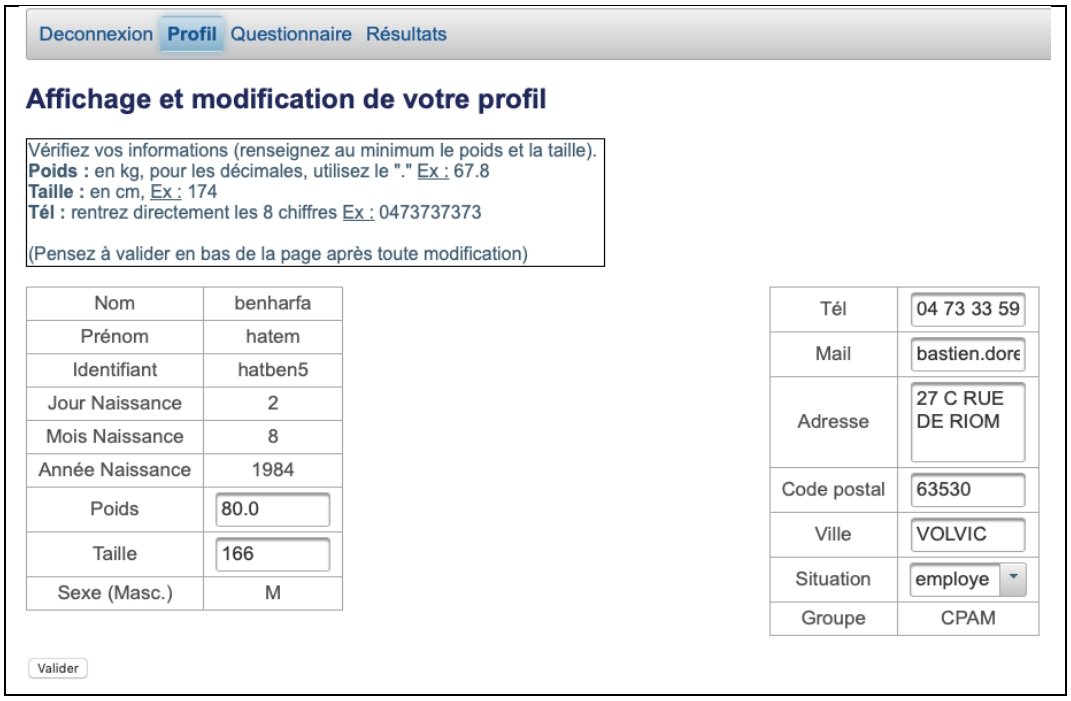


Figure 32 : Onglet profil mode participant

Après avoir rempli le questionnaire, le participant accède à son profil pour le modifier, s'il le souhaite, puis le valide pour enregistrer les informations (Figure 32).

Figure 33 : Onglet questionnaire mode participant

Le participant doit remplir le questionnaire (Figure 33). Il doit compléter quatre pages successives concernant le sommeil (Figure 34), la sédentarité (Figure 35), l'activité physique (Figure 36) et le sport (Figure 37).

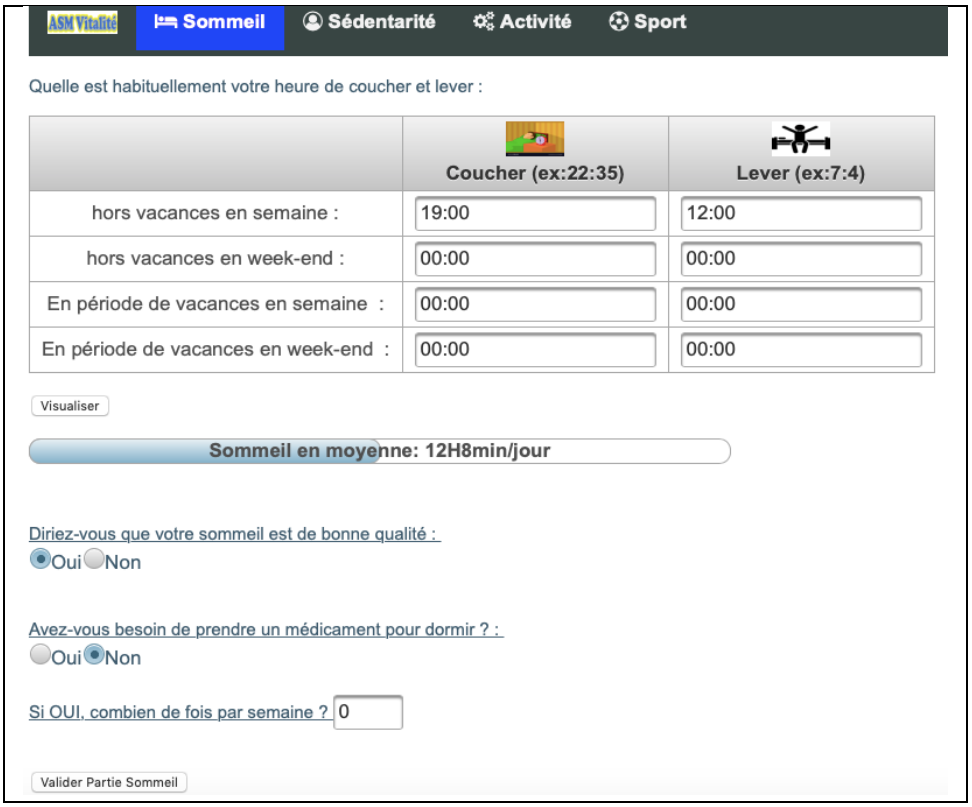


Figure 34 : Questionnaire partie 1

ASM Vitalité | Sommeil | Sédentarité | Activité | Sport

Vous avez fixé votre sommeil à 12H8min par jour.
Il vous reste à répartir 11H51min par jour entre sédentarité et activité

1/ Sédentarité au travail ou en milieu scolaire
En moyenne sur une journée, combien de temps passez vous en position assise et debout statique ?

Temps assis (/jour) :	00:00
Temps debout statique (/jour) :	00:00

2/ Sédentarité à la maison et en loisir
En moyenne sur une journée, combien de temps passez vous en position assise et debout statique ?

Temps assis (/jour) :	08:00
Temps debout statique (/jour) :	01:15

Visualiser

Sommeil + Sedantarite en moyenne: /jour

Suivant

Valider Partie Sédentarité

Figure 35 : Questionnaire partie 2

ASM Vitalité | Sommeil | Sédentarité | Activité | Sport

Activité physique habituelle

Vous disposez de 2H36min par jour à répartir sur votre activité
Calcul dynamique de votre activité :11H15min /sem soit 1H36min /jour
1/ Transports :
1/ a) Effectuez-vous des trajets d'au moins 10 min à pied ? (pour aller chercher le pain, prendre le tramway, ...)

Nombre de jours par semaine	7
Durée sur une journée (en moyenne)	00:10

1/b) Effectuez-vous des trajets d'au moins 10 min à vélo ? (pour aller chercher le pain, vous rendre à un rendez-vous, ...)

Nombre de jours par semaine	5
Durée sur une journée (en moyenne)	00:45

2/ Loisirs
2/a) Pratiquez-vous des sports ou des activités de loisirs de forte intensité (badminton, VTT, fitness, musculation) pendant au moins dix minutes d'affilée ?

Nombre de jours par semaine	1
Durée sur une journée (en moyenne)	01:50

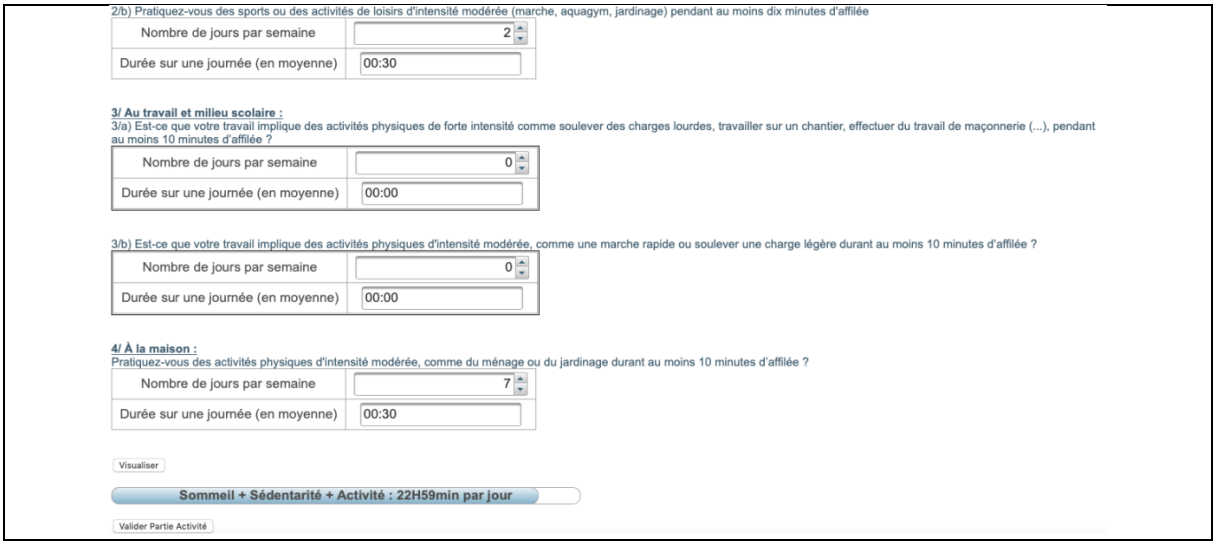


Figure 36 : Questionnaire partie 2

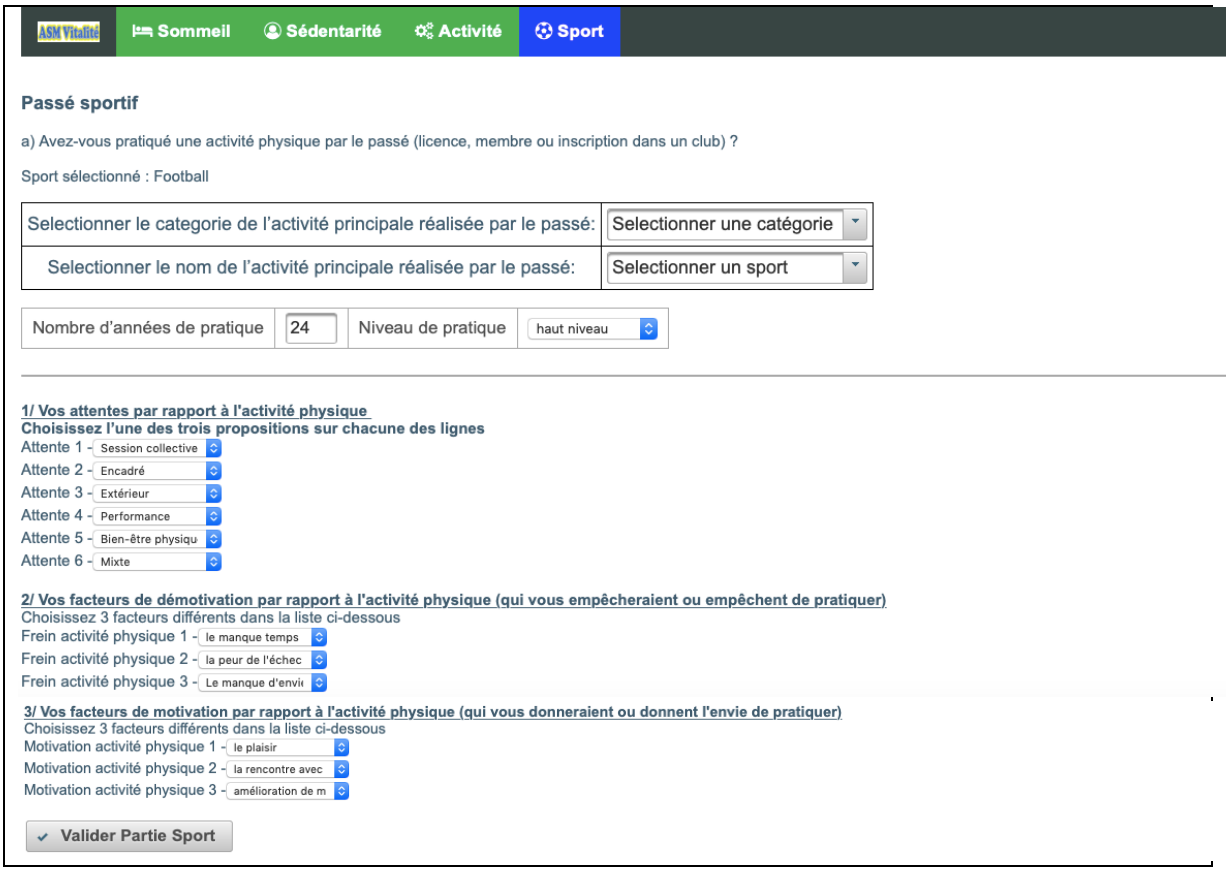


Figure 37 : Questionnaire partie 4

Pour chaque donnée, des bornes de vérification ont été créées. Par exemple, si les informations saisies concernant les activités font état d'un total supérieur à 24h/jour d'activités déclarées, le système de validation des données va faire apparaitre un message d'erreur pour signaler le problème et permettre

à l'utilisateur de corriger les données. Pour faciliter la saisie des données des calculs dynamiques permettant de mesurer différentes valeurs en fonction des réponses apportées (Par ex : "il vous reste tant d'heures par jour à répartir sur votre activité ") ont été créées. Lors de la validation de la dernière page, une notification apparait à l'écran stipulant que le questionnaire est terminé et surtout bien enregistré.

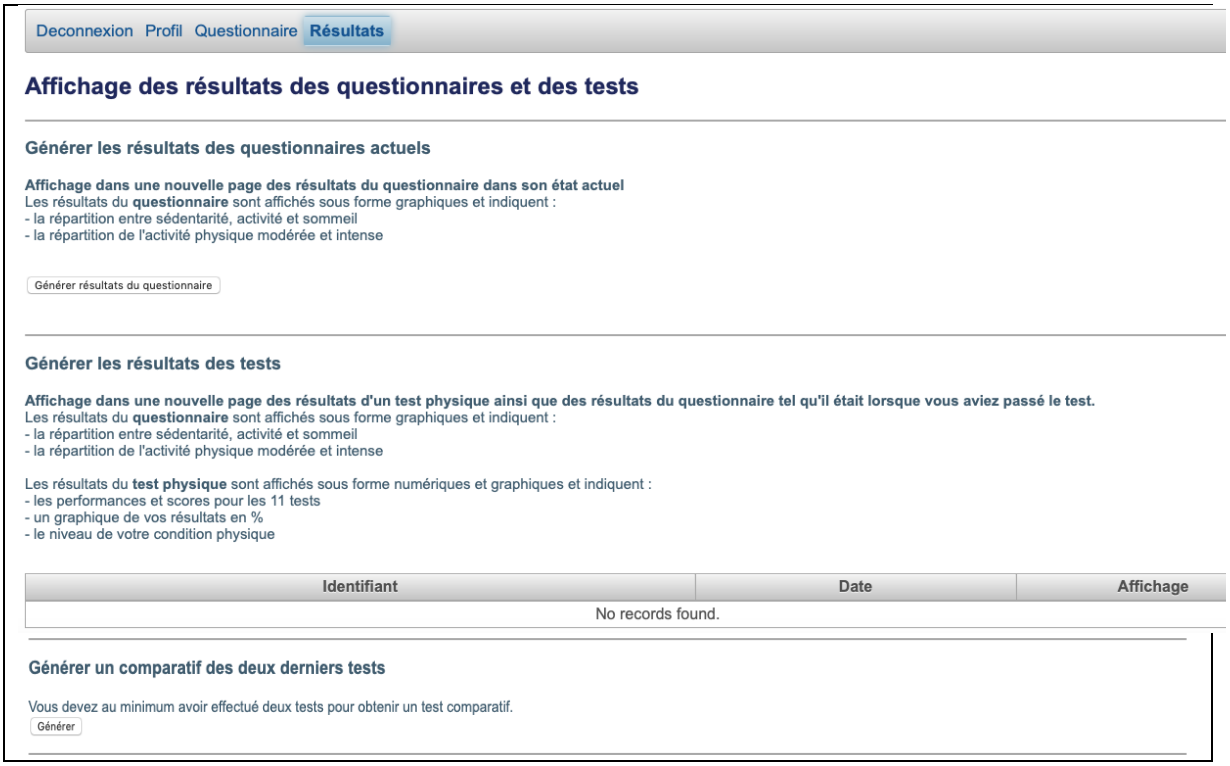


Figure 38 : Onglet résultats mode participant

Le participant peut accéder à l'onglet "Résultats ". Cet espace lui permet de générer et visualiser les résultats du dernier questionnaire et des tests (Figure 38). Ces résultats sont composés de données numériques et de graphiques. Le participant a la possibilité aussi de télécharger son dernier livret PDF en format simple ou sous format comparatif lorsqu'il passe les tests plusieurs fois.

IV.2.3. Mode Animateur

Figure 39 : Ecran d'accueil mode animateur

Le dernier profil qui peut s'authentifier à l'application est le profil animateur qui est réservé à

l'éducateur qui fait passer les tests. L'accès de l'animateur correspond en grande partie à celui de l'administrateur mais avec des accès plus réduits (Figure 39). L'animateur peut principalement créer des utilisateurs, démarrer des tests et générer des résultats par rapport au groupe dont il a la charge. Par contre, il n'a pas la possibilité de supprimer des utilisateurs et n'accède pas à la totalité de la base de données mais seulement à celle dont il a besoin pour la réalisation des tests. Il ne s'occupe pas non plus du transfert de la base de données de l'application web vers l'application en local, et inversement, seul l'administrateur va gérer cela.

IV.3. L'APPLICATION TABLETTE ASM Vitality Test : Passation

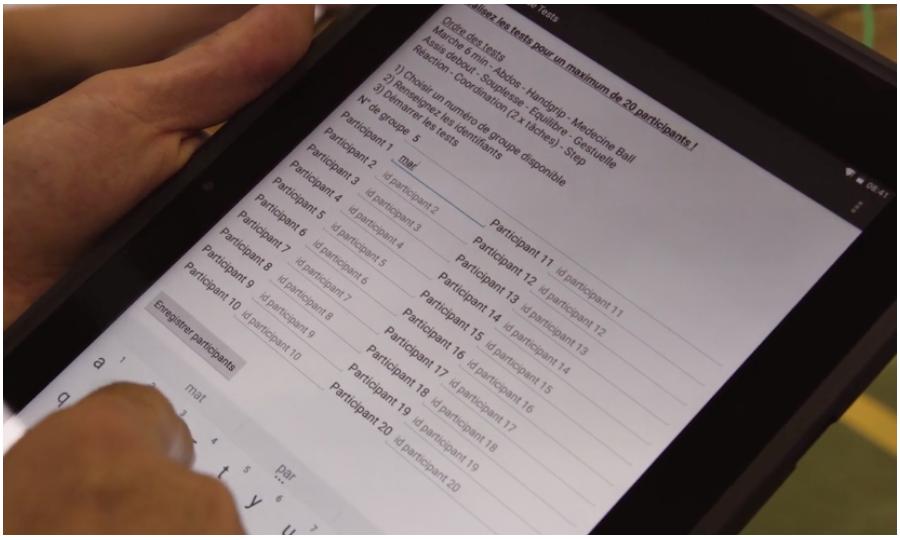


Figure 40 : Application tablette ASMVitality

Après identification d'un animateur, l'application permet de créer un groupe de sujet au format numérique puis lancer une série de 10 tests de condition physique pour 20 participants maximum (Figure 40). Une fois le premier test débuté, une série de tests complète avec des valeurs par défaut est générée et enregistrée en base pour chacun des participants. Chaque test validé par la suite modifiera ces enregistrements. Si l'animateur passe au test suivant sans valider, les valeurs par défaut seront enregistrées. Par contre s'il valide des données saisies, celles-ci passent par un système de validation des données, pour vérifier s'il n'y a pas d'erreur, avant d'être enregistrées. Au final, le message "OK " apparaît en bleu et indique que les données du test ont bien été enregistrées en base local. Pour chaque test, les valeurs minimales et maximales sont indiquées dans un bouton "Consigne " qui permet d'afficher un message avec l'objectif du test, le matériel nécessaire et les consignes relatives au test. Un menu spécifique aux tests permet de naviguer directement vers chacun des tests. Si l'animateur enregistre des valeurs pour un test sur lequel il est déjà passé, les nouvelles valeurs écrasent les précédentes. Lors du dernier test, le bouton "Finir " envoie les données directement en

base locale pour les interpréter en résultats qui sont calculés à l'aide des normes des tests et des caractéristiques du sujet. Une copie du questionnaire sera aussi enregistrée en base permettant d'avoir un instantané de son profil physique au moment du test. Ce même bouton "Finir " va créer aussi un fichier PDF comportant les résultats principaux du participant sous forme de graphiques ou tableaux. Ce fichier PDF est ensuite imprimé au format livret et délivré lors d'un bilan avec le participant.

V. RESULTATS DES TESTS DE CONDITION PHYSIQUE

Après la passation du questionnaire et des dix tests de condition physique chaque participant reçoit ses résultats sous forme de livret. Il est possible aussi de générer un livret bilan pour le groupe auquel appartiennent les participants. Il existe 3 types de livrets différents :

- le livret "**individuel"** qui correspond à un participant réalisant pour la première fois les tests,
- le livret "**comparatif"**, lorsqu'un participant réalise pour la deuxième fois au minimum les tests,
- le livret "**groupe"** permettant un bilan d'ensemble des participants sans aucune transmission de données personnelles.

V.1. LIVRET INDIVIDUEL

La première page du livret (Figure 41) donne comme information la date de passation des tests ainsi que le nom et prénom du participant. Cette première page permet aussi de transmettre des recommandations en matière d'activité physique et des informations essentielles autour de la condition physique, de l'activité physique et de la santé.

L'activité physique est un facteur majeur de santé. Elle permet d'améliorer sa composition corporelle, de préserver sa santé osseuse...

L'effet de l'activité physique est associé au niveau de condition physique. Un niveau de condition physique élevée réduit la mortalité liée aux maladies cardiovasculaires et permet d'agir sur le stress psychologique.Un niveau de condition physique faible accroit les risques d'excès pondéral, d'obésité, de diabète et de douleurs chroniques.

Quelles sont les recommandations d'activité physique pour la santé?

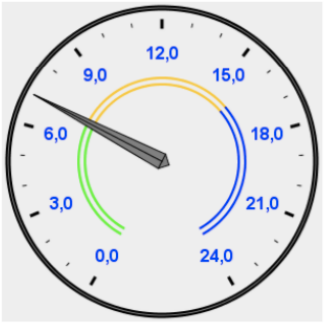
Les adultes âgés de plus de 18 ans devraient pratiquer, au cours de la semaine, au moins 150 min d'activité d'endurance d'intensité modérée ou au moins 75 minutes d'activité d'endurance intense, ou une combinaison équivalente d'activité d'intensité modérée et soutenue.

Figure 41 : Livret individuel page 1

Dans la deuxième page, les résultats au questionnaire en ligne sont présentés (Figure 42). Le compteur de sédentarité et de sommeil permet visualiser la durée par jour consacrée à ces deux activités. Le graphique de droite identifie le contexte de pratique de l'activité physique déclaré par le participant. En bas à gauche, la dépense énergétique du participant en termes d'activité physique déclarée est affichée. A droite, les catégories correspondent à l'interprétation des résultats aux questionnaires GPAQ suivant les méthodes définies dans ce questionnaire et qui permettent de définir le profil physique du participant (voir page 4 du livret).

ASM Vitality Questionnaire

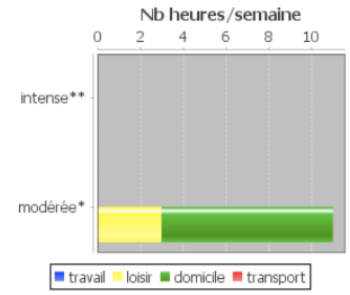
Profil de sédentarité et de sommeil



Sedentarité 7h0 /jr

Sommeil 7h8 /jr

Distribution de votre activité physique



**Intense = Votre rythme cardiaque augmente nettement, et vous respirez trop difficilement et trop vite pour maintenir une conversation.

*Modérée = Votre respiration et votre rythme cardiaque s'accélèrent mais vous pouvez encore engager une conversation.

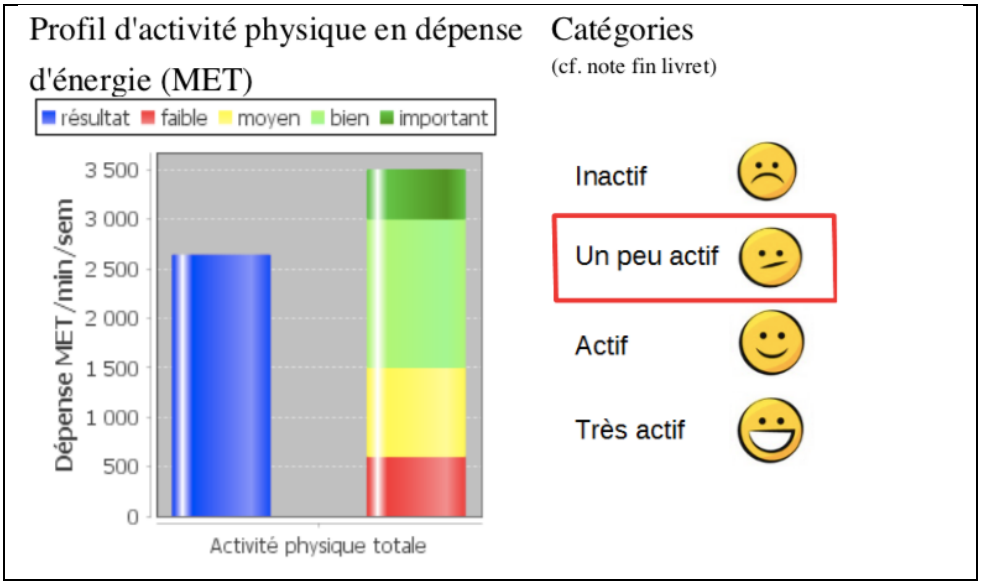


Figure 42 : Livret individuel page 2

Dans la troisième page (Figure 43), les résultats aux tests de condition physique sont présentés dans un tableau regroupant l'IMC et les performances aux dix tests de la batterie. Pour chacun des tests, le participant a connaissance de l'ensemble de ses performances et pour chacune des performances un score est associé (de A : excellent, à F : à améliorer en priorité). Sous la légende, les quatre systèmes de la condition physique sont notés avec les scores sur cinq (Système cardiorespiratoire, musculo-squelettique, moteur et attentionnel). En dessous, le participant peut évaluer sa condition physique globale par un score sur cinq, qui représente la moyenne des systèmes précédents. Sous ce tableau, un graphique présentant les performances aux tests du participant comparées aux normes des tests. Chaque système est représenté par une couleur. Par exemple, pour le système attentionnel qui est de couleur vert cela veut dire que ce système dépend des deux tests en verts dans le tableau, les tests de réaction et de coordination.

Vitality Test - Tests physiques

Nom Test	Perf.	Score
IMC (kg/m²)	24.22	A
Marche (m)	600.0	B
Abdos	10.0	C
Handgrip (N/kg)	4.2	F
Med. Ball (m)	4.0	C
Assis debout	14.0	D
Souplesse	25.0	B
Equilibre	15.0	D
Gestuelle (s)	12.0	B
Reaction (cm)	30.0	F
Coordination (s)	1.0	B

Légende
A = excellent
B = très bon
C = bon
D = satisfaisant
E = à améliorer
F = à améliorer en priorité

Scores systèmes (/5)
Cardio :4.0
Muscle :2.4
Motricité :3.0
Attention :2.0

Votre condition phy. est moyenne : 2.85 /5

faible élevé

* PR : pas réalisé, IR : incapable de réaliser, MR : mal réalisé

Comparaison de vos performances aux normes par rapport à votre âge et sexe

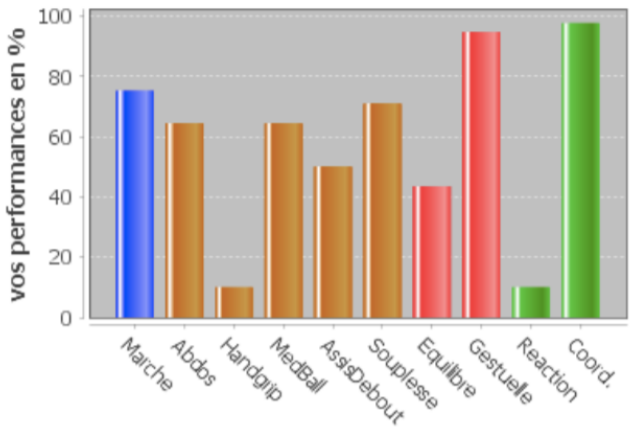


Figure 43 : Livret individuel page 3

Enfin la dernière page du livret est une page d'information et elle reprend la détermination du profil d'activité physique par rapport au questionnaire GPAQ pour expliquer les résultats obtenus au questionnaire (Figure 44).

Qu'est-ce que l'activité physique (AP)?

L'AP est définie comme tout mouvement corporel produit par contraction des muscles squelettiques entraînant une augmentation de la dépense énergétique par rapport à la dépense énergétique de repos. L'AP regroupe l'ensemble des activités qui peuvent être pratiquées dans différents contextes, en poursuivant des objectifs variés (utilitaires, sanitaires, sociaux, etc.). Les principaux contextes de pratique d'AP sont le travail, les transports, les activités domestiques et les loisirs.

Qu'est-ce que le sport?

Le sport constitue un sous-ensemble de l'AP au cours duquel les participants adhèrent à un ensemble commun de règles (ou d'attentes) et où un objectif est défini.

Qu'est-ce que l'inactivité physique?

Le terme «inactif» caractérise un niveau insuffisant d'AP d'intensité modérée à élevée, c'est-à-dire inférieur au seuil d'AP recommandé. En France, ce seuil est actuellement de 30 minutes d'AP d'intensité modérée à élevée, tous les jours ou au minimum 5 jours par semaine.

Qu'est-ce que la sédentarité?

Le comportement sédentaire est défini comme une situation d'éveil caractérisée par une dépense énergétique inférieure ou égale à 1,5 MET. La sédentarité correspond donc à votre temps en position assise ou semi-allongée (hors sommeil).

***Actualisation des repères du PNNS - Révisions des repères relatifs à l'activité physique et à la sédentarité. Avis de l'Anses. Rapport d'expertise collective, 2016.**

Détermination du profil d'Activité Physique d'après vos réponses au questionnaire GPAQ (questionnaire de l'Organisation Mondiale de la Santé)

- Très actif

Sont classées dans cette catégorie les personnes qui qualifient pour l'un des critères suivants :

- Activité physique intense au moins 3 jours par semaine, entraînant une dépense énergétique d'au moins 1500 MET-minutes/semaine OU
- Au moins 7 jours de marche à pied et d'activité physique modérée ou intense jusqu'à parvenir à un minimum de 3000 MET-minutes par semaine.

- Actif

Sont classées dans cette catégorie les personnes qui ne qualifient pas pour les critères de la catégorie précédente mais qui remplissent l'un des critères ci-après :

- Au moins 20 minutes d'activité physique intense par jour pendant 3 jours ou plus par semaine OU
- Au moins 30 minutes d'activité physique modérée ou de marche à pied par jour pendant 5 jours ou plus par semaine OU
- Au moins 5 jours de marche à pied et d'activité physique modérée ou intense, jusqu'à parvenir à un minimum de 600 MET-minutes par semaine.

- Inactif

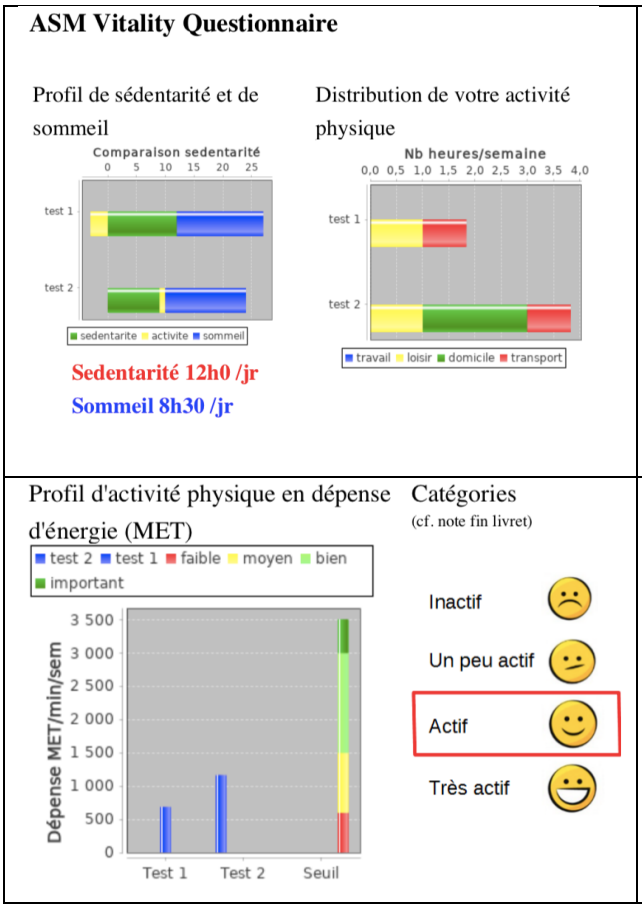
Sont classées dans cette catégorie les personnes qui ne qualifient pour aucun des critères mentionnés ci-dessus.

Figure 44 : Livret individuel page 4

V.2. LIVRET INDIVIDUEL COMPARATIF

Le livret comparatif (Figure 44 et 46) reprend le même format de résultat que le livret individuel afin de faciliter la lecture d'un participant qui revient passer les tests pour la deuxième fois. La seule

différence est que ce livret compare les résultats au questionnaire et aux tests enregistrés le jour J (test 1) avec les précédents résultats au questionnaire et aux tests enregistrés (Test 2).



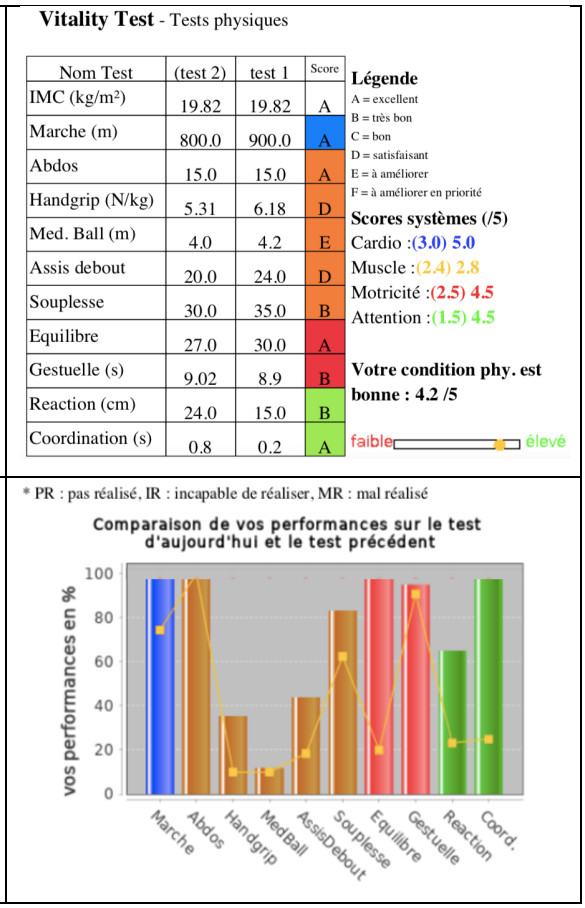


Figure 45 : Livret comparatif page 2

Figure 46 : Livret comparatif page 3

V.3. LIVRET GROUPE

Ce livret groupe a été créé pour répondre à une demande des mutuelles ou des entreprises partenaires avec lesquelles nous collaborons et qui ont besoin d'un bilan statistique pour leurs adhérents ou pour leurs salariés. Dans cette première page du "livret groupe", le taux de participation aux tests en nombre d'inscrits comparé au nombre de sujet testés est affiché en nombre et en pourcentage (Figure 47).

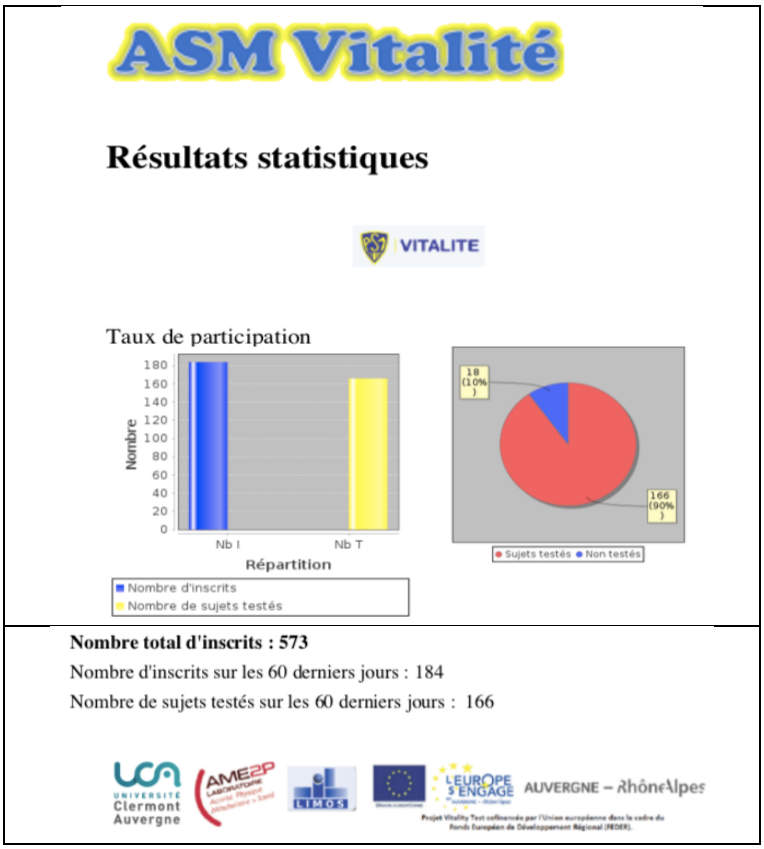


Figure 47 : Livret groupe page 1

En deuxième page, le nombre d'hommes et de femmes testés, la différence entre les hommes et les femmes en termes d'âge moyen, d'IMC et de sédentarité sont notés (Figure 48).

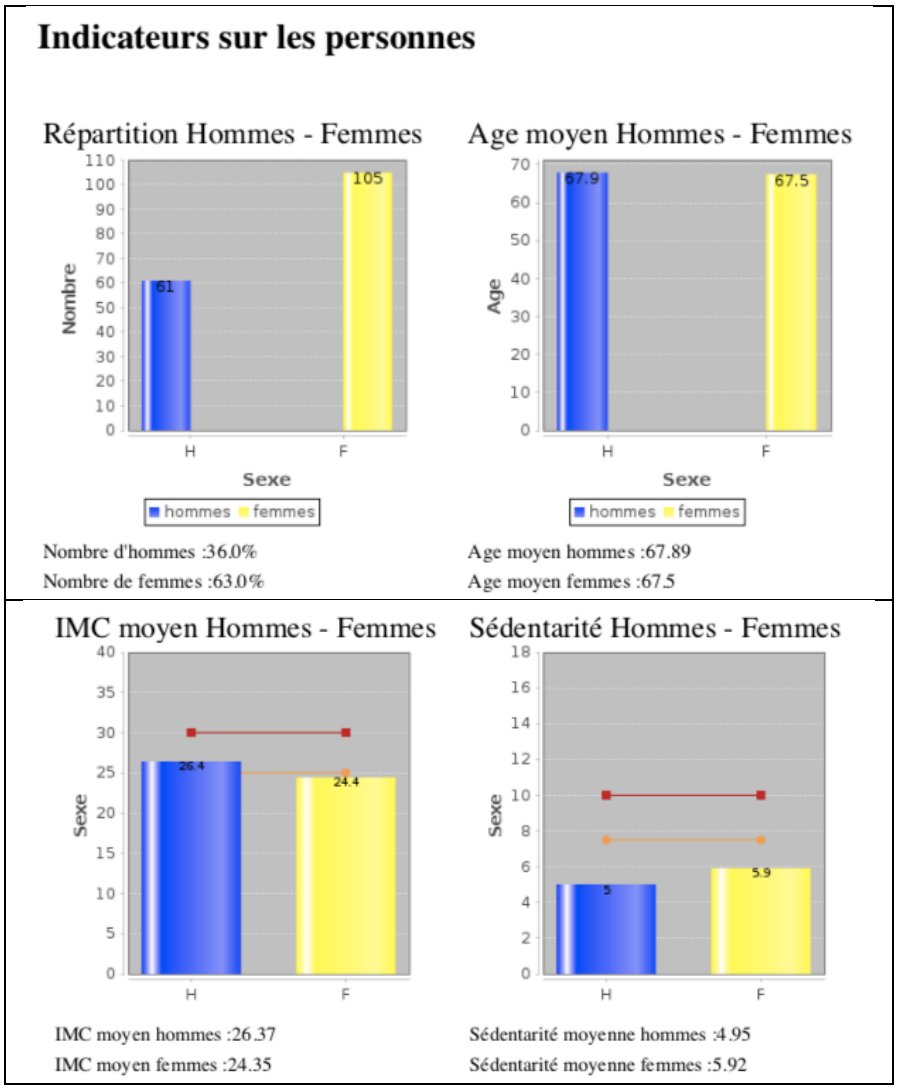


Figure 48 : Livret groupe page 2

La troisième page illustre le niveau d'activité physique moyen des hommes et des femmes, et, en pourcentage d'hommes et de femmes en différenciant la population suivant les catégories "Très actif", "Actif" et "Inactif" (Figure 49).

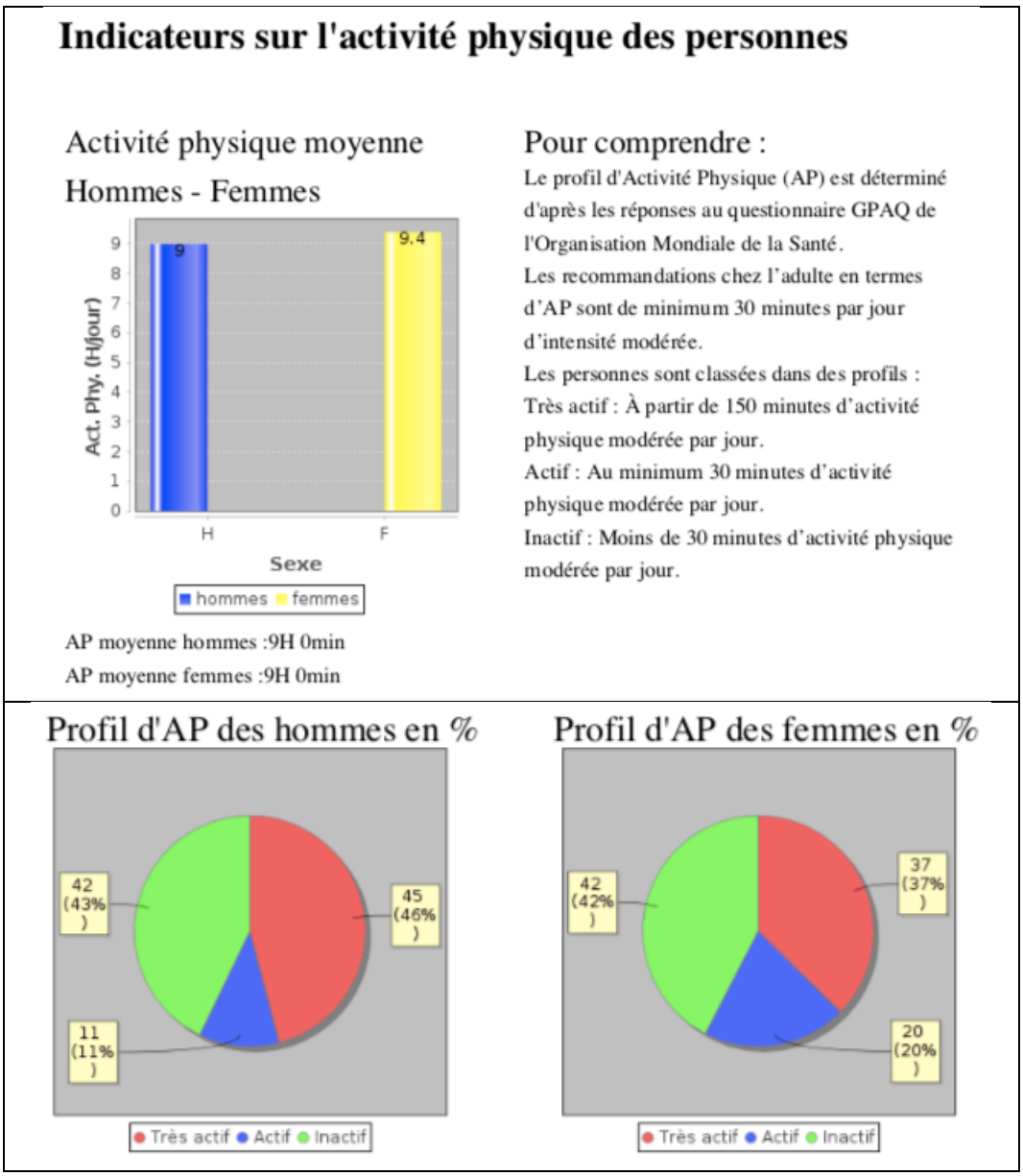


Figure 49 : Livret groupe page 3

La dernière page de ce livret présente les résultats aux différents tests de condition physique du groupe sous forme de moyenne, en différenciant les hommes et les femmes (Figure 50).

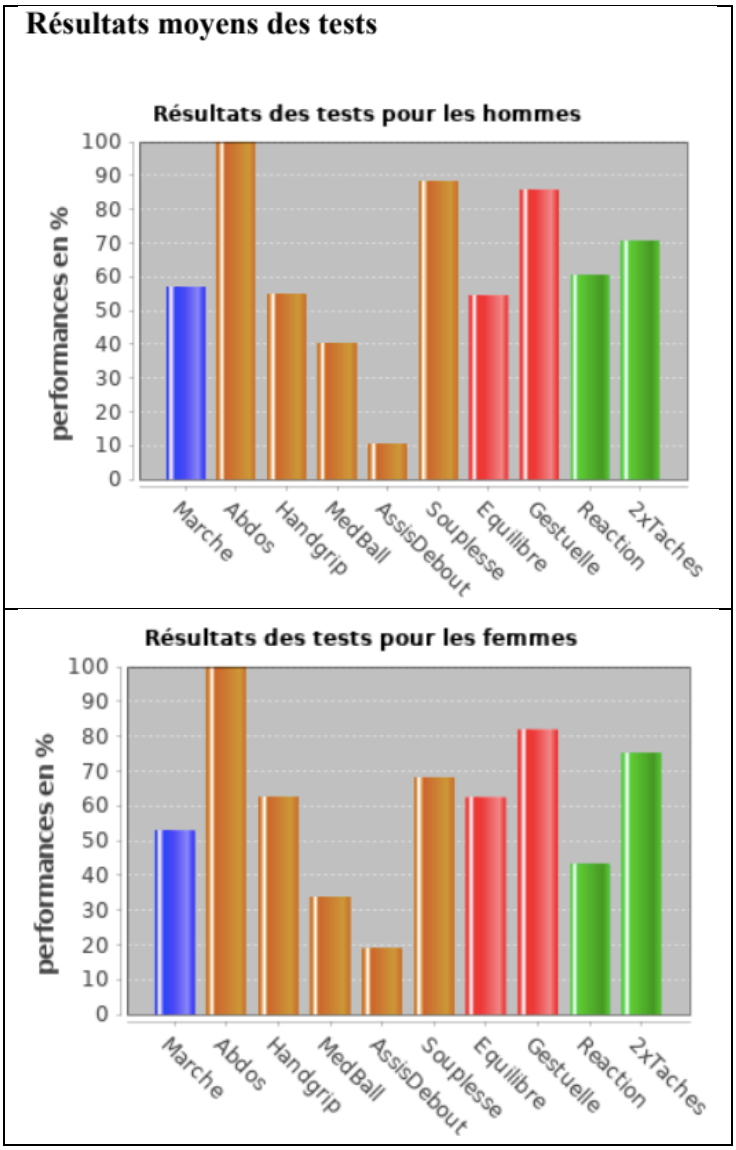


Figure 50 : Livret groupe page 4

PARTIE 3 : EVALUATION DE LA CONDITION PHYSIQUE LIÉE À LA SANTÉ CHEZ LES PERSONNES ÂGÉES FRANÇAISES : FAISABILITÉ ET VALIDITÉ

A la suite du travail de conception de la batterie de test, nous avons étudié la faisabilité et la validité de la batterie créée à l'aide d'un échantillon de personnes âgées en bonne santé lors d'une journée de passation de ces tests.

Assessment of Health-related physical fitness at large scale among French older adults: feasibility and validity.

Mack-Inocentio D, Menai M, Doré E, Doreau B, Gaillard C, Finaud J, Pereira B, and Duché P.

Soumis à : Frontiers in Public Health - Public Health Education and Promotion.

Juillet 2019.

Problématique :

La proportion de personnes âgées augmente dans le monde (INSEE, 2016). Le maintien d'un bon niveau de condition physique chez les personnes âgées est la condition *sine qua none* pour préserver l'autonomie et les capacités fonctionnelles (Institute of Medicine (US) Committee on Disability in America, 2007; Sun, Norman, & While, 2013). Cependant, le niveau de condition physique est très corrélé au niveau d'activité physique, qui diminue avec l'âge (Milanović et al., 2013). Le développement de dispositifs simples d'utilisation, permettant d'évaluer rapidement la condition physique et de prescrire un programme adapté et personnalisé d'activité physique, est recommandé (Wilder et al., 2006). Le challenge est de réussir à évaluer la condition physique de façon simple mais avec des outils validés pour un effectif important de personnes. La connaissance immédiate des résultats pour pouvoir recommander une AP adaptée est un défi important de santé publique. En effet, il existe plusieurs batteries de tests physiques qui permettent d'évaluer la condition physique des adultes. Cependant, à notre connaissance, il n'existe pas de batterie de tests utilisant des tests validés accompagnés de normes de résultats établies par âge et par genre, permettant d'évaluer soit une personne, soit un nombre important de personnes sous forme évènementielle, et, de fournir les résultats en temps réel. À cette fin, une batterie de tests, ASM Vitality Test, permettant d'évaluer la condition physique d'une population de personnes âgées en bonne santé et de patients ne présentant pas de limitations motrices sévères, a été proposée.

Objectif :

Les objectifs étaient de vérifier la validité, la cohérence interne, la mise en œuvre et la faisabilité de la batterie ASM Vitality Test mesurant la condition physique de personnes âgées française.

Méthode :

La population était composée de 528 volontaires (âgés de plus de 60 ans). Leur condition physique a été évaluée grâce à la batterie Vitality Test comprenant dix tests physiques permettant d'estimer les six composantes de la condition physique.

1) La faisabilité a été réalisée en 2 étapes :

- Jour 1 : la durée de passation de la batterie a été testée selon 3 modalités d'encadrement différentes : 1 volontaire avec 1 superviseur qualifié, 10 volontaires avec 1 superviseur et 10 volontaires avec 2 superviseurs.
- Jours 2 et 3 : l'évaluation de la condition physique de groupes de 10 à 12 personnes avec 2 superviseurs avec un départ toutes les 15 minutes, ce qui représente environ 270 par jour (pour un total de 10 superviseurs) a été réalisée.

2) La cohérence interne a été mesurée à l'aide du coefficient α de Cronbach calculé pour évaluer la cohérence interne de la batterie. Les valeurs proches de 1 indiquent une cohérence interne élevée, une valeur supérieure ou égale à 0,7 est considérée comme acceptable. Les corrélations moyennes entre éléments devraient être comprises entre 0,15 et 0,50.

La cohérence externe est démontrée lorsqu'un test est bien corrélé avec une mesure préalablement validée. Elle a été évaluée à l'aide des corrélations de Spearman entre les performances aux tests et l'âge et l'IMC.

Afin d'analyser les relations entre les tests, puis d'identifier les groupes de tests présentant des caractéristiques similaires, une analyse en composantes principales (ACP) a été réalisée. Le score de la première composante a été établie pour chaque test.

Résultats principaux :

1) L'étude de faisabilité a permis de montrer que l'ASM Vitality Test permet une évaluation de la condition physique : rapide, des groupes de 10 personnes avec 2 superviseurs peuvent passer les tests en 48 minutes avec un grand échantillon, 270 participants par jour, avec un minimum de moyen. Ces tests se sont déroulés dans un gymnase et ont sollicité 10 superviseurs pour la passation des tests. Les critères de faisabilité sont donc respectés. Les coefficients alpha de Cronbach étaient acceptables, allant de 0,70 à 0,80. Les corrélations entre les items étaient également acceptables, la majorité des tests d'aptitude allant de 0,3 à 0,6.

2) La cohérence interne de la batterie de test a été calculée, le coefficient alpha de Cronbach comprenant dix items était de 0,77 pour la population totale. Après analyse par genre, le coefficient a diminué et était de 0,70 pour les femmes et de 0,72 pour les hommes. Les corrélations test-retest (0,3 à 0,6) entre les éléments sont acceptables et présentent une bonne fiabilité.

L'interprétation des résultats du test d'équilibre a été examinée dans cette étude afin de conserver la meilleure modalité de test d'équilibre. Le coefficient de Cronbach le plus élevé a été obtenu lorsque le delta des résultats du test d'équilibre "yeux ouverts – yeux fermés" a été utilisé.

L'analyse en composantes principales nous a permis de montrer que 5 composants expliquaient une grande proportion de la variance, 65% pour l'ensemble de la population (60% chez les femmes et 62% chez les hommes). Ensuite, les 5 autres tests sont répartis sur les 3 autres composants. Tous les composants ont été retenus car leurs valeurs propres se situaient autour de 0,9. Les scores de condition physique calculés à partir de l'ACP étaient significativement diminués ($p < 0,001$) avec l'âge et l'IMC chez les femmes et les hommes.

Discussion et conclusion :

L'étude de faisabilité a permis de montrer que l'ASM Vitality Test permet une évaluation de la condition physique rapide, réalisable sur un grand échantillon, avec un minimum de moyens humains et matériels pour la passation des tests.

Les coefficients alpha de Cronbach étaient acceptables, allant de 0,70 à 0,80. Les corrélations test-retest entre les items étaient également acceptables, la majorité des tests d'aptitude allant de 0,3 à 0,6. Les résultats des items prenant en compte l'IMC et l'âge présentent des corrélations significatives avec tous les tests ($p < 0,05$). Chacun des tests présente donc une discrimination significative avec l'âge et l'IMC. Selon le coefficient α de Cronbach, l'ASM Vitality Test constitue un outil fiable et valide pour évaluer la condition physique de la population âgée de 60 ans.

Les limites de cette étude incluent l'utilisation de tests de condition physique non valides scientifiquement et d'un échantillon de personnes âgées en bonne santé vivant dans des communautés et dont les conclusions ne sont pas généralisées aux personnes âgées présentant des capacités physiques limitées.

En conclusion, cette batterie de tests répond à un besoin, identifié dans la littérature, d'outil capable de rassembler de manière valide et fiable des données relatives à la condition physique (Wilson et al., 1986), tout en répondant aux exigences de temps, de coût et d'expertise connexes qui peuvent limiter la mise en œuvre à grande échelle (Haskell et al., 1992). Cette évaluation de la condition est importante pour promouvoir l'activité physique et la santé (Wilder et al. 2006). Les présents résultats suggèrent que cette batterie de test est un outil valide pour mesurer la condition physique chez les personnes âgées. Nos résultats appuient l'utilisation de la batterie ASM Vitality Test pour évaluer la condition physique d'un groupe de personnes en peu de temps. Nous avons également montré que cette batterie permettait d'évaluer les performances et la capacité fonctionnelle des individus en fonction de leur IMC et de leur âge. Enfin, ce processus de validation de la batterie ASM Vitality Test a établi la validité et la cohérence interne de son application, ce qui montre qu'il peut être utilisé dans la pratique, dans la mesure où il signale une validité et une fiabilité appropriées. Ces résultats sont intéressants pour évaluer la condition physique et promouvoir l'activité physique chez les personnes âgées, car ces tests conviennent à la population. Une batterie de test valide est également essentielle en tant que point de départ et d'arrivée de programmes de reprise d'activité physique, en particulier pour les personnes âgées.

Assessment of Health-related physical fitness at large scale among French older adults: feasibility and validity

Damien MACK-INOCENTIO, MSc [1,2], Mehdi MENAI, PhD [3], Eric DORÉ PhD [1,2], Bastien DOREAU, MSc [4], Camille GAILLARD, MSc [1,2], Julien FINAUD PhD [5], Bruno PEREIRA, PhD [6], Pascale DUCHÉ, PhD [1,7*]

[1] Université Clermont Auvergne, Laboratoire des Adaptations Métaboliques à l'Exercice en conditions Physiologiques et Pathologiques (AME2P, EA 3533), Clermont-Ferrand, France.
[2] Centre de Recherche en Nutrition Humaine d'Auvergne, Inra Clermont-Ferrand, France.
[3] Université Paris 13, Sorbonne Paris Cité - EREN (Equipe de Recherche en Epidémiologie Nutritionnelle), U1153 Inserm, Inra, Cnam, Centre de Recherche en Epidémiologie et Biostatistiques ; CRNH IdF, Bobigny, France.
[4] Université Clermont Auvergne, CNRS, Laboratoire d'Informatique, de Modélisation et d'Optimisation des Systèmes, Clermont-Ferrand, France
[5] Association Sportive Montferrandaise, 63000 Clermont-Ferrand, France.
[6] CHU Clermont-Ferrand, Unité de Biostatistiques (DRCI), Clermont-Ferrand, France
[7] Université de Toulon, Laboratoire Impact de l'Activité Physique sur la Santé (IAPS), 83000 Toulon, France.

Corresponding author: Pascale DUCHÉ, Laboratoire Impact de l'Activité Physique sur la Santé (IAPS), 83000 Université de Toulon, F-Toulon.
E-mail : pascale.duche@univ-tln.fr

Head Title: Physical fitness for health promotion

Keywords: physical fitness, test battery, older people, physical activity promotion, validity

Number of words: 3843
Number of figures: 1

Abstract

Objectives: To assess the validity, internal consistency, implementation and feasibility of the Vitality Battery Test to measure the physical fitness using a large-scale setting of French elderly people.

Methods: 528 volunteers (age > 60 years) tested the battery included 10 tests: 6-minute walk, trunk strength, hand-grip strength, medicine-ball throwing, 30-s chair-stand, flexibility, balance, plate-tapping, ruler drop and dual task.

Results: Internal consistency was good with the Cronbach's alpha coefficients around 0.77 explaining 64% of the variance. The correlations test-retest (0.3 to 0.6) between the items are acceptable and present a good reliability. If five components explained 65% of the variance, all items were kept because their eigenvalues were around 0.9. External consistency was validated by the significant decrease of scores fitness ($p<0.001$) with age and BMI.

Discussion: The Vitality Battery Test is a reliable, safety and valid tool for assessing physical fitness in the 60-year older population.

Introduction

The proportion of older people is increasing worldwide. In 2013, 23.8% of French adult population aged 60 years or older and by 2070, this proportion could reach 34.5% (1). Aging population raise economic and societal challenge that need to be faced (2,3). Amongst them, maintaining good level of physical fitness in elderly population offers opportunities to preserve autonomy and functional abilities (4,5). Physical fitness improves healthy aging (6,7) and allow successful aging (7,8). However, physical activity decreases with age in both men and women, affecting negatively their physical fitness through muscle strength, endurance and body composition (9).

Physical fitness is defined by physical and physiological characteristics. It is composed by components which may vary according to definition used. The main components are usually body composition, cardiorespiratory endurance, muscular strength and endurance, flexibility and balance (10). Physical fitness and its component have been shown to be associated with various health outcomes, including healthy aging (6,7). Various tests can assess physical fitness, including specific sub-population tests (e.g. seniors) (11). However, most of these tests are not suitable to assess rapidly large population settings. Since a long time, it is recommended to collect of valid and reliable measures of fitness data (12) recommended integrating a physical fitness assessment to measure and promote physical activity and health (13) but warns that related time, cost and expertise requirements may limit implementation on a large scale (14). Consequently, the challenge is to simplify the evaluating process by maintaining the accuracy and the reliability of physical fitness assessment in all components.

Given the unnumbered benefits of physical activity for older, significant emphasis should be focused on physical activity promotion to maintain or improve physical fitness. All stakeholders, including policy makers, municipal and national services and health care providers need to evaluate the physical fitness of the population to establish clear and effective fitness goals. Developing easy-to-use tools assessing fitness quickly and safely is of interest, particularly for prescribing adapted and personalized physical fitness related program at large scale.

To this end, we have built a battery of tests, Vitality Battery Tests, consisting of several physical tests to assess the physical fitness in all these components in a population of healthy older and patients without severe motor limitations. Our objectives are to check, i) the validity and internal consistency of the Vitality Battery Test, ii) the implementation and feasibility of the battery to quickly assesses the physical fitness of seniors using a large-scale setting of French elderly people.

Methods

Developing the Vitality Battery Tests

Since 2012 in France, the Ministry of Sports and Ministry of Health aim an implementation of measures to promote and develop the practice of physical activity (especially leisure) for people with chronic non-communicable diseases (diabetes, hypertension, cancer, etc.) by the “Sport, Health and Welfare” Plan. In 2016, a decree allows the general practitioners to prescribe physical activity appropriate to the patient's pathology, it’s physical abilities and medical risk. To this end and to help establish protocols of physical activity adapted to healthy people and to the patients according their health status, an expert panel of eight members (representative of sport sciences, public health, computer scientist, engineer and exercise physiology) have been set up to recommend preexistent valid and relevant tests. In order to deal with all of the constraints while adhering to demanding specifications given by general practitioners, sport association, public health institutions, the Vitality Battery Test must:

- evaluate the physical fitness of a group of individuals in a short time,

- do not require a large number of supervisors,
- be implemented in a restricted space indoors and outdoors,
- guarantee the accuracy and validity of the tests and their results.

Vitality Battery Tests

The Vitality Battery Tests consists of ten classic physical tests to evaluate the six components of fitness related-health: body composition, cardiorespiratory endurance, muscular endurance and strength, flexibility, balance and motor coordination.

Body composition

Standing with minimal clothing, body mass (BM) was measured with a digital scale. In a barefoot standing position, stature was measured using a calibrated stadiometer. Body mass index (BMI) was calculated as body weight divided by the squared stature (kg/m^2).

Cardiorespiratory endurance

The **six-minute walk test** (6MWT) assesses the submaximal level of functional cardio-respiratory capacity. The 6MWT is a practical simple test and reflective of activities of daily living (15). Walking is an activity performed daily by all healthy people and patients without severely motor limitations. The 6MWT could be performed indoors and outdoors. The turnaround points were marked with a cone (such as an orange traffic cone). A starting line, which marks the beginning and end of each 30-m lap was marked on the floor using brightly colored tape. Participants were instructed to try to cover as much distance as possible within six minutes only by walking. Incentive encouragements are provided by supervisors every 30 seconds.

The distance that a participant can quickly walk on a flat, hard surface in a period of 6 minutes was recalled. The validity and the reliability of the 6MWT in older adults have been verify by Rikli & Jones (1998).

Muscular endurance and strength

The general muscular capacity was evaluated by 5 different tests:

- the **Trunk Strength test** (abdominal muscular endurance): participants had to perform 3 sets of 5 different abdominal trials used to assess the abdominal strength. Sets are of increasing difficulty: The first five sit-ups, participant must to reach midpatella with fingertips of both hands from a straight lying position while keeping the arms straight and palms resting on thighs. The second five sit-ups, with arms are folded over chest, aims to reach thighs with both elbows. The last five sit-ups aims to reach thighs with elbows (touch back of earlobes with fingertips). The number of performed bouts was recorded. The test is owned and validated by the Eurofit tests battery for adults (17).
- the **Hand-Grip Strength test (HGS test)**: participants had to use a hand dynamometer, assessing the gripping force. HGS was measured with a hand-held dynamometer (Takeï TK200 – measurement between 5 to 100 kg with increment 0.1 kg). HGS was only evaluated in the dominant hand. Subjects were encouraged to perform maximal contractions two times with a 10-s interval and the best value was recorded. The test is proposed and validated by the Eurofit tests battery for adults (17). It is a valid measurement in healthy women and male subjects (18).
- the **Medicine-ball throwing test**: participants had to sit with their back against a wall, assessing the explosive force of the upper limbs. This test is the measurement of the farthest distance that the subject can throw the medicine ball with his both hands and standing. Each volunteer performed 2 trials of throws for weight medicine ball, 2kg for women and 3kg for men. The best distance is recorded. This test is highly reliable test of upper body power (19).

- the **30-s Chair-Stand Test** (30CST): participants were asked to rise up to a full stand from a fully seated position and complete as many full stands as possible in 30 s. The arms must be crossed, and the chair without armrests. The number of full stands was recorded, assessing the lower body strength. The test is owned and validated by the Eurofit tests battery for adults (17). It provides a reasonably reliable and valid indicator of lower body strength (20).

Flexibility

Flexibility was assessed using the **Seated Flexibility Test**, the distance between the fingers and the toes was measure. The distance was positive when the fingers were above the feet and it was negative when the fingers did not reach the feet. A measuring box is used. Test owned and validated by the Eurofit tests battery for adults (17) and this test produces reasonably accurate and stable measures of hamstring flexibility (21).

Balance

The **Balance Test** of 30 seconds open and closed eyes on the choice leg of Bohannon, Larkin, Cook, Gear, & Singer (1984) whose goal was to reach 30 seconds maximum without loss of balance and/or support of the free leg (22). We recorded the longest times achieved for each balancing activity. We analyzed the relevance of the three results: open eyes time, eyes closed time and difference between time and closed eyes (Δ).

Motor coordination

To evaluate motor skills, we used three fitness tests:

- the **Plate-Tapping Test**: The aim of this test is defining of the coordination of leg activity and speed by measuring the time for dominant hand to touch two discs separated by 80 cm 25 times while other hand is fixed between the two discs. The best time to make 25 round trips is recorded. The test is proposed and validated by the Eurofit tests battery for adults (17).
- the **Ruler Drop Test** of Mackenzie (2004), during which the subject must make up a rule of 40 cm, dropped by the examiner, as quickly as possible; this test allows us to evaluate the reaction time.
- the **Dual Task Test** of Lundin-Olsson, Nyberg, & Gustafson (1998) assess coordination that measures a time difference between a 10m single brisk walk and a 10m brisk walk with a constraint (hold a ball balanced on a plate without dropping it during the ride). The dual task paradigms which typically require participants to divide their attention and concurrently undertake two or more tasks. The inability to perform two or more tasks simultaneously (multi or dual tasking) is regarded as an indicator for a higher fall risk (25).

All tests were performed twice, with the exception of the 6-minute walk test, and the highest score was retained (24). The order of the tests is as follows: 6-minute walk test (6MWT, m), trunk strength test (TST, n), hand-grip strength test (HGST, N/kg), medicine-ball throwing test (MBTT, m), 30-s chair-stand test (30sCST, n), flexibility test (FT, cm), balance test (BT, Δs), plate-tapping test (PTT, s), ruler drop test (RDT, cm), dual task test (DTT, Δs).

Design

The study was performed in 2 steps:

- Day 1: we tested the battery test with 3 different strategies: 1 volunteer with 1 qualified supervisor, 10 volunteers with 1 supervisor and 10 volunteers with 2 supervisors. At the end of day 1, the expert panel considered the last setting to be the most suitable for the following days. The results of Implementation of Vitality Battery Tests are shown in table 1.

- Days 2-3: we evaluated the physical fitness during a public event in a gym. We tested groups in 10 to 12 people with 2 supervisors with a departure every 15min (the test started around 8:30am), accounting for approximately 270 per day (for a total of 10 supervisors).

Participants

Health insurance and pension fund invited local retirees to participate in fitness evaluation days (around 1500 invitations). We selected the first 550 responses. Finally, a group of 528 persons were volunteers to participated in Clermont-Ferrand (France) between November 2016 and November 2017.

Persons under 60 years of age living in institutions with a physical or mental illness that limited their participation in fitness tests or their ability to answer questionnaires were excluded. All procedures involving human subjects' protection were approved by the Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés (CNIL) and the University Local Board approved the study. In accordance with the Helsinki Declaration, written informed consent was obtained from each participant prior to inclusion and participation in the tests.

Protocol

Each participant filled in a self-administered tablet-based questionnaire before the Vitality Battery Tests. Data included birth date, sex and personal information (address, phone, etc.).

One week before the Vitality Battery Tests day, all participant completed the first part of the "Get Active Questionnaire" on physical activity capacities. The "Get Active Questionnaire" (GAQ) allowed physical activity screening in participants to engage in exercise safety. The GAQ was developed by an expert panel from the Canadian Society for Exercise Physiology (http://www.csep.ca/home) and tested by Petrella, Gill, & Petrella (2018). GAP was used in this setting to support pre-participation screening in physical activities and to help to identify risk factors that should be considered before engaging in physical activity. All participants at risk were excluded.

Before performing the 10 tests, all participants followed a standardized warm-up of 10 minutes. The warm-up includes articular and muscular mobilization of the whole body, a stretching phase as well as a low intensity walking phase.

Feasibility

Inherent computation from the different component of the Vitality Battery Tests were realized in real time with tablet computer (Pro Slate 10 EE Android – Specific software developed by our partner LIMOS: Laboratoire d'Informatique, de Modélisation et d'Optimisation des Systèmes). This device enables record from several groups in the same period with delayed starts. At the end, each participant received a book results and benefited from interpretation and advice of supervisors.

Statistical analysis

Continuous data were expressed as mean ± standard-deviation (SD). Internal consistency was measured in a variety of ways: Cronbach's alpha for each measure, Cronbach's alpha for a measure if a single item is removed, correlations between an item and the remaining items in the measure (called corrected item-scale correlations), the average inter-item correlation, the range of inter-item correlations, and the individual inter-item correlations of the scale. Cronbach's α calculated to evaluate internal consistency refers to the extent to which items in the questionnaire are consistent and measure attributes of a single concept. Values closer to one

indicate a higher internal consistency and values closer to zero indicate a lower internal consistency. For a good scale, average inter-item correlations should be between 0.15 and 0.50.

We calculated the item means, standard error, and inter-item total correlations. External consistency is demonstrated when a test correlates well with a measure that has been previously validated. It was assessed using Spearman's rank order correlations of the interval data in the physical tests.

In order to analyze relationships between tests and then to identify groups of tests with similar characteristics, a principal component analysis (PCA) was performed. The number of factors was chosen according to usual recommendations: Kaiser criteria, plot of eigenvalues, and part of variance expressed by principal component. The score of first component was established for each test as a linear combination of the original variables to generate first principal component, calculated such that it accounts for the greatest possible variance in the data set. Finally, this score was compared to participants' age and BMI using usual statistical tests: correlation coefficient (Pearson or Spearman according to statistical distribution) for the analysis between quantitative parameters, ANOVA or Kruskal-Wallis when appropriate (omnibus p-value <0.05) and by post-hoc test for multiple comparisons (Tukey-Kramer or Dunn) for categorical parameters (AGE and BMI categorized according to statistical distribution and clinical relevance).

Statistical analyses were performed using Stata software, version 13 (StataCorp, College Station, TX, US). An α-level of <0.05 was used to determine statistical significance in each of the analyses.

Results

Sample characteristics

The sample was 528 participants (53% women and 47% men) (table 2). There was no difference between women and men in terms of age (67.5y ± 5.4 and 67.6y ± 5.5 respectively, p=0.924). BMI was significantly lower in women compared to men (25.9 kg/m² ± 3.3 and 24.5 ± 4.3 kg/m² respectively, p<0.0001).

Implementation of Vitality Battery Tests and men and women results

Vitality Battery Tests condition test results are shown in table 2. The most efficient organization is one with groups of 10 participants with 2 supervisors, that we used during the test day. The table 3 shown the results of the Vitality Test Battery for women and men. Except for flexibility test (57.8%), the women participants displayed lower fitness than men in each of the following tests : walk for 6 minutes (6,1%), abdominal strength (24.2%), hand grip (35%), medicine-ball throwing test (32%), 30s sit/stand chair (6%), balance (11.8%), plate-tapping test (11.1%), ruler drop test (7.1%) and dual task (32%).

Internal consistency

The interpretation of the balance test results was discussed in this study to keep the best balance test modality. The Cronbach's alpha coefficients were 0.77 for the overall population explaining 64% of the variance, 0.70 for women and 0.72 for men for the interpretation of the delta balance test result open eyes and closed eyes (EO-EC). If one is interested only in the results of the open-eyes balance test, the Cronbach's alpha values were 0.76 for overall population, 0.71 for women and 0.70 for men. Finally, for the closed eyes balance test, the

Cronbach's alpha values were 0.76 for overall population, 0.70 for women and men. The higher Cronbach's was obtained when the delta of the balance test results was used.

The internal consistency of the Vitality Test Battery was calculated with the delta balance test. The Cronbach's coefficient alpha including ten items was 0.77 for overall population, ranging from 0.73 to 0.78 (Table 4A). After analysis by genre, coefficient decreased and was 0.70 for women (ranging from 0.65 to 0.71 – table 4B) and 0.72 for men (ranging from 0.68 to 0.73 - Table 4C). The correlations test-retest between the items are acceptable and present a good reliability. Most of them are between 0.3 and 0.6. We find correlations of less than 0.3 for gestural and dual task tests.

Principal component analysis

Principal component analysis allowed us to show that 5 components explained a large proportion of the variance 65% for all population (60% in women and 62% in men) (table 5). Then the other 5 tests are distributed over the other 3 components. All components were retained because their eigenvalues were around 0.9.

External consistency

Scores fitness with age and BMI was calculated from PCA. Table 6 shows the results of the items considering BMI and age. Taking age group into account, a significant improvement ($p<0.001$) was observed in all tests. Table 6 shows the results of the Pearson correlation analysis between the test battery and age; significant correlations between each test with age were found. The same result was obtained with BMI: all correlation coefficients were significant, for women and men. The physical fitness scores calculated from PCA was decreased significantly ($p<0.001$) with age and BMI in women and men (Figure 1).

Discussion

The major results suggested that the Vitality Battery Test allows to evaluate the physical fitness in older men and women. Groups of 10 people with 2 supervisors can spend 48 minutes. The feasibility criteria are therefore respected. Cronbach's alpha coefficients were acceptable, ranging from 0.70 to 0.80. Test-retest correlations between the items were also acceptable, with the majority of fitness tests ranging between 0.3 and 0.6. The Vitality Battery Test allows to evaluate the physical condition of senior men and women considered the effects of aging.

The "Vitality Battery test" was developed to assess physical fitness outside a laboratory setting and to provide to patient tailored information regarding their fitness level and possible goals. It is a simple and inexpensive tool that could be used for prevention or for physical fitness research. It requires space, equipment to perform the tests and trained supervisor.

Considering comparisons with other studies, including difference between men and women, similarities were found for the walking test (16,27–29), the abdominal test (17), the grip test (17), the sit/stand test (20,30), the flexibility test (21) and the plate tapping (17). Because the other tests were new, there was no other publication to compare our results with.

We performed various statistical tests to assess the validity of the Vitality Battery Test. According to Nunnally and Bernstein (1994), "typically, the item-test correlations should be roughly the same for all items. Item-test correlations may not be adequate to detect items that fit poorly because the poorly fitting items may distort the scale. Accordingly, it may be more useful to consider item-rest correlations, that is, the correlation between an item and the scale that is formed by all other items" (31). In our study, we found that item-rest correlations were superior to 0.2 for all items except dual task test. According to the 0.2 to 0.4 range from Briggs and Cheek (1986) to obtain an optimal level of homogeneity, it is acceptable (32). In the same

way, our results for inter-item correlation (0.19 to 0.23) were acceptable considering previous guidance (33). Means of Cronbach's alpha were 0.77 for the total population (0.72 for men and 0.70 for women), which is also acceptable (34). The present findings suggest that the Vitality Battery Test is a reliable and valid tool for measuring physical fitness in senior.

There are several balance tests used in the literature such as Flamingo balance (EC) (35), Unipedal stance test (EO and EC) (36), Single limb stance times (EO) (37), One-legged timed balance tests (EO and EC). These various protocols we could see that there are also different methods of interpreting the results. Given that we left on an evaluation of the balance open and closed eyes we sought to know what was the best way to interpret the results? Separately or in common as a delta? According to our results the most efficient method of interpreting the results is the delta (EO-EC) because that is where we get the best Cronbach for the total population 0.77, in men 0.72 and in women we sum at 0.70 this value is lower than for the Cronbach eye open only but the percentage of explanation is better 0.60 against 0.58.

The results of the items considering BMI and age significantly presents correlations with all tests ($p<0.05$). If we compare our results with those of the Rikli & Jones (1999) study, which examines the validity of a functional fitness test in the elderly, we also find that it also finds a significant difference ($p <0, 05$) between fitness test performance between age groups 60-69, 70-79 and 80-89 for all tests in the battery and mainly for women. Each of the tests therefore presents a significant discriminate between age groups and BMI groups. The results found in this study confirm the sensitivity of the Vitality Battery Test has for evaluating the performance and functional capacity of individuals with different ages and body mass index.

Limitations in this cross-sectional study include the use of a convenient sample of healthy older community dwellers whose findings may not be generalized to older adults with limited physical abilities. Secondly, not all fitness tests were validated tests.

Conclusion

According to Cronbach's α coefficient, the "Vitality Battery Test" and its subtests is a reliable and valid tool for assessing physical fitness in the 60-year older population. Our findings support the use the Vitality Battery Test to assess fitness of a group of people in short time. We also showed that this battery was able to assess performance and functional capacity of individuals according to BMI and age.

Finally, this Vitality Battery Test validation process established the validity and the internal consistency for its application, which shows that it may be used in the practice given that it reports suitable validity and reliability. These results are interesting for assessing physical fitness and promoting physical activity in the elderly, as these tests are appropriate for the population. A validated battery test is also essential as a starting and ending point for physical activity recovery programs, especially for the elderly.

Acknowledgments

The authors acknowledge the whole participants for their implication in this study. The authors wish to thank the members of the Laboratory of Computing, Modelling and Optimization of the Systems (LIMOS) for their commitment and contribution to develop the specific computer device for the Vitality Test Battery.

Financial support

The authors gratefully acknowledge financial support from the Auvergne Regional Council (Conseil Régional d'Auvergne), the European Regional Development Fund (FEDER, Fonds Européen de Développement Economique et Régional) and the Association Sportive Montferrandaise. The funding source had no role in the design, conduct, or reporting of the study.

Author Contributions Statement

DMI, MM and PD wrote the manuscript. PD drafted the study design. DMI, BD, CG and JF conducted data acquisition and analysis. BP performed the statistical analysis. PD supervised the project. All the authors contributed to manuscript revision and read and approved the submitted version.

Conflict of Interest Statement

None of the authors have any potential conflicts of interests to disclose.

References

1. INSEE. Projections de population à l'horizon 2070 - Insee Première - 1619. (2016) Available at: https://www.insee.fr/fr/statistiques/2496228 [Accessed August 14, 2018]

2. Jin K, Simpkins JW, Ji X, Leis M, Stambler I. The Critical Need to Promote Research of Aging and Aging-related Diseases to Improve Health and Longevity of the Elderly Population. *Aging Dis* (2014) **6**:1–5. doi:10.14336/AD.2014.1210

3. WHO. World Report on Ageing and Health. (2015)

4. Institute of Medicine (US) Committee on Disability in America. *The Future of Disability in America*. , eds. M. J. Field, A. M. Jette Washington (DC): National Academies Press (US) (2007). Available at: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK11434/ [Accessed August 14, 2018]

5. Sun F, Norman IJ, While AE. Physical activity in older people: a systematic review. *BMC Public Health* (2013) **13**:449. doi:10.1186/1471-2458-13-449

6. Kuh D, Karunananthan S, Bergman H, Cooper R. A life-course approach to healthy ageing: maintaining physical capability. *Proc Nutr Soc* (2014) **73**:237–248. doi:10.1017/S0029665113003923

7. Lin P-S, Hsieh C-C, Cheng H-S, Tseng T-J, Su S-C. Association between Physical Fitness and Successful Aging in Taiwanese Older Adults. *PLoS One* (2016) **11**: doi:10.1371/journal.pone.0150389

8. Topp R, Fahlman M, Boardley D. Healthy aging: health promotion and disease prevention. *Nurs Clin North Am* (2004) **39**:411–422. doi:10.1016/j.cnur.2004.01.007

9. Milanović Z, Pantelić S, Trajković N, Sporiš G, Kostić R, James N. Age-related decrease in physical activity and functional fitness among elderly men and women. *Clin Interv Aging* (2013) **8**:549–556. doi:10.2147/CIA.S44112

10. Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep* (1985) **100**:126–131.

11. Varela S, Ayán C, Cancela JM. Batteries assessing health related fitness in the elderly: a brief review. *Eur Rev Aging Phys Act* (2008) **5**:97–105. doi:10.1007/s11556-008-0037-2

12. Wilson PW, Paffenbarger RS, Morris JN, Havlik RJ. Assessment methods for physical activity and physical fitness in population studies: report of a NHLBI workshop. *Am Heart J* (1986) **111**:1177–1192.

13. Wilder RP, Greene JA, Winters KL, Iii WBL, Gubler KD, Edlich R. Physical Fitness Assessment: An Update. *JLT* (2006) **16**: doi:10.1615/JLongTermEffMedImplants.v16.i2.90

14. Haskell WL, Leon AS, Caspersen CJ, Froelicher VF, Hagberg JM, Harlan W, Holloszy JO, Regensteiner JG, Thompson PD, Washburn RA. Cardiovascular benefits and assessment of physical activity and physical fitness in adults. *Med Sci Sports Exerc* (1992) **24**:S201-220.

15. Solway S, Brooks D, Lacasse Y, Thomas S. A qualitative systematic overview of the measurement properties of functional walk tests used in the cardiorespiratory domain. *Chest* (2001) **119**:256–270.

16. Rikli RE, Jones CJ. The Reliability and Validity of a 6-Minute Walk Test as a Measure of Physical Endurance in Older Adults. *Journal of Aging and Physical Activity* (1998) **6**:363–375. doi:10.1123/japa.6.4.363

17. Oja P, Tuxworth B. Eurofit for Adults: Assessment of Health-Related Fitness. Brussels: Council of Europe (1995).

18. Jakobsen LH, Rask IK, Kondrup J. Validation of handgrip strength and endurance as a measure of physical function and quality of life in healthy subjects and patients. *Nutrition* (2010) **26**:542–550. doi:10.1016/j.nut.2009.06.015

19. Harris C, Wattles AP, DeBeliso M, Sevene-Adams PG, Berning JM, Adams KJ. The

seated medicine ball throw as a test of upper body power in older adults. *J Strength Cond Res* (2011) **25**:2344–2348. doi:10.1519/JSC.0b013e3181ecd27b

20. Jones CJ, Rikli RE, Beam WC. A 30-s chair-stand test as a measure of lower body strength in community-residing older adults. *Res Q Exerc Sport* (1999) **70**:113–119. doi:10.1080/02701367.1999.10608028

21. Jones CJ, Rikli RE, Max J, Noffal G. The reliability and validity of a chair sit-and-reach test as a measure of hamstring flexibility in older adults. *Res Q Exerc Sport* (1998) **69**:338–343. doi:10.1080/02701367.1998.10607708

22. Bohannon RW, Larkin PA, Cook AC, Gear J, Singer J. Decrease in timed balance test scores with aging. *Physical therapy* (1984) **64**:1067–1070.

23. Mackenzie B. Ruler Drop test [WWW]. (2004)

24. Lundin-Olsson L, Nyberg L, Gustafson Y. Attention, frailty, and falls: the effect of a manual task on basic mobility. *J Am Geriatr Soc* (1998) **46**:758–761.

25. Menant JC, Schoene D, Sarofim M, Lord SR. Single and dual task tests of gait speed are equivalent in the prediction of falls in older people: a systematic review and meta-analysis. *Ageing Res Rev* (2014) **16**:83–104. doi:10.1016/j.arr.2014.06.001

26. Petrella AFM, Gill DP, Petrella RJ. Evaluation of the Get Active Questionnaire in community-dwelling older adults. *Appl Physiol Nutr Metab* (2018) **43**:587–594. doi:10.1139/apnm-2017-0489

27. Bautmans I, Lambert M, Mets T. The six-minute walk test in community dwelling elderly: influence of health status. *BMC Geriatr* (2004) **4**:6. doi:10.1186/1471-2318-4-6

28. Enright PL, Sherrill DL. Reference equations for the six-minute walk in healthy adults. *Am J Respir Crit Care Med* (1998) **158**:1384–1387. doi:10.1164/ajrccm.158.5.9710086

29. Hill K, Wickerson LM, Woon LJ, Abady AH, Overend TJ, Goldstein RS, Brooks D. The 6-min walk test: responses in healthy Canadians aged 45 to 85 years. *Appl Physiol Nutr Metab* (2011) **36**:643–649. doi:10.1139/h11-075

30. Gray M, Paulson S, Powers M. Maximal, Not Habitual, Walking Velocity is More Highly Correlated to Functional Fitness of Community-Dwelling Older Adults. *J Aging Phys Act* (2016) **24**:305–310. doi:10.1123/japa.2015-0078

31. Nunnally J, Bernstein I. *Psychometric theory.* New York: McGraw-Hill (1994).

32. Briggs S, Cheek J. The role of factor analysis in the development and evaluation of personality scales. *Journal of Personality* (1986) **54**:106–148.

33. Clark L, Watson D. Constructing validity: Basic issues in objective scale development. *Psychological Assessment* (1995) **7**:309–319.

34. Nunnally J. *Psychometric theory*. 2nd ed. New York: McGraw-Hill. (1978).

35. Tsigilis N, Douda H, Tokmakidis SP. Test-retest reliability of the Eurofit test battery administered to university students. *Percept Mot Skills* (2002) **95**:1295–1300. doi:10.2466/pms.2002.95.3f.1295

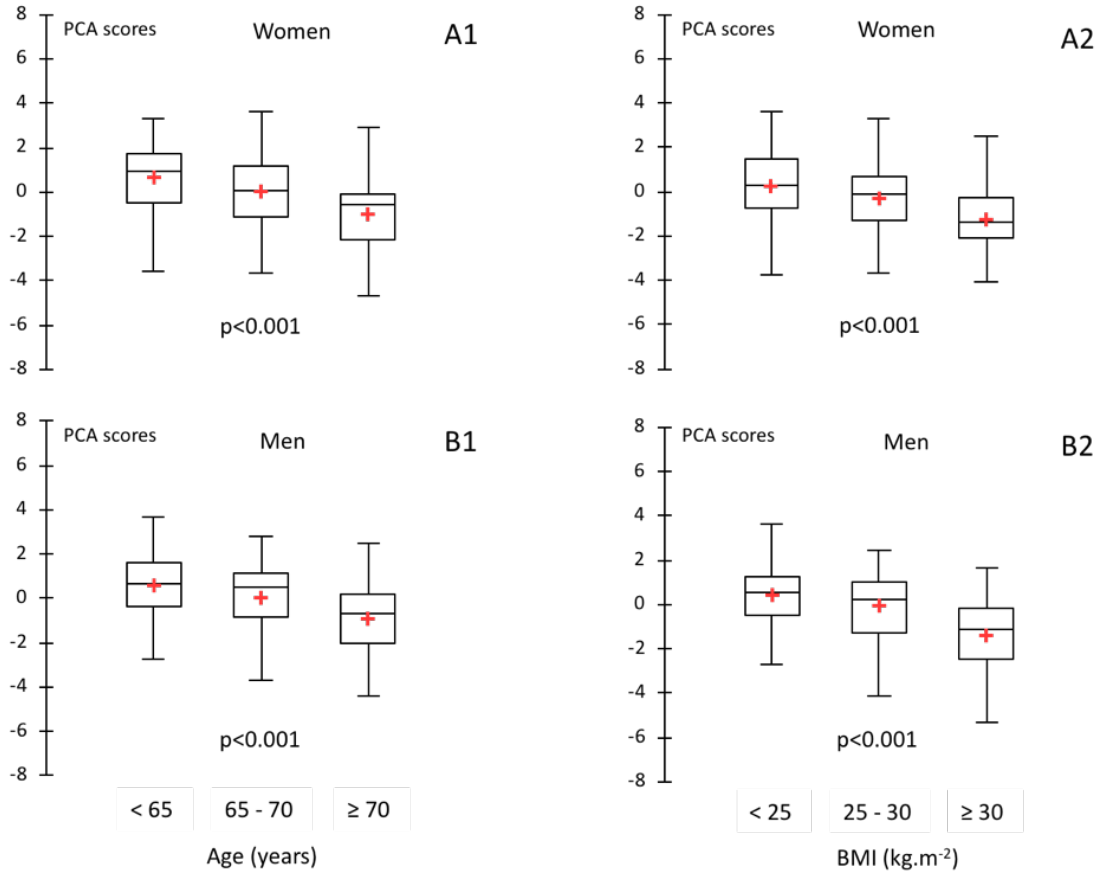
36. Springer BA, Marin R, Cyhan T, Roberts H, Gill NW. Normative values for the unipedal stance test with eyes open and closed. *J Geriatr Phys Ther* (2007) **30**:8–15.

37. Bohannon RW. Single Limb Stance Times: A Descriptive Meta-Analysis of Data From Individuals at Least 60 Years of Age. *Topics in Geriatric Rehabilitation* (2006) **22**:70–77.

38. Rikli R, Jones C. Functional Fitness Normative Scores for Community-Residing Older Adults, Ages 60-94. *Journal of Aging and Physical Activity* (1999) **7**:162.

FIGURES LEGENDS:

Figure 1. The relationship between the physical fitness scores and age for women (A1) and men (B1) and BMI for women (A2) and men (B2)



14

Table 1 : Table of correspondence of time of passage according to the number of supervisors and of participants.

Vitality Battery Tests	**1 participant**	**10 participants**	**10 participants**
	1 supervisor	**1 supervisor**	**2 supervisors**
6-minute walk test	8min	11min	9min 30s
Hand-grip strength test	1min 30s	4min	3min
Trunk strength test	2min	4min	3min
Medicine-ball throwing test	2min	6min	5min 30s
30-s chair-stand test	1min30s	3min30s	2min30s
Flexibility test	1min30s	4min	3min
Balance test	2min 30s	3min	2min30s
Plate-tapping test	1min30s	4min	3min
Ruler drop test	1min30s	4min 30s	3min 30s
Dual task test	1min30s	7min 30s	6min 30s
Results interpretation	4min	8min	6min
Total time	**27min 30s**	**59min 30s**	**48min**

* Time of passage = instruction + test + results interpretation

Table 2 : Characteristics of the participants (student *t* comparison)

	Women (n=281)			Men (n=247)			p values
	Mean ± SD	Min	Max	Mean ± SD	Min	Max	
Age (year)	67.5 ± 5.4	60.0	88	67.6 ± 5.5	60.0	86.0	ns
Stature (cm)	161.1 ± 6.1	145.0	178	173.8 ± 6.5	154.0	190.0	<0.0001
Body mass (kg)	63.7 ± 12.2	38.0	111	78.3 ± 12.3	51.0	123.0	<0.0001
BMI (kg/m^2)	24.5 ± 4.3	15.6	44.1	25.9 ± 3.3	18.5	38.3	<0.0001

Table 3 : Results and comparison of physical fitness parameters from the tests composing *The Vitality Battery test* between women and men groups

	Overall	Women	Men	p values men vs women
6-minute walk test (m)	571.0 ± 81.4	557.0 ± 79.5	590.9 ± 80.0	< 0.001
Trunk strength test (n)	10.0 ± 5.4	9.1 ± 5.4	11.3 ± 5.1	< 0.001
Hand-grip strength test (N/kg)	4.6 ± 1.1	4.0 ± 0.9	5.4 ± 1.0	< 0.001
Medicine-ball throwing test (m)	3.2 ± 0.7	2.8 ± 0.5	3.7 ± 0.6	< 0.001
30-s chair-stand test (n)	15.1 ± 3.2	14.7 ± 3.0	15.6 ± 3.4	< 0.001
Flexibility test (cm)	-0.2 ± 10.2	3.3 ± 8.0	-5.2 ± 10.9	= 0.004
Balance test (Δs)	16.0 ± 9.2	15.3 ± 9.3	17.1 ± 9.0	< 0.001
Plate-tapping test (s)	13.4 ± 3.4	14.0 ± 3.7	12.6 ± 2.8	= 0.014
Ruler drop Test (cm)	21.8 ± 7.0	22.4 ± 7.1	20.8 ± 6.8	< 0.001
Dual task test (Δs)	2.1 ± 1.8	2.5 ± 2.0	1.7 ± 1.5	< 0.001

Table 4. Internal consistency reliability of the Vitality Battery Test (Cronbach alpha) for overall population (A), for women (B) and for men (C).

(A) Overall	item-test correlation	item-rest correlation	average inter-item correlation	Cronbach alpha
6-minute walk test	0.63	**0.51**	0.25	0.75
Trunk strength test	0.59	**0.46**	0.25	0.75
Hand-grip strength test	0.70	**0.59**	0.23	0.73
Medicine-ball throwing test	0.65	**0.52**	0.24	0.74
30-s chair-stand test	0.58	**0.45**	0.25	0.75
Flexibility test	0.52	**0.38**	0.26	0.76
Balance test	0.57	**0.43**	0.26	0.76
Plate-tapping test	0.44	0.29	0.28	0.77
Ruler drop test	0.64	**0.52**	0.24	0.74
Dual task test	0.41	0.25	0.28	0.78
Test scale			0.25	**0.77**

(B) Women	item-test Correlation	item-rest correlation	average inter-item correlation	Cronbach alpha
6-minute walk test	0.63	**0.49**	0.20	0.65
Trunk strength test	0.54	**0.39**	0.19	0.67
Hand-grip strength test	0.61	**0.46**	0.20	0.66
Medicine-ball throwing test	0.49	**0.32**	0.21	0.68
30-s chair-stand test	0.60	**0.46**	0.20	0.66
Flexibility test	0.55	**0.38**	0.21	0.67
Balance test	0.47	**0.30**	0.19	0.69
Plate-tapping test	0.43	0.25	0.21	0.70
Ruler drop test	0.53	**0.37**	0.21	0.67
Dual task test	0.34	0.15	0.23	0.71
Test scale			0.19	**0.70**

(C) Men	item-test correlation	item-rest correlation	average inter-item correlation	Cronbach alpha
6-minute walk test	0.59	**0.45**	0.20	0.69
Trunk strength test	0.60	**0.46**	0.19	0.68
Hand-grip strength test	0.56	**0.41**	0.20	0.69
Medicine-ball throwing test	0.51	**0.35**	0.21	0.70
30-s chair-stand test	0.55	**0.40**	0.20	0.69
Flexibility test	0.52	**0.37**	0.21	0.70
Balance test	0.62	**0.48**	0.19	0.68
Plate-tapping test	0.48	**0.32**	0.21	0.71
Ruler drop test	0.51	**0.36**	0.21	0.70
Dual task test	0.38	0.19	0.23	0.73
Test scale			0.20	**0.72**

Table 5. Eigenvalues and the proportion of variation explained by the principal components for overall population, women and men.

Principal component	Eigenvalue	Difference	Proportion	Cumulative
Total sample				
1 (6MWT, TST, HGST, MBTT, RDT)	3.36	2.16	0.34	0.34
2 (BT, DTT)	1.20	0.21	0.12	0.46
3 (30sCST, FT)	0.99	0.08	0.10	0.55
4 (PTT)	0.91	0.10	0.09	**0.65**
Women				
1 (6MWT, TST, HGST, 30sCST, FT)	2.84	1.53	0.28	0.28
2 (BT, DTT)	1.31	0.36	0.13	0.42
3 (MBTT, PTT)	0.95	0.03	0.10	0.51
4 (RDT)	0.92	0.06	0.09	**0.60**
Men				
1 (6MWT, TST, HGST, 30sCST, FT)	2.75	1.52	0.28	0.28
2 (BT, DTT)	1.24	0.10	0.12	0.40
3 (MBTT, PTT)	1.14	0.13	0.11	0.51
4 (RDT)	1.02	0.11	0.10	**0.62**

Table 6. Correlations between each test and age and BMI for women and men

	Women	Men
6-minute walk test	0.68*	0.58*
Trunk strength test	0.59*	0.64*
Hand-grip strength test	0.67*	0.58*
Medicine-ball throwing test	0.39*	0.36*
30-s chair-stand test	0.58*	0.59*
Flexibility test	0.53*	0.43*
Balance test	0.36*	0.43*
Plate-tapping test	0.56*	0.47*
Ruler drop test	0.20*	0.23*
Dual task test	0.43*	0.59*
Age	**0.39***	**0.37***
BMI	**0.27***	**0.30***

* $p<0.05$

PARTIE 4 : Le dispositif ASM Vitality Test PEUT-IL ETRE UNE AIDE A L'OBSERVANCE D'UN PROGRAMME D'ACTIVITE PHYSIQUE CHEZ LE SENIOR ?

Après avoir démontré la faisabilité et la validité de la batterie de tests, nous nous sommes intéressés à la mise en place d'un programme d'activités physiques adaptées fondées sur le diagnostic établi par cet outil. Nous avons donc élaboré un programme d'AP, adapté pour répondre à un objectif d'augmentation spécifique des capacités physiques jugées faibles des personnes (notion d'objectif). Nous avons comparé l'effet de ce programme adapté à un programme multi-activités, sans fixation d'objectifs et qui ne privilégie pas automatiquement des activités correspondant aux caractéristiques de leur condition physique.

Adherence to a physical activity program depends on individual fitness purpose in older persons.

Mack-Inocentio D, Gaillard C, Finaud J, Doré E, Doreau B, Pereira B, and Duché P.

Soumis à : Journal of Strength and Conditioning Research

Octobre 2019

Problématique :

L'activité physique est un facteur important pour la santé et l'espérance de vie cependant le manque d'observance de l'activité physique constitue un obstacle important à la réalisation des objectifs de santé (Bauman et al., 2012). Plusieurs études ont noté une diminution des taux d'observances dans le temps (Findorff et al., 2009) et une diminution de celle-ci est plus marquée en fin de suivi (van der Bij et al., 2002 ; Martin et al., 2001). En effet, bien que l'observance ait été acceptable dans les programmes à court terme, à l'inverse, un très faible taux de réussite a été observé dans les programmes à long terme (Dishman et al., 1991). De manière générale, la littérature indique que 50% des participants qui entreprennent un programme d'activité physique abandonneront au cours des six premiers mois (Dishman et al., 1991).

Les évaluations de l'observance varient d'une étude à l'autre mais les mesures les plus courantes lors de programmes d'AP chez les personnes âgées sont la proportion de participants ayant terminé le programme d'AP, la proportion de séances d'AP suivies ou le nombre total de séances suivies (Picorelli et al., 2014 ; Rivera-Torres et al., 2019).

Récemment, Rivera-Torres et al. (2019) ont identifiés la condition physique comme influençant l'observance thérapeutique chez les personnes âgées. De la même façon, la méta-analyse de Amireault et al. (2013) a constaté que les croyances relatives aux capacités, à la motivation et aux objectifs faisaient partie des variables les plus fortement associées au maintien de l'activité physique.

Les programmes d'AP en groupe ont été identifiés comme un moyen particulièrement efficace de promouvoir l'engagement en matière d'activité physique chez les adultes plus âgés (Estabrooks et al., 1999 ; Lacy-Vawdon et al., 2018). Après un an, des taux d'observances de 63 à 84% dans les programmes d'AP en groupe ont été observés (van der Bij et al., 2002). Plusieurs études ont montré que des personnes qui se perçoivent comme semblables aux autres membres d'un groupe seront plus attirées par celui-ci et leur engagement au programme sera plus fort (Beauchamp et al., 2015 ; Dunlop et al., 2012). Chez les personnes âgées, l'observance à un programme d'AP est favorisée par la conviction qu'il peut procurer des résultats et que la personne est capable de le suivre (Flegal et al., 2007). De ce fait, nous avons comparé l'observance à long terme (10 mois) chez les adultes âgés (> 60 ans) d'un programme d'AP spécifiquement adapté aux capacités physiques jugées faibles, par rapport à programme multi-activités centré sur la non fixation d'objectifs.

Objectif :

L'objectif de cette étude est d'évaluer l'effet sur l'observance à un programme à long terme d'AP adapté aux capacités physiques les plus faibles, par rapport à un programme multi-activités centré sur la non fixation d'objectifs chez les adultes âgés.

Méthode :

Un total de 250 personnes a été invité à participer à une journée d'évaluation de la condition physique, 206 personnes se sont portées volontaires pour évaluer leur condition physique avec la batterie ASM Vitality Test. Les participants ayant déclaré avoir déjà une activité physique régulière et / ou une bonne condition physique ont été exclus. Un programme d'activité physique de 10 mois a été offert aux personnes restantes, parmi celles-ci, 70 personnes ont accepté de participer au programme.

Par rapport à leurs résultats aux tests de condition physique, les volontaires ont eu la possibilité de s'inscrire à des programmes d'activité physique spécifiques visant à améliorer leurs faiblesses. En effet, les participants ayant une condition physique cardiorespiratoire et musculaire faible pouvaient choisir de participer à un programme d'AP avec des exercices d'endurance et de force musculaire (CMF) ou de suivre un programme multi-activités (MPA) (cardio-fitness, yoga, sophrologie, badminton, musculation, zumba, vélo, step, stretching, danse, gym). De même, pour ceux dont la coordination et les capacités motrices sont médiocres ont pu choisir de participer à un programme comprenant des exercices de coordination, d'équilibre et de motricité (CBM) ou le programme MPA.

Les trois programmes d'activité physique ont été menés simultanément au sein de l'ASM Omnisports. Des séances de 60 minutes ont été organisées deux fois par semaine pendant 10 mois. Pour les groupes CMF et CBM, toutes les séances ont été animées par le même professionnel formé en activité physique adapté, responsable de chaque séance. Pour le groupe MPA, les sessions étaient animées par plusieurs professionnels en fonction de l'activité physique choisie.

L'observance a été définie comme le nombre et la proportion de sessions suivies pendant les programmes, enregistrés par les instructeurs. La proportion de participants ayant effectué la totalité du programme a été comptabilisée, celle-ci est un autre indicateur d'observance, elle a été exprimée en pourcentage d'abandon. Selon Tak, (2012), une observance de 75% est définie comme excellent, de 50 à 74% bonne, de 25 à 49% modérée et de moins de 25% mauvaise.

Résultats principaux :

L'observance, évaluée dans cette étude, était de 61,3 % pour le programme d'AP d'endurance et de force musculaire (CMF), de 49,7 % pour le programme d'AP de coordination, d'équilibre et de motricité (CBM) et de 33,3 % pour le programme multi-activités (MPA). L'observance était significativement plus élevée pour le programme CMF que pour le MPA ($p < 0,001$), par contre elle est supérieure mais non significative entre CBM et MPA ($p = 0,284$).

Le taux d'abandon selon le programme d'AP était de 24 % dans le groupe CMF, de 19 % dans le groupe CBM et de 54 % dans le groupe MPA. En d'autres termes, le pourcentage de personnes ayant terminé le programme était respectivement de 76%, 81% et 42% pour les groupes CMF, le CBM et le MPA.

L'échantillon de participants formant les trois groupes (CMF, CBM et MPA) ne présentait aucune différence significative en ce qui concerne le sommeil, les comportements sédentaires et l'activité physique avant le début du programme. Cependant, on observe des différences significatives pour certains tests, le groupe CMF a réalisé une meilleure performance pour le test de souplesse et de double tâche que le groupe CBM. A l'inverse le groupe CBM obtient un meilleur résultat pour le test de marche de 6 minutes que le groupe CMF.

Lors de la fin du programme d'AP, les trois groupes ont significativement amélioré leurs performances lors du test de marche de 6 minutes, du test assis-debout et du test de frappe de plaques. La masse grasse totale a diminué de manière significative uniquement pour le groupe CBM, tandis que le tour de taille a diminué de manière significative pour le groupe CMF et le groupe CBM. Le temps passé en position assise a sensiblement diminué pour le groupe CMF et le groupe CBM, tandis que l'activité physique a augmenté mais pas de manière significative.

Discussion et conclusion :

Nos résultats montrent que les deux groupes de participants CMF et CBM ont montré la meilleure observance par rapport au groupe de participants qui ont choisi leurs activités physiques (MPA).

Selon la littérature, une meilleure observance est observée pour des programmes collectifs supervisés par des instructeurs qualifiés. Des taux d'observance de 84 % en moyenne ont été rapportés chez des adultes âgés participant à des programmes à court terme (van der Bij et al., 2002) et des taux d'observance de 70 % en moyenne ont été observés lors de programmes de longues durées (van der Bij et al., 2002 ; Farrance et al., 2016).

Dans cette étude, l'observance mesurée par le pourcentage du nombre de participants ayant terminé le programme a atteint 76% pour le groupe d'endurance et de force musculaire (CMF) et 81% pour le groupe de coordination, d'équilibre et de motricité (CBM). Cependant, l'adhésion au groupe MPA n'a atteint que 42%. Selon l'étude de Picorelli (2014) montrant qu'une plus grande observance est obtenue avec des programmes supervisés, une hypothèse expliquant ce dernier résultat serait la supervision de sessions par différents instructeurs pour chaque activité. Bien que chaque session ait été supervisée, l'éducateur n'était pas nécessairement toujours le même pour le groupe MPA, alors que pour les deux autres groupes, CMF et CBM, l'éducateur était toujours le même et restait avec le groupe tout au long du programme.

Chez les personnes âgées, l'activité physique régulière et les programmes d'AP à plusieurs composantes ont des effets bénéfiques sur la santé, en améliorant les fonctions cardiovasculaires, fonctionnelles, métaboliques et cognitives (Bouaziz et al., 2016 ; Bouaziz et al., 2017). Nous avons constaté que 10 mois d'activité physique régulière améliorait la condition physique des personnes

âgées, quelle que soit la modalité du programme. Toutes les améliorations significatives étaient indépendantes de l'observance.

En conclusion, l'observance d'un programme d'activité physique de 10 mois était significativement plus élevée pour le groupe de programme d'AP d'endurance et de force musculaire (CMF) et le programme d'AP de coordination, d'équilibre et de motricité (CBM) comparé au groupe de participants au programme multi-activités (MPA). La motivation à améliorer ses faiblesses pourrait expliquer ce résultat. Lorsque le groupe était supervisé par le même instructeur et que l'objectif du participant était clair, l'observance était comprise entre 76 et 81%. La connaissance du niveau de condition physique et des possibilités d'amélioration permet de définir des objectifs. Un programme d'activité physique destiné à améliorer les capacités jugées faibles de la condition physique suscite la meilleure observance.

Adherence to a physical activity program depends on individual fitness purpose in older persons

Damien MACK-INOCENTIO[1,2], Camille GAILLARD[1], Julien FINAUD[3], Éric DORÉ[1,2], Bastien DOREAU[4], Bruno PEREIRA[5], Pascale DUCHÉ[6].

Head Title: Adherence to a Physical Activity Program

1- Université Clermont Auvergne, Laboratoire des Adaptations Métaboliques à l'Exercice en conditions Physiologiques et Pathologiques (AME2P, EA 3533), , Clermont-Ferrand, France.

2- Centre de Recherche en Nutrition Humaine d'Auvergne, Inra Clermont-Ferrand, France.

3- Association Sportive Montferrandaise, 63000 Clermont-Ferrand, France.

4- Université Clermont Auvergne, CNRS, Laboratoire d'Informatique, de Modélisation et d'Optimisation des Systèmes, Clermont-Ferrand, France

5- CHU Clermont-Ferrand, Unité de Biostatistiques (DRCI), Clermont-Ferrand, France

6- Université de Toulon, Laboratoire Impact de l'Activité Physique sur la Santé (IAPS), 83000 Toulon, France.

Corresponding author: Pascale Duché, Laboratoire Impact de l'Activité Physique sur la Santé (IAPS), 83000 Université de Toulon, F-Toulon.

Mobile: +33 6 52 18 38 91

E-mail: Pascale.DUCHE@univ-tln.fr

DMI and PD wrote the manuscript and drafted the study design. DMI, CG, JF, ED and BD conducted the data acquisition and analysis. BP performed the statistical analysis. PD, ED and JF supervised the project. All authors contributed to the manuscript revision and read and approved the submitted version.

Adherence to a physical activity program depends on individual fitness purpose in older persons

ABSTRACT

Adherence to a physical activity program in older adults depends on program characteristics and personal factors. The effect of a long-term program on adherence in older adults seeking to improve low physical fitness compared to a multiactivity practice was studied.

Seventy persons aged over 60 years took part in 60-minute sessions twice a week for 10 months. Physical fitness was assessed with a battery of field tests before and after a 10-month program. 25 participants with low cardiorespiratory and muscular fitness followed a program with endurance and strength exercises (CMF), 21 with low coordination and motor skills participated in a program with coordination, balance, and motor exercises (CBM), 24 followed a free-choice multi-physical activities (MPA). Adherence was assessed by quantitative indicators and analysis of temporal dynamics.

Adherence was 61.3 ± 25.8% for the CMF group, 49.7 ± 25.0% for the CBM and 33.3 ± 25.8 for the MPA. The graph of the probability to complete the program showed an early fall for the MPA group: only about 42% of the participants in MPA would continue the program for 10 consecutive months. The curve of adherence decreased regularly during the 10-month program: after 6 months adherence had fallen by 20% for CMF and by 14% for CBM, and after 10 months by 24% for CMF and by 19% for CBM.

When the 10-month physical activity program group was supervised by the same instructor and when the participant's individual goal was clear, adherence was significantly higher ($p<0.05$) in the range 76–81%.

Key words: observance, senior, physical fitness, training

INTRODUCTION

Structured, supervised, regular physical activity programs have been found to be positively associated with several fitness variables, and confer about a 30% reduction in risk for all-cause mortality in adults (40). Observed benefits include helping to prevent falls (20), increasing muscle strength (25), enhancing balance and flexibility (21), improving a range of other outcomes such as functional, psychological, social wellbeing (2) and preserving cognitive and motor functions (28) in older people.

While physical activity is well-known for its positive impact on chronic disease prevention among older adults, to glean the overall benefits, significant emphasis should be focused on continued participation and long-term practice. Although physical activity is among the most important factors affecting health and life expectancy, poor adherence to physical activity is a significant hindrance in achieving health goals (2). Even so, several studies have noted declining levels of adherence over time (14) and more decrease in adherence in later stages of follow-up than immediately after beginning exercise (4,29). Although adherence was acceptable in short-term programs, a very low success rate was observed in long-term programs (10). Generally, the literature states that 50% of participants who start a physical activity program will drop out within the first six months (9).

The definitions and assessments of adherence vary from one study to another. Some studies define adherence based on absolute attendance, while others take the percentage of exercise sessions attended, or duration adherence measured as how long a participant does exercises at each session (19). Generally, adherence assessment has included the number of exercise

sessions that the person engaged in or the number of minutes of exercise done. The most common measures of adherence to exercise programs for older adults are the proportion of participants completing exercise programs, the proportion of exercise sessions attended or the total sessions attended (33,35).

The systematic review published by (33) showed that a very high adherence was observed in supervised exercise programs and that physical activity adherence was adversely affected by factors such as low self-efficacy, low motivation, depression, lack of interest, fear of falling, health status, physical ability, low expectations, socioeconomic status and exercise program characteristics (33). In their very recent report, Rivera-Torres et al. (2019) identified socioeconomic status, education level, living arrangements, health status, pacemakers, physical fitness, and depression as the major factors affecting adherence in older adults. In the same way, the meta-analysis of Amireault et al. (2013) found that beliefs about capabilities and motivation and goals were among the variables most strongly associated with physical activity maintenance.

A mixed-method systematic review of community-based exercise interventions reported that adherence in qualitative studies was around 70% and depended on individual factors (e.g. physical health benefits, personal goal and psychological well-being) and program design (e.g. aerobic exercise versus strength training) (13,17,32). Group-based physical activity programs have been identified as a particularly effective means of promoting sustained physical activity commitment among older adults (12,24). After 1 year, adherence rates in group-based exercise programs of 63–84% have been observed (4). Several studies have shown that if people perceive themselves to be similar to other members of a given group, in terms of salient underlying qualities, they will be more attracted to that group and their commitment will be

stronger (3,11). In older persons, adherence to a physical activity program is promoted by the belief that it could be effective (i.e. outcome expectancy) and that the individual can follow it (15).

Because adherence in older adults is multifactorial and is influenced by both program characteristics and personal factors, it is important to understand the role of these personal factors, such as physical fitness and program characteristics, in terms of personal goals. We assessed long-term (10-month) adherence to a physical activity program in older adults (age > 60 years) intended to improve physical fitness compared with a multiactivity practice. Adherence was assessed by percentage of sessions attended or percentage of persons completing the program, and by analysis of temporal dynamics.

METHODS

Population

Seventy persons aged over 60 years (range 60–76 years) participated in the study. All had previously taken part in a physical fitness assessment day organized by French health insurance. In all, 250 persons were invited to participate. Finally, 206 volunteered to assess their physical fitness with the Vitality Test Battery. Participants who claimed to already have regular physical activity and/or high fitness were excluded (n = 95). A 10-month physical activity program was offered to the remaining persons (n = 111). Forty-seven people did not wish to take advantage of the program offered. Finally, 70 persons volunteered to participate in the program (Figure 1).

Experimental Approach to the Problem

Based on their fitness test scores, volunteers were offered the possibility to enroll in specific physical activity programs aimed at improving their physical fitness.

Participants with low cardiorespiratory and muscular fitness could choose to participate in a program with endurance and strength exercises (CMF) or to practice a free range of multi-physical activities (MPA).

Participants with poor coordination and motor skills could choose to participate in a program with coordination, balance and motor exercises (CBM) or to practice multi-physical activities (MPA).

The three physical activity programs were to be conducted concurrently. The study was conducted at the ASM multi-sport center in Clermont-Ferrand.

The baseline distribution of the 70 participants and their characteristics are presented in Table 1.

INSERT Table 1

All procedures requiring the protection of human subjects were approved by the French data protection office (CNIL, 2016-07-05), and the University's local ethics board approved the study. In accordance with the Helsinki Declaration, written informed consent was obtained from each participant prior to inclusion and participation in the tests.

Procedures

Physical fitness assessment: Vitality Test Battery

Before (M0) and after the 10-month physical activity program (M10), physical fitness of all participant was assessed by the Vitality Test Battery. This consists of ten physical tests to evaluate the components of fitness-related health: cardiorespiratory fitness (six-minute walk test), muscular fitness (trunk strength test, hand-grip strength test, medicine-ball throwing test,

30 s chair-stand test), coordination, balance and motor skills (seated flexibility test, balance test and coordination tests – plate-tapping test, ruler drop test, dual task test).

For each test, the performance of the 206 participants was expressed in quintile values. Each data set represented 20% of a given population and determined scores between 1 and 5 points. To be considered as having low cardio-respiratory fitness, participants had to have a score below 2 (40% lowest performance) for the six-minute walk test. The same process was applied for muscular fitness, coordination, flexibility, balance and motor skills.

Body composition

Body mass (BM), total fat percentage (%) and lean body mass (kg) were measured by bioelectrical impedance analysis (Tanita BC-545N). Stature was measured using a calibrated stadiometer. Body mass index (BMI) was calculated as body weight divided by stature squared (kg/m^2). Waist circumference was measured with tape.

Cardiorespiratory fitness assessment

The six-minute walk test (6MWT) assesses the submaximal level of functional cardio-respiratory capacity. The 6MWT is a simple, practical test that reflects activities of daily living (36) and is validated in older adults (Rikli & Jones, 1998).

Muscular fitness assessment

Muscular endurance and strength were evaluated by five different tests:

The trunk strength test (TST) consisted of three sets of five different abdominal trials used to assess abdominal strength (31). The hand-grip strength test (HGS test) assesses gripping force with a hand dynamometer (Oja and Tuxworth, 1995; Jakobsen et al., 2010). HGS was measured with a hand-held dynamometer (Takeï TK200, measurement range 5–100 kg with 0.1 kg

increments). HGS was evaluated only in the dominant hand. For the medicine-ball throwing test the participants sat with their back against a wall, and the propulsive force of the upper limbs was assessed (18). Each volunteer performed two test throws of a medicine ball weighing 2 kg for women and 3 kg for men. The best distance was recorded. For the 30 s chair-stand test (30CST), participants were asked to rise to a full stand from a fully seated position and complete as many full stands as possible in 30 s (Oja and Tuxworth, 1995; Jones et al., 1999) .

Coordination, balance and motor skills assessment

Flexibility was assessed using the seated flexibility test (SFT), the distance between fingers and the toes was measured. The distance was positive when the fingers extended beyond the feet and negative when the fingers did not reach the feet (Oja and Tuxworth, 1995; Jones et al., 1998). The balance test (BT) was 30 seconds eyes open and closed on one leg of choice (5): the aim was to reach 30 seconds maximum without loss of balance and/or support of the free leg (5). The longest times achieved for each balancing activity was recorded. Eyes open time, eyes closed time and difference between the times (Δ) were recorded. Only the difference between time with eyes open and eyes closed (Δ) was analyzed. The aim of the plate-tapping test (PTT) was to assess the coordination of arm activity and speed by measuring the time for the dominant hand to touch two discs 80 cm apart 25 times while the other hand is at rest between the two discs. The best time to go back and forth 25 times was recorded (31). The ruler drop test (RDT) of Mackenzie (2004), in which the subject has to catch a 40 cm ruler dropped by the examiner as quickly as possible, evaluates reaction time. The dual task test (DTT) of (26) assesses coordination by measuring the time difference between a 10 m single brisk walk and a 10 m brisk walk with a constraint (holding a ball balanced on a plate without dropping it). The dual task paradigms typically require participants to divide their attention and

concurrently undertake two or more tasks. Inability to perform two or more tasks simultaneously (multi or dual tasking) was regarded as an indicator of a higher fall risk (30).

All the tests were performed twice, except for the 6-minute walk test, and the higher score was retained (26).

To analyze the potential secondary effect of the program, moderate-intense physical activity (MVPA), sedentary behavior (sitting time and screen-viewing time) and sleep were evaluated with a recall log. Each participant was asked to report, for each day for one week, time spent sitting, screen-viewing, engaging in physical activity (besides the session of the study program) and bedtime and wake-up times, one week before and after.

Physical activity programs

60-minute sessions held twice a week for 10 months were offered. For the CMF and CBM groups, all the sessions were run by the same trained professional in adapted physical activity who was responsible for each session. For the MPA group, sessions were run by several professionals according to the chosen physical activity (e.g. stretching, dancing, badminton, gymnastics).

All the groups attended two 1 h sessions per week: Tuesday and Thursday for the CMF and CBM groups, and any day for the MPA group. All the program sessions were supervised by a trained instructor.

CMF program. The CMF program was to be attended two days per week (Tuesday and Thursday), with a rest day between sessions, and each 1 h session included exercises for all major muscle groups in the upper and lower body. Each session consisted of a warm-up, moderate-intensity exercise, and a cooldown. Endurance (aerobic) circuit training to increase cardiorespiratory fitness was performed on Tuesday and circuit resistance training to improve

muscle strength was performed on Thursday. The aim was to improve aerobic and muscular fitness.

CBM program: The program consisted of sessions designed to improve accuracy, balance, dual tasking, coordination, responsiveness and motor skills. Concurrent cognitive tasks were performed during physical games with coordination associated with cognitive tasks. The subjects switched direction, walking either forward or backward, according to the patterns of instruction. Since the constraint was progressive, the exercises were more and more complex and more and more intense during the program, the working hours getting gradually longer and the rest periods shorter. Variations and different levels of complexity and simplification for each person were introduced for each situation.

MPA program: The participants in the multi-activities group chose the activity they wished to practice among the following: cardio-fitness, yoga, sophrology, badminton, muscular strength training, zumba, biking, step, stretching, dance, gym. For each activity, two 1 h sessions were offered per week.

Adherence

Adherence was defined as the number and the proportion of sessions attended during the programs as recorded by the instructors, expressed in number and percentage of the total number of sessions. Proportion of participants completing exercise programs, as another indicator of adherence, was observed and expressed as a drop-out percentage. From (39), participation in 75% or more of the exercise sessions was defined as excellent adherence, 50–74% good, 25–49% moderate, and less than 25% poor.

Statistical analysis

Statistical analyses were performed using Stata software, Version 13 (StataCorp, College Station, TX, US). All tests were two-sided, with a Type I error set at 0.05. Continuous data were expressed as mean ± standard deviation (SD) or median [interquartile range] according to statistical distribution. The assumption of normality was assessed by using the Shapiro-Wilk test. Random-effects models for repeated data were performed to compare the effects of physical activity program between groups (CMF, CBM and MPA). The following fixed effects were measured: time, group and *time x group* interaction, taking into account between and within participant variability (subject as random-effect). A Sidak's type I error correction was applied to perform multiple comparisons. The normality of residuals from these models was studied using the Shapiro-Wilk test. When appropriate, a logarithmic transformation was proposed to achieve the normality of dependent outcome. Multivariable analyses were then conducted using the aforementioned mixed models in order to consider age, gender and adherence confounders variables as covariates. Concerning non-repeated comparisons (for example comparisons before the program), the statistical analyses were carried out using analysis of variance (ANOVA), or non-parametric Kruskal-Wallis test if the assumptions of ANOVA were not met. The homoscedasticity was analysed using the Bartlett's test. If appropriate (omnibus p-value less than 0.05), a post-hoc test for multiple comparisons was proposed: Tukey-Kramer test post ANOVA or Dunn test after Kruskal-Wallis test. The adherence was treated as a censored variable and was estimated using Kaplan-Meier method. The comparisons between groups were realized using log-rank test, with proportional-hazard hypothesis studied by Schoenfeld's test.

RESULTS

Adherence

Adherence, assessed by the proportion of sessions attended (total 68 sessions), was 61.3 ± 25.8% for the cardiorespiratory and muscular fitness program (CMF), 49.7 ± 25.0% for the cognitive-balance and motor functions program (CBM) and 33.3 ± 25.8% for the multi-physical activities program (MPA) (Table 2). Adherence was significantly higher for CMF than for MPA ($p < 0.001$), and higher but not significantly so than CBM ($p = 0.094$). No significant difference in adherence between CBM et MPA ($p = 0.284$) was observed.

INSERT Table 2

In the CFM group, 25 subjects started and 19 finished the 10-month program, a total drop-out rate of 24%. In the CBM group, 21 participants and 17 persons completed the program for a total drop-out of 19%, and in MPA group, the ratio was 24 versus 10, a total drop-out of 54% (Table 2). In other words, the percentage of persons completing the program was 76%, 81% and 42% for CMF, CBM and MPA, respectively. Rates of excellent adherence, qualified as participation in 75% or more of the sessions, were 52%, 48% and 4%, respectively for the CMF, CBM and MPA groups.

INSERT Figure 2

The graph shows that the probabilities of a person being active in the CMF, CBM and MPA groups were respectively for 12 weeks 0.92, 0.95 and 0.58, for 24 weeks 0.80, 0.86 and 0.54 and for 34 weeks 0.76, 0.81 and 0.42 (Figure 2).

Effects of the physical activity program

Before the program, CMF subjects were significantly heavier, fatter and had a higher LBM than the CBM and MPA subjects. No significant difference was observed for sleep, sedentary behavior (sitting and screen times) and MVPA between the three groups. However, depending on the inclusion criteria, the CMF group presented the best significant performance for the

flexibility test and dual task test (Δs). CBM group presented the best significant performance for the 6-minute walk test.

All three groups significantly improved LBM and performance in the 6-minute walk test, 30 s chair-stand test and plate-tapping test (Tables 3, 4 and 5). Total fat mass decreased significantly only for CBM, while waist circumference decreased significantly for CMF and CBM. Sitting time decreased significantly for CMF and CBM, while MVPA increased, though non-significantly. All significant improvements persisted after adjustment for adherence.

INSERT Table 3

DISCUSSION

In this study, adherence was assessed by indicators such as the percentage of all sessions completed and also considered by temporal dynamics. Regarding both indicators and temporal dynamics of adherence, our results show that the two groups of participants who had as an objective to improve poor physical fitness (CMF and CBM) showed the best adherence compared to the group of participants who chose their physical activities (MPA).

According to the literature, the best adherence is observed with collective programs supervised by qualified instructors. High rates of adherence by older adults to short-term group-based programs (6 months) of 55–100% (mean 84%) have been reported (4). For long durations (>12 months), adherence rates of 63–84% (mean = 70%) were observed (4,13). In this study, adherence measured as the percentage of the number of participants who completed the program reached 76% for the cardiorespiratory and muscular fitness and 81% for coordination and motor skills group. However, adherence for the multi-physical activities group reached only 42%. According to the review of (33) showing that higher adherence is obtained with supervised programs, one hypothesis explaining this last result would be the supervision of sessions by different instructors for each activity. Although each session was well supervised,

the educator was not necessarily always the same for the MPA group, whereas for the other two groups, CMF and CBM, the instructor was always the same and stayed with the group throughout the program.

When adherence was assessed by percentage of sessions attended, our results were low: 61%, 50% and 33% for CMF, CBM and MPA, respectively. Our results fit the range of results obtained by other authors. Previous studies reported that adherence to physical activity programs might be influenced by intensity and/or duration of exercise. Picorelli et al. (2014) conducted a study on adherence to physical activity of women aged 65 and over, divided into two physical activity programs: a muscle training group and an aerobic training group. The adherence rate (calculated based on the number of sessions performed) was 49.70% in the aerobic exercise group and 56.20% in the muscle training group. Self-efficacy to perform a task in accordance with the individual's profile and their individual goals must be adequate to obtain the highest adherence (16).

Previous studies have shown that adherence declines over time (14) and the decrease in adherence is more clearly evident in later stages of a program (4,29). The temporal dynamics of adherence were very different between MPA and both CMF and CBM. The graph of the probability of completing the program showed that only about 42% of the participants in the MPA group were expected to continue the program for 10 consecutive months. The curve of adherence decreased regularly during the 10-month program, after 6 months the adherence had dropped to 20% for CMF and to 14% for CBM, and after 10 months to 24% for CMF and 19% for CBM. Few studies have examined the temporal aspect of adherence in physical activity programs. Focusing on temporal aspects of adherence, the results of the MPA group could be compared with the studies on adherence in a fitness center. In (37), 63% of new participants

stopped activities before the third month, and fewer than 4% remained for more than 12 months of continuous activity. The general survival curve shows that the decrease in adherence was rapid during the first 6 months, and slow, regular and progressive during the last 6 months.

In older persons, regular physical activity, aerobic work and multicomponent programs have demonstrated benefits to health, improving cardiovascular, functional, metabolic and cognitive functions (6,7). We found that 10 months of regular physical activity improved physical fitness in older persons, whatever the modality of the program. All significant improvements were independent of adherence. Previous studies underlined that the amount of exercise was unrelated to adherence (8,38). The recent report of (35) identified factors associated with adherence to physical activity programs in older persons (35). Better physical ability was one of the facilitators for engaging in physical activity programs (33), and the improvement of physical fitness was not described as a determinant of adherence.

To conclude, adherence to a 10-month physical activity program was significantly higher for a cardiorespiratory and muscular fitness group and a coordination, balance, motor exercises group than for a multi-physical activities group. The motivation to improve poor physical fitness could explain this outcome. When the group was supervised by the same instructor and when the participant's goal was clear, adherence was in the range 76–81%. Adherence fell during the first 12 weeks for the participants who chose their activities. Knowledge of physical fitness level and opportunities for improvement helps to set goals. A physical activity program intended to improve self-judged weaknesses elicits the best adherence.

PRATICAL APPLICATIONS

In older persons, the best adherence has been obtained with supervised physical activity program. The knowledge of the physical competence shall be taken into consideration to improve intrinsic motivation of participants. The motivation has been identified as being due to interest and enjoyment, the desire to appear competent, and goals related to improvements fitness. Based on the results of the study, the assessment of physical fitness before the program allowed a collaborative construction of the goal and a better adherence.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank all the participating subjects.

REFERENCES

1. Amireault, S, Godin, G, and Vézina-Im, L-A. Determinants of physical activity maintenance: a systematic review and meta-analyses. *Health Psychol Rev* 7: 55–91, 2013.

2. Bauman, AE, Reis, RS, Sallis, JF, Wells, JC, Loos, RJF, Martin, BW, et al. Correlates of physical activity: why are some people physically active and others not? *Lancet Lond Engl* 380: 258–271, 2012.

3. Beauchamp, MR, Harden, SM, Wolf, SA, Rhodes, RE, Liu, Y, Dunlop, WL, et al. GrOup based physical Activity for oLder adults (GOAL) randomized controlled trial: study protocol. *BMC Public Health* 15: 592, 2015.

4. van der Bij, AK, Laurant, MGH, and Wensing, M. Effectiveness of physical activity interventions for older adults: a review. *Am J Prev Med* 22: 120–133, 2002.

5. Bohannon, RW, Larkin, PA, Cook, AC, Gear, J, and Singer, J. Decrease in timed balance test scores with aging. *Phys Ther* 64: 1067–1070, 1984.

6. Bouaziz, W, Lang, PO, Schmitt, E, Kaltenbach, G, Geny, B, and Vogel, T. Health benefits of multicomponent training programmes in seniors: a systematic review. *Int J Clin Pract* 70: 520–536, 2016.

7. Bouaziz, W, Vogel, T, Schmitt, E, Kaltenbach, G, Geny, B, and Lang, PO. Health benefits of aerobic training programs in adults aged 70 and over: a systematic review. *Arch Gerontol Geriatr* 69: 110–127, 2017.

8. Carpenter, R and Gilleland, D. Impact of an exercise program on adherence and fitness indicators. *Appl Nurs Res ANR* 30: 184–186, 2016.

9. Dishman, RK. Compliance/adherence in health-related exercise. *Health Psychol* 1: 237–267, 1982.

10. Dishman, RK. Increasing and maintaining exercise and physical activity. *Behav Ther* 22: 345–378, 1991.

11. Dunlop, WL and Beauchamp, MR. The relationship between intra-group age similarity and exercise adherence. *Am J Prev Med* 42: 53–55, 2012.

12. Estabrooks, PA and Carron, AV. Group cohesion in older adult exercisers: prediction and intervention effects. *J Behav Med* 22: 575–588, 1999.

13. Farrance, C, Tsofliou, F, and Clark, C. Adherence to community based group exercise interventions for older people: A mixed-methods systematic review. *Prev Med* 87: 155–166, 2016.

14. Findorff, MJ, Wyman, JF, and Gross, CR. Predictors of long-term exercise adherence in a community-based sample of older women. *J Womens Health 2002* 18: 1769–1776, 2009.

15. Flegal, KE, Kishiyama, S, Zajdel, D, Haas, M, and Oken, BS. Adherence to yoga and exercise interventions in a 6-month clinical trial. *BMC Complement Altern Med* 7: 37, 2007.

16. Flegal, KE, Kishiyama, S, Zajdel, D, Haas, M, and Oken, BS. Adherence to yoga and exercise interventions in a 6-month clinical trial. *BMC Complement Altern Med* 7: 37, 2007.

17. Franco, MR, Tong, A, Howard, K, Sherrington, C, Ferreira, PH, Pinto, RZ, et al. Older people's perspectives on participation in physical activity: a systematic review and thematic synthesis of qualitative literature. *Br J Sports Med* bjsports-2014-094015, 2015.

18. Harris, C, Wattles, AP, DeBeliso, M, Sevene-Adams, PG, Berning, JM, and Adams, KJ. The seated medicine ball throw as a test of upper body power in older adults. *J Strength Cond Res* 25: 2344–2348, 2011.

19. Hawley-Hague, H, Horne, M, Skelton, DA, and Todd, C. Review of how we should define (and measure) adherence in studies examining older adults' participation in exercise classes. *BMJ Open* 6: e011560, 2016.

20. Hopewell, S, Copsey, B, Nicolson, P, Adedire, B, Boniface, G, and Lamb, S. Multifactorial interventions for preventing falls in older people living in the community: a systematic review and meta-analysis of 41 trials and almost 20 000 participants. *Br J Sports Med* , 2019.

21. Howe, TE, Rochester, L, Neil, F, Skelton, DA, and Ballinger, C. Exercise for improving balance in older people. *Cochrane Database Syst Rev* CD004963, 2011.

22. Jones, CJ, Rikli, RE, and Beam, WC. A 30-s chair-stand test as a measure of lower body strength in community-residing older adults. *Res Q Exerc Sport* 70: 113–119, 1999.

23. Jones, CJ, Rikli, RE, Max, J, and Noffal, G. The reliability and validity of a chair sit-and-reach test as a measure of hamstring flexibility in older adults. *Res Q Exerc Sport* 69: 338–343, 1998.

24. de Lacy-Vawdon, CJ, Klein, R, Schwarzman, J, Nolan, G, de Silva, R, Menzies, D, et al. Facilitators of Attendance and Adherence to Group-Based Physical Activity for Older Adults: A Literature Synthesis. *J Aging Phys Act* 26: 155–167, 2018.

25. Liu, C-J and Latham, NK. Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults. *Cochrane Database Syst Rev* CD002759, 2009.

26. Lundin-Olsson, L, Nyberg, L, and Gustafson, Y. Attention, frailty, and falls: the effect of a manual task on basic mobility. *J Am Geriatr Soc* 46: 758–761, 1998.

27. Mackenzie, B. Ruler Drop test [WWW]. , 2004.

28. Maki, Y, Ura, C, Yamaguchi, T, Murai, T, Isahai, M, Kaiho, A, et al. Effects of intervention using a community-based walking program for prevention of mental decline: a randomized controlled trial. *J Am Geriatr Soc* 60: 505–510, 2012.

29. Martin, KA and Sinden, AR. Who will stay and who will go? A review of older adults' adherence to randomized controlled trials of exercise. *J Aging Phys Act* 9: 91–114, 2001.

30. Menant, JC, Schoene, D, Sarofim, M, and Lord, SR. Single and dual task tests of gait speed are equivalent in the prediction of falls in older people: a systematic review and meta-analysis. *Ageing Res Rev* 16: 83–104, 2014.

31. Oja, P and Tuxworth, B. Eurofit for Adults: Assessment of Health-Related Fitness. Brussels: Council of Europe, 1995.

32. Picorelli, AMA, Pereira, DS, Felício, DC, Dos Anjos, DM, Pereira, DAG, Dias, RC, et al. Adherence of older women with strength training and aerobic exercise. *Clin Interv Aging* 9: 323–331, 2014.

33. Picorelli, AMA, Pereira, LSM, Pereira, DS, Felício, D, and Sherrington, C. Adherence to exercise programs for older people is influenced by program characteristics and personal factors: a systematic review. *J Physiother* 60: 151–156, 2014.

34. Rikli, RE and Jones, CJ. The Reliability and Validity of a 6-Minute Walk Test as a Measure of Physical Endurance in Older Adults. *J Aging Phys Act* 6: 363–375, 1998.

35. Rivera-Torres, S, Fahey, TD, and Rivera, MA. Adherence to Exercise Programs in Older Adults: Informative Report. *Gerontol Geriatr Med* 5, 2019.Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6343518/

36. Solway, S, Brooks, D, Lacasse, Y, and Thomas, S. A qualitative systematic overview of the measurement properties of functional walk tests used in the cardiorespiratory domain. *Chest* 119: 256–270, 2001.

37. Sperandei, S, Vieira, MC, and Reis, AC. Adherence to physical activity in an unsupervised setting: Explanatory variables for high attrition rates among fitness center members. *J Sci Med Sport* 19: 916–920, 2016.

38. Stralen, MM van, Vries, HD, Mudde, AN, Bolman, C, and Lechner, L. Determinants of initiation and maintenance of physical activity among older adults: a literature review. *Health Psychol Rev* 3: 147–207, 2009.

39. Tak, ECPM, van Uffelen, JGZ, Paw, MJMCA, van Mechelen, W, and Hopman-Rock, M. Adherence to exercise programs and determinants of maintenance in older adults with mild cognitive impairment. *J Aging Phys Act* 20: 32–46, 2012.

40. Warburton, DE, Charlesworth, S, Ivey, A, Nettlefold, L, and Bredin, SS. A systematic review of the evidence for Canada's Physical Activity Guidelines for Adults. *Int J Behav Nutr Phys Act* 7: 39, 2010.

Figure 1. Trial procedure

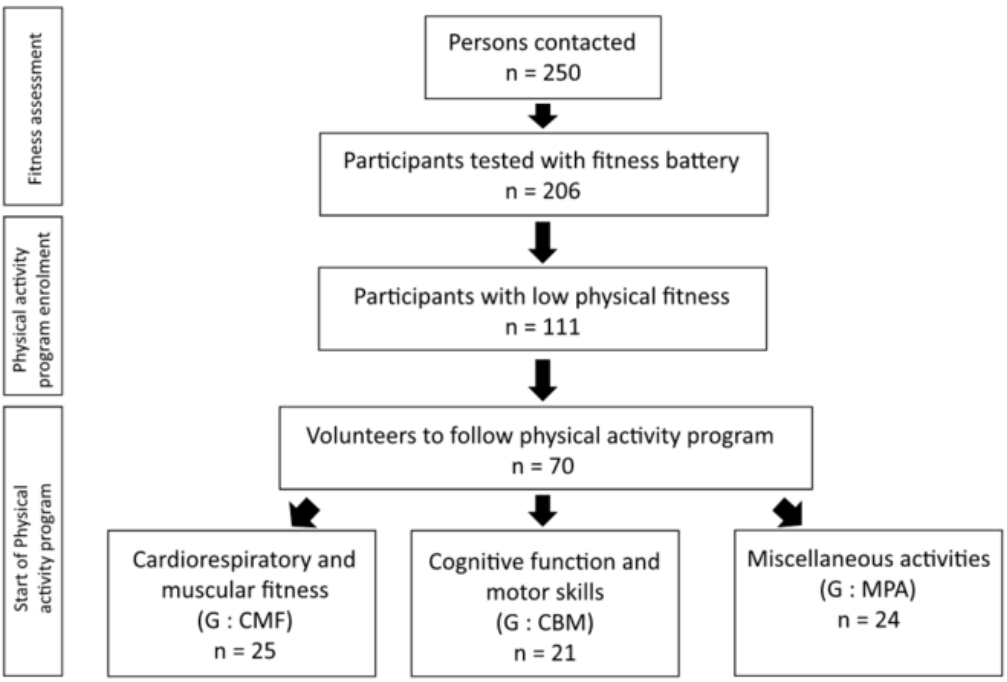


Figure 2. Overall probability of following CBM, CMF and MPA programs (Kaplan-Meier survival analysis).

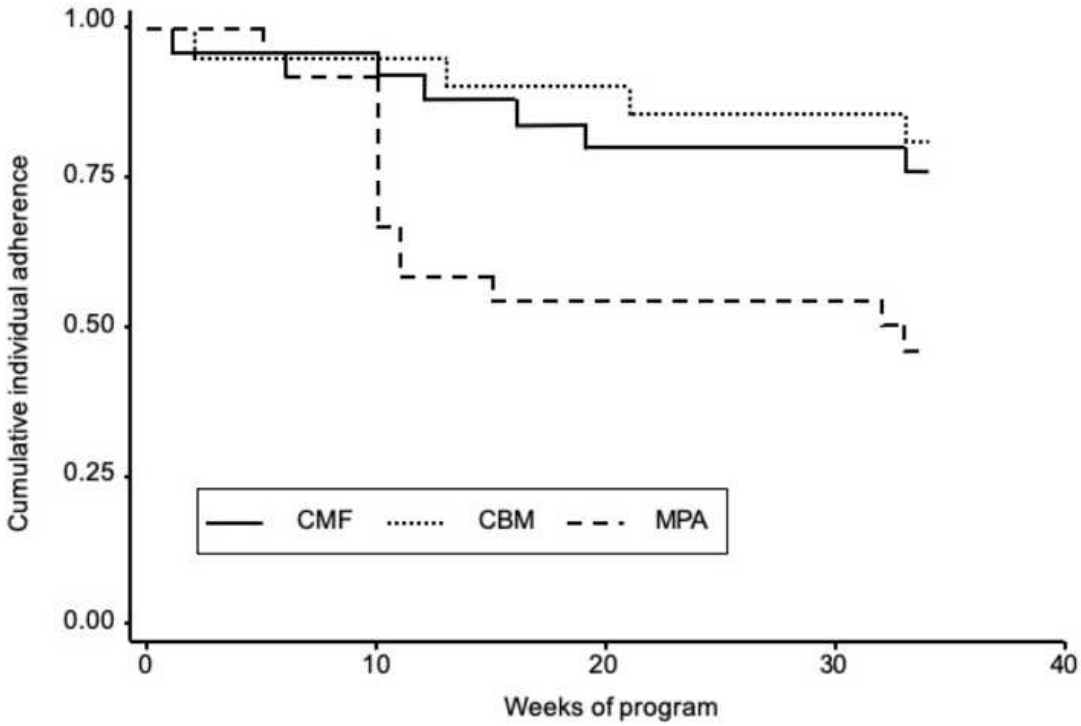


Table 1 : Distribution and characteristics of the studied population

	n	Age (y)	w/m
CMF: endurance and strength exercises group	25	65.1 ± 2.8	10/15
CBM: coordination, balance, motor exercises group	21	67.0 ± 3.8	18/3
MPA: multi-physical-activities group	24	64.6 ± 3.4	17/7

Values are means ± SD. w: women, m: men

Table 2 : Participation and adherence to physical activity program

		CMF	CBM	MPA	
Participation	Started	25	21	24	
	Not started	18	7	16	
	Finished (%)	19(76)	17(81)	10(42)	
Adherence	Number of sessions *(SD)*	41.0 ± 16.8 *	33.5 ± 16.2	23.0 ± 16.8	p<0.003
	Mean % adherence *(SD)*	61.3 ± 25.8 *	49.7 ± 25.0	33.3 ± 25.8	p<0.003
	Dropped out (% started)	6 (24)	4 (19)	14 (58)	
	Excellent adherence (%)	13 (52)	10 (48)	1 (4)	
	Good adherence (%)	5 (20)	6 (28)	4 (17)	
	Moderate adherence (%)	5 (20)	1 (5)	4 (17)	
	Poor adherence (%)	2 (8)	4 (19)	15 (62)	

*Significantly different between CMF and MPA, p<0.001; no significant difference between CMF vs CBM and CBM vs MPA.

Adherence was qualified as excellent for participation in 75% or more sessions; 50-74% were good, 25-49% were moderate, and when participation was in less than 25% of the sessions defined poor adherence

Table 3 : Effect of physical activity program on anthropometric parameters for CMF, CBM and MA groups.

Group	**CMF**			**CBM**			**MA**		
Time	M0	M10	*p*	M0	M10	*p*	M0	M10	*p*
Body mass (kg)	79.2 ± 15.8	79.0 ± 15.6	0.194	63.6 ± 13.0	63.8 ± 13.9	0.755	66.4 ± 12.6	74.1 ± 11.7	0.090
BMI (kg/m^2)	27.1 ± 4.6	27.2 ± 4.3	0.708	23.3 ± 3.4	23.7 ± 3.2	0.888	23.6 ± 3.7	25.5 ± 3.3	0.084
Lean body mass (kg)	50.7 ± 10.7	52.1 ± 11.9	**<0.001**	39.2 ± 5.9	40.4 ± 6.4	**<0.001**	40.9 ± 6.5	46.0 ± 6.9	**0.003**
Total fat mass (%)	29.8 ± 7.8	29.5 ± 8.5	0.186	29.7 ± 9.4	28.4 ± 7.9	**0.024**	33.5 ± 6.1	34.8 ± 9.7	0.228
Waist circumference (cm)	95.7 ± 13.2	94.4 ± 12.7	**0.002**	88.2 ± 9.8	87.0 ± 10.6	**0.007**	89.9 ± 8.2	93.9 ± 8.3	0.272

Values are means ± SD.

Table 4 : Effect of physical activity program on behaviors for CMF, CBM and MA groups.

Group	**CMF**			**CBM**			**MA**		
Time	M0	M10	*p*	M0	M10	*p*	M0	M10	*p*
Sleep time (h/n)	8.4 ± 0.8	8.3 ± 0.9	0.467	8.9 ± 1.0	8.4 ± 0.7	**0.007**	8.9 ± 0.8	8.9 ± 0.8	0.369
Sitting time (h/d)	6.7 ± 2.8	5.2 ± 3.2	**0.048**	7.1 ± 2.0	5.1 ± 1.8	**<0.001**	6.5 ± 2.0	5.2 ± 1.5	0.058
Screen leisure time (h/d)	4.4 ± 2.1	4.7 ± 1.9	0.209	4.6 ± 2.0	3.5 ± 1.5	0.059	5.7 ± 2.8	4.3 ± 2.2	0.135
MVPA (min/sem)	35.0 ± 36.7	62.3 ± 84.8	0.097	44.8 ± 58.1	47.7 ± 34.6	0.772	37.3 ± 47.3	26.0 ± 20.6	0.510

Values are means ± SD.

Table 5 : Effect of physical activity program on physical fitness for CMF, CBM and MA groups (participants who finished the program).

Group	**CMF**			**CBM**			**MA**		
Time	M0	M10	*p*	M0	M10	*p*	M0	M10	*p*
6-minute walk test (m)	541.0 ± 66.7	619.2 ± 68.6	**<0.001**	595.7 ± 40.6	664.7 ± 65.7	**<0.001**	599.8 ± 77.9	664.5 ± 119.0	**0.017**
Trunk strength test (n)	9.5 ± 5.0	11.8 ± 4.4	**0.003**	11.5 ± 4.4	11.8 ± 4.3	0.062	10.6 ± 4.8	14.7 ± 1.0	**0.004**
Hand-grip strength test (N/kg)	4.7 ± 0.1	5.0 ± 1.2	**0.018**	4.6 ± 1.0	4.8 ± 1.1	0.192	4.7 ± 1.1	4.7 ± 1.0	0.890
Medicine-ball throwing test (m)	4.4 ± 0.6	3.5 ± 0.8	0.536	3.0 ± 0.7	3.0 ± 0.7	0.712	3.1 ± 0.6	3.4 ± 0.5	0.863
30-s chair-stand test	14.2 ± 2.5	18.6 ± 3.2	**<0.001**	14.5 ± 2.2	18.5 ± 2.1	**<0.001**	15.5 ± 3.4	18.5 ± 3.4	**0.003**
Flexibility test (cm)	-2.9 ± 8.1	2.5 ± 9.8	0.878	1.5 ± 6.8	2.6 ± 7.7	0.215	3.2 ± 6.5	3.1 ± 6.4	0.275
Balance test (Δs)	17.0 ± 7.0	15.8 ± 7.0	0.137	15.3 ± 5.9	18.4 ± 8.0	**0.005**	17.1 ± 7.5	19.6 ± 4.9	0.063
Ruler drop test (cm)	19.4 ± 6.9	22.6 ± 5.6	**0.005**	21.0 ± 6.6	21.5 ± 7.8	0.748	23.0 ± 6.7	16.8 ± 3.9	**<0.001**
Plate-tapping test (s)	12.9 ± 3.4	11.1 ± 3.0	**0.002**	11.8 ± 0.9	10.3 ± 0.8	**<0.001**	11.5 ± 1.7	10.0 ± 1.4	**<0.001**
Dual task test (Δs)	1.3 ± 1.1	1.3 ± 1.0	0.964	3.1 ± 1.9	2.2 ± 1.7	**<0.001**	2.3 ± 1.5	1.4 ± 0.7	**0.001**

Values are means ± SD.

PARTIE 5 : UN DISPOSITIF DEPLOYE POUR L'AIDE A LA PROMOTION DE L'ACTIVITE PHYSIQUE

V.1. LE DISPOSITIF EN CHIFFRES

Depuis 4 ans le dispositif compte **2597 personnes testées.** La population totale évaluée par la batterie est composée majoritairement par un public senior qui représente 58 % de la base de données. La répartition de la population par sexe compte 60 % de femmes et 40 % d'hommes.

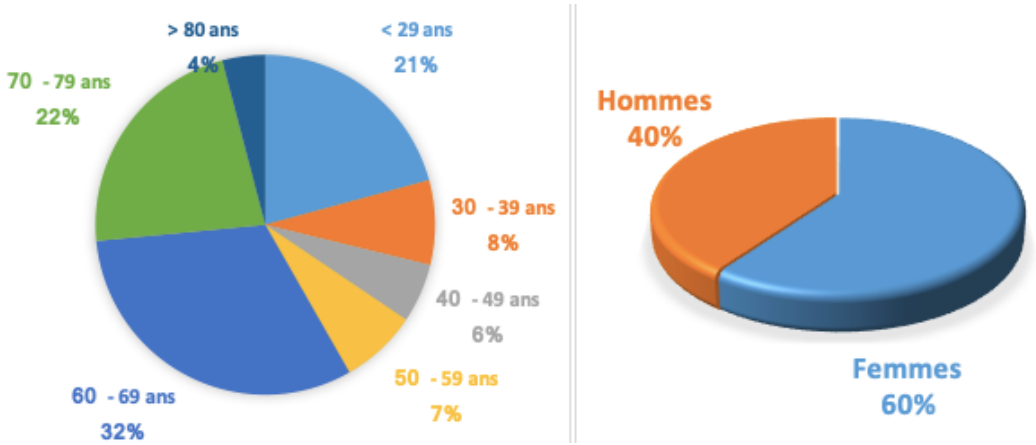


Figure 51 : Distribution par âge et par sexe de la population évaluée en 4 ans

V.2. LES DIFFÉRENTES ACTIONS DU DISPOSITIF

Au sein de l'ASM Omnisports le dispositif est devenu un outil incontournable des programmes d'activités physique proposées au sein du pôle ASM Vitalité (Figure 52 et 53).

Figure 52 : L'ASM Vitality Test et ses actions pour le grand public

Figure 53 : L'ASM Vitality Test et ses actions en entreprises

- Le dispositif est utilisé dans une offre d'activités physique pour le grand public (tel que le parcours APAS prenant en charge des personnes présentant des ALD) et pour le milieu de l'entreprise (Dispositifs Oxygène mis en place sur les différents sites Michelin de Clermont Ferrand). Le dispositif permet de :
  - Orienter les personnes vers l'offre existante et la mieux adaptée à leur niveau de condition physique,
  - Évaluer l'efficacité du programme mis en place,
  - Réajuster ou modifier le programme proposé pour qu'il soit efficace sur le long terme.

- Par rapport aux prestations externes que peut réaliser le pôle ASM Vitalité, le dispositif est utilisé aussi sous différentes formes.

MUTUELLE NATIONALE DU PERSONNEL DES ETABLISSEMENTS MICHELIN

AG2R LA MONDIALE

Pour AG2R La Mondiale et la Mutuelle Michelin, le dispositif est utilisé dans un format de test sur une ou plusieurs journées ou demi-journée dont l'objectif est de réaliser les tests sur un grand échantillon de leur adhérents (250 personnes sur une journée). Ces prestations permettent non seulement d'évaluer la condition physique de leurs adhérents mais aussi de leur proposer un programme d'activité physique adaptée à leurs profils physiques.

Clinique de la Plaine
un établissement du Groupe Vitalia

Avec la clinique de la Plaine un partenariat a été établis afin d'inclure un test de condition physique obligatoire pour les patients en attente de chirurgie bariatrique, afin de faire un diagnostic de leur condition physique mais aussi de leur proposer de l'activité physique adaptée.

Le dispositif est aussi utilisé par des groupes comme la LCL lors de journée d'équipe dans un objectif de sensibilisation au thème de l'activité physique et de la santé. Ce format associe une conférence, la réalisation d'un test et des préconisations suite aux résultats.

La batterie de test a été utilisé aussi sous forme d'un atelier de sensibilisation à la pratique de l'activité physique pour ça santé, orchestré par l'ANPAA, auprès d'un public jeune (majoritairement des lycéens) lors d'une journée d'éducation à la santé nommée "Village santé jeune ".

L'ASM Vitality Test a été intégré avec un programme d'APA dans les programmes proposés par les Thermes de la Bourboule afin pour les participants de mieux connaitre leurs capacités physiques. A l'aide de ces résultats, des conseils et des recommandations individuelles de pratique d'activité physique sont fournis.

Le dispositif auprès de la Mutualité Française a permis de réaliser des campagnes de tests de la condition physique sous forme de journée ou demi-journée mais aussi participer à des programmes tel que NUTRIMUT qui est un dispositif axé sur l'éducation thérapeutique de l'obésité.

La batterie est utilisée par chez BeYs et Turing 22 pour permettre, comme le dispositif Oxygène chez Michelin, d'avoir un dispositif dévaluation de la condition permettant aux personnes sur leur lieu de travail d'avoir un bilan et des recommandations en lien avec le programme d'activité physique mis en place sur ces sites.

V.3. LES POURSUITES DE DEVELOPPEMENT DU DISPOSTIF

Le dispositif ASM Vitality Test créé lors de cette thèse est décliné aujourd'hui dans d'autres versions. Nous retrouvons la **version SINGLE** (Figure 54) qui est celle développé lors de la thèse.

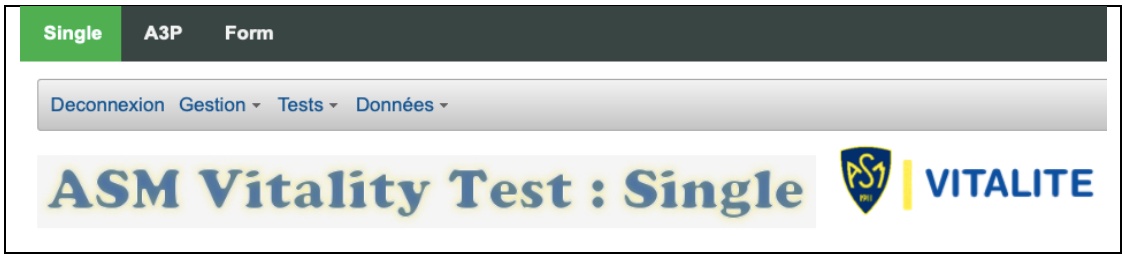


Figure 54 : ASM Vitality Test : SINGLE

Version A3P : A présent, le dispositif dispose d'une nouvelle version pour l'Activité Physique Posturale Préventive (Figure 55) : version A3P, comprenant un questionnaire et des tests spécifiques au milieu de l'entreprise, axés sur la prévention et la prise en charge par l'activité physique des troubles musculo-squelettiques.

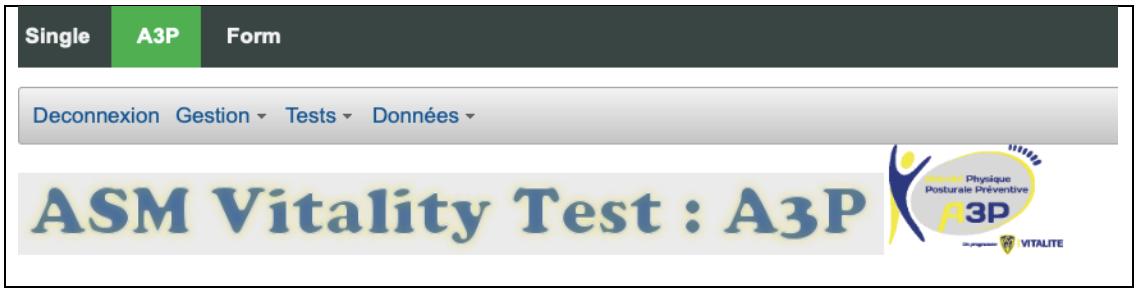


Figure 55 : ASM Vitality Test : A3P

Une nouvelle version "FORM" correspond à un répertoire des tests de condition physique utilisés dans la version SINGLE et A3P (Figure 56). La batterie FORM permet de choisir entre 1 à 15 tests permettant d'évaluer rapidement la condition physique ou simplement l'une de ses composantes. Cette version permet à l'animateur d'adapter la batterie au matériel, à l'espace et au temps dont il dispose.

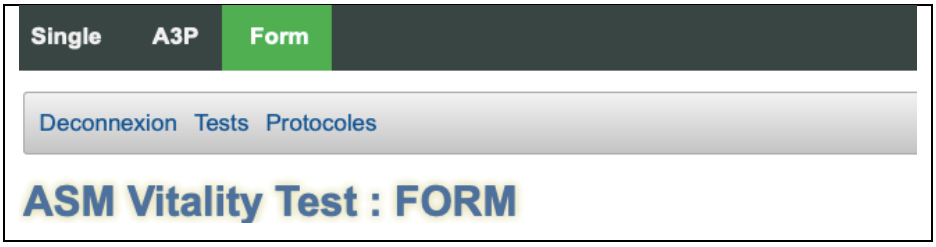


Figure 56 : ASM Vitality Test : FORM

V.4. LA COMMUNICATION DU DISPOSITIF

Le dispositif bénéficie d'outils de communication à destination du grand public qui participe à en faire un réel outil de santé publique pour la promotion de l'activité physique.

PARTIE 6 : DISCUSSION GENERALE ET PERSPECTIVES

VI.1. DISCUSSION GENERALE

VI.I.1. Création d'un dispositif d'évaluation de la condition physique pour la promotion de l'activité physique

La promotion de l'activité physique et réduire les comportements sédentaires représentent un enjeu majeur de santé publique. Il est nécessaire d'augmenter la pratique d'AP et diminuer la sédentarité pour améliorer la condition physique, qui est un facteur majeur de la santé de la personne et de la population. Les différents acteurs de santé publique ont besoin de dispositifs, fiables, rapides, sécuritaires d'évaluation de la condition physique.

L'objectif n'était pas, a priori, de créer une nouvelle batterie de tests physiques mais de créer un outil qui permettrait d'évaluer la condition physique, le profil d'activité physique et de sédentarité des personnes et de pouvoir leur proposer un programme de d'activité physique adaptée.

Pour se faire, toutes les composantes doivent être prises en compte dans l'évaluation de la condition physique. Elles varient en fonction des comportements en matière d'AP et de sédentarité mais aussi avec l'âge, le sexe et l'IMC.

L'élaboration d'un dispositif intitulé ASM Vitality Test répond à un besoin concernant l'évaluation de la condition physique rapide, réalisable sur un grand échantillon, avec un minimum de moyens humain et matériel pour la passation des tests. Cet outil permettait d'évaluer les performances et la capacité fonctionnelle des individus en relation avec leur IMC et de leur âge.

La création d'un dispositif complétement informatisé et sécurisé représentait une obligation pour répondre aux besoins d'une évaluation permettant au participant de connaître son profil, son niveau de condition physique et d'apporter des données pour proposer une activité physique adaptée. La collaboration avec le laboratoire LIMOS du CNRS a été importante et a permis de construire tout un dispositif autonome.

Le dispositif ASM Vitality Test est devenu un outil incontournable dans les actions de la section Vitalité de l'ASM. De nombreux acteurs de la santé, mutuelles et assurances, et des entreprises sollicitent très régulièrement l'ASM pour des évaluations de condition physique. Le dispositif apporte une plus-value importante dans la mesure où il fournit des données fiables et personnalisées, utilisables en temps réel.

VI.I.2. Un dispositif d'aide à l'observance des programmes d'activité physique

Si l'augmentation du niveau d'activité physique et la réduction des comportements sédentaires entraîne une amélioration de la condition physique, seule une pratique physique sur le long terme engendre des bénéfices pour la santé. Or, l'observance des programmes d'activité physique est évaluée à environ 50%. La pérennisation de l'activité physique représente un vrai défi de santé publique.

L'évaluation de la condition physique permet d'établir un bilan individuel afin de proposer des programmes d'AP adaptés aux caractéristiques des individus, et c'est cette adaptation qui constitue un élément important d'amélioration de la pérennité de l'AP sur le long terme. La connaissance de son niveau de condition physique semblerait constituer un levier important pour augmenter l'observance des programmes d'APA. Les résultats ont montré un niveau élevé d'observance pour les participants qui appartenaient à des groupes dont le programmes d'activité physique a pour objectif d'améliorer les points faibles de condition physique des personnes comparativement à des personnes ayant choisi les activités physiques qu'ils souhaitaient sur un nombre important d'activité proposées. Nul doute que la motivation pour s'améliorer est un facteur explicatif de ce résultat. Cependant, cette perspective d'amélioration est présente pour tous les programmes d'activité physique. La différence dans ce travail consiste en la personnalisation de la motivation par l'évaluation de la condition physique. Si les déterminants de l'observance sont nombreux et de mieux en mieux identifiés chez les séniors, il n'en reste pas moins vrai qu'en plus de co-construire l'objectif de son programme, participer à une activité physique supervisée, dont l'objectif est clairement identifié et axé sur les points faibles augmente significativement l'observance des séniors.

VI.1.3. Un dispositif d'aide à la reprise d'activité physique ?

L'utilisation de la batterie de test ASM Vitality Test répond à plusieurs objectifs :

- Outil d'évaluation de la condition physique d'une personne

Pour permettre aux participants d'avoir une évaluation de leur condition physique à un moment donné. La connaissance de son niveau de condition physique constitue un levier important pour favoriser la pratique d'une activité physique.

- Outil d'orientation d'une personne

Pour améliorer l'orientation des personnes vers l'offre d'activité physique la mieux adaptée à leur niveau de condition physique. L'objectif est de limiter le nombre de personnes en situation d'échec ou arrêtant l'activité physique et donc d'améliorer l'observance.

- Outil de suivi d'une personne

Permet de mesurer la condition physique des participants avant et après un programme d'activité physique, afin de permettre aux personnes en reprise d'activité physique de constater concrètement les effets que peut générer le programme, ce qui peut être une source de motivation supplémentaire pour continuer la pratique de l'activité physique.

- Outil d'évaluation de programme d'activité physique

Pour mesurer l'efficacité d'un programme mis en place et réajuster ou modifier, si besoin, le programme proposé pour qu'il soit le plus efficace sur le long terme.

VI.2. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Le développement du dispositif prévoit la création d'une autre version pour une batterie de test enfant. L'objectif reste le même et doit pouvoir s'adapter tant à des enfants sans pathologie qu'à des enfants malades.

Cette thèse a collecté une multitude de données qui va permettre par la suite de pouvoir déterminer d'autres sujets de publications.

En raison du succès important remporté par l'outil comme en témoigne les nombreuses sollicitations, le déploiement du dispositif ASM Vitality Test sur le bassin Clermontois mais aussi hors de la région se poursuit et va permettre d'accentuer le rayon de ce déploiement.

En conclusion, le travail réalisé lors de cette thèse aura permis l'élaboration d'une batterie de test de condition physique chez l'adulte avec une validation chez le senior. Cette batterie permet l'évaluation de la condition physique, la détermination d'un profil individuel et l'orientation des personnes vers une activité physique adaptée, personnalisée. Ce dispositif créé a pour finalité de favoriser le changement de comportement vis-à-vis de l'activité physique. Au regard de nos résultats, cet outil s'inscrit dans une logique d'aide à la promotion de l'activité physique, d'amélioration de l'observance des programmes d'AP, et constitue un levier à la reprise d'une activité physique.

PARTIE 7 : BIBLIOGRAPHIE

Äijö, M., Kauppinen, M., Kujala, U.M., and Parkatti, T. (2016). Physical activity, fitness, and all-cause mortality: An 18-year follow-up among old people. Journal of Sport and Health Science 5, 437–442.

Ainsworth, B.E., Haskell, W.L., Herrmann, S.D., Meckes, N., Bassett, D.R., Tudor-Locke, C., Greer, J.L., Vezina, J., Whitt-Glover, M.C., and Leon, A.S. (2011). 2011 Compendium of Physical Activities: a second update of codes and MET values. Med Sci Sports Exerc 43, 1575–1581.

American College of Sports Medicine, A. (1998). American College of Sports Medicine Position Stand. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. Med Sci Sports Exerc 30, 975–991.

American Physical Therapy Association. (2001). Guide to Physical Therapist Practice. Second Edition. American Physical Therapy Association. Phys Ther 81, 9–746.

Amireault, S, Godin, G, and Vézina-Im, L-A. (2013). Determinants of physical activity maintenance : a systematic review and meta-analyses. Health Psychol Rev 7 : 55–91.

ANSES (2016) Actualisation des repères du PNNS - Révisions des repères relatifs à l'activité physique et à la sédentarité. Avis de l'Anses 2016. Rapport d'expertise collective.

ANSES (2017) Etude individuelle nationale des consommations alimentaires (Etude INCA3). Avis de l'Anses 2017. Rapport d'expertise collective.

Aranha, V., Samuel, A., Joshi, R., Sharma, K., and Kumar, S. (2015a). Reaction Time in Children by Ruler Drop Method: A Cross-Sectional Study Protocol. Pediatr. Educ. Res. 3, 61–66.

Aranha, V.P., Joshi, R., Samuel, A.J., and Sharma, K. (2015b). Catch the moving ruler and estimate reaction time in children. Indian J Med HealthSci 2.

ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories (2002). ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. Am. J. Respir. Crit. Care Med. 166, 111–117.

Audiffren, M., Tomporowski, P.D., and Zagrodnik, J. (2008). Acute aerobic exercise and information processing: Energizing motor processes during a choice reaction time task. Acta Psychologica 129, 410–419.

Bailey, D.P., Boddy, L.M., Savory, L.A., Denton, S.J., and Kerr, C.J. (2012). Associations between cardiorespiratory fitness, physical activity and clustered cardiometabolic risk in children and adolescents: the HAPPY study. Eur J Pediatr 171, 1317–1323.

Barth, N., Hupin, D., Roche, F., Celarier, T., and Bongue, B. (2017). La prescription de l'activité physique adaptée chez le sujet âgé : de l'intention à la réalité. NPG Neurologie - Psychiatrie - Gériatrie.

Bauman, A.E., Reis, R.S., Sallis, J.F., Wells, J.C., Loos, R.J., and Martin, B.W. (2012). Correlates of physical activity: why are some people physically active and others not? The Lancet 380, 258–271.

Bautmans, I., Lambert, M., & Mets, T. (2004). The six-minute walk test in community dwelling elderly: influence of health status. BMC Geriatrics, 4, 6. https://doi.org/10.1186/1471-2318-4-6.

Beauchamp, MR, Harden, SM, Wolf, SA, Rhodes, RE, Liu, Y, Dunlop, WL, et al. (2015). Group based physical Activity for older adults (GOAL) randomized controlled trial: study protocol. BMC Public Health 15: 592.

Bergouignan, A., Latouche, C., Heywood, S., Grace, M.S., Reddy-Luthmoodoo, M., Natoli, A.K., Owen, N., Dunstan, D.W., and Kingwell, B.A. (2016). Frequent interruptions of sedentary time modulates contraction- and insulin-stimulated glucose uptake pathways in muscle: Ancillary analysis from randomized clinical trials. Sci Rep 6, 32044.

Bertrais, S., Beyeme-Ondoua, J.-P., Czernichow, S., Galan, P., Hercberg, S., and Oppert, J.-M. (2005). Sedentary behaviors, physical activity, and metabolic syndrome in middle-aged French subjects. Obes. Res. 13, 936–944.

Besson, H., Brage, S., Jakes, R.W., Ekelund, U., and Wareham, N.J. (2010). Estimating physical activity energy expenditure, sedentary time, and physical activity intensity by self-report in adults. Am. J. Clin. Nutr. 91, 106–114.

Beunen, G., Malina, R.M., Ostyn, M., Renson, R., Simons, J., and Van Gerven, D. (1983). Fatness, growth and motor fitness of Belgian boys 12 through 20 years of age. Human Biology 55, 599–613.

Biddle, S.J.H. (2007). Sedentary behavior. Am J Prev Med 33, 502–504.

van der Bij, AK, Laurant, MGH, and Wensing, M. (2002). Effectiveness of physical activity interventions for older adults: a review. Am J Prev Med 22: 120–133.

Biswas, A., Oh, P.I., Faulkner, G.E., Bajaj, R.R., Silver, M.A., Mitchell, M.S., and Alter, D.A. (2015). Sedentary time and its association with risk for disease incidence, mortality, and hospitalization in adults: a systematic review and meta-analysis. Ann. Intern. Med. 162, 123–132.

Blair, S.N., Kohl, H.W., Paffenbarger, R.S., Clark, D.G., Cooper, K.H., and Gibbons, L.W. (1989). Physical fitness and all-cause mortality. A prospective study of healthy men and women. JAMA 262, 2395–2401.

Blair, S.N., Kohl, H.W., Barlow, C.E., Paffenbarger, R.S., Gibbons, L.W., and Macera, C.A. (1995). Changes in physical fitness and all-cause mortality. A prospective study of healthy and unhealthy men. JAMA 273, 1093–1098.

Blair, S.N., Cheng, Y., and Holder, J.S. (2001). Is physical activity or physical fitness more important in defining health benefits? Med Sci Sports Exerc 33, S379-399; discussion S419-420.

Bohannon, R. W. (2006). Single Limb Stance Times: A Descriptive Meta-Analysis of Data From Individuals at Least 60 Years of Age. Topics in Geriatric Rehabilitation, 22(1), 70–77.

Bohannon, R. W., Larkin, P. A., Cook, A. C., Gear, J., & Singer, J. (1984). Decrease in timed balance test scores with aging. Physical therapy, 64(7), 1067–1070.

Booth, M.L., Bauman, A., Owen, N., and Gore, C.J. (1997). Physical activity preferences, preferred sources of assistance, and perceived barriers to increased activity among physically inactive Australians. Prev Med 26, 131–137.

Borodulin, K., Kärki, A., Laatikainen, T., Peltonen, M., and Luoto, R. (2015). Daily Sedentary Time and Risk of Cardiovascular Disease: The National FINRISK 2002 Study. Journal of Physical Activity and Health 12, 904–908.

Bouaziz, W, Lang, PO, Schmitt, E, Kaltenbach, G, Geny, B, and Vogel, T. (2016). Health benefits of multicomponent training programmes in seniors: a systematic review. Int J Clin Pract 70: 520–536.

Bouaziz, W, Vogel, T, Schmitt, E, Kaltenbach, G, Geny, B, and Lang, PO. (2017). Health benefits of aerobic training programs in adults aged 70 and over: a systematic review. Arch Gerontol Geriatr 69: 110–127.

Bouchard, C., and Landry, F. (1985). "La pratique des activités physiques." 69.

Bouchard, C., and Rankinen, T. (2001). Individual differences in response to regular physical activity. Med Sci Sports Exerc 33, S446-451; discussion S452-453.

Bouchard, C., Rankinen, T., and Timmons, J.A. (2011). Genomics and genetics in the biology of adaptation to exercise. Compr Physiol 1, 1603–1648.

Briggs, S., & Cheek, J. (1986). The role of factor analysis in the development and evaluation of personality scales. Journal of Personality, 54, 106-148.

Brown, T., Brown, K., and Barnot, V. (2012). Exploration of Reaction Time : Ideas for an Inquiry Investigation in Physics Education. Sci. Act. Classr. Proj. Curric. Ideas 49, 82–87.

Bull, F.C., Maslin, T.S., and Armstrong, T. (2009). Global physical activity questionnaire (GPAQ): nine country reliability and validity study. J Phys Act Health 6, 790–804.

Burlot, F., and Lefevre, B. (2009). Le sport et les seniors : des pratiques spécifiques? 15.

Carpenter, R and Gilleland, D. (2016). Impact of an exercise program on adherence and fitness indicators. Appl Nurs Res ANR 30 : 184–186.

Caspersen, C.J., Powell, K.E., and Christenson, G.M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. Public Health Rep 100, 126–131.

Celis-Morales, C.A., Petermann, F., Hui, L., Lyall, D.M., Iliodromiti, S., McLaren, J., Anderson, J., Welsh, P., Mackay, D.F., Pell, J.P., et al. (2017). Associations Between Diabetes and Both Cardiovascular Disease and All-Cause Mortality Are Modified by Grip Strength: Evidence From UK Biobank, a Prospective Population-Based Cohort Study. Diabetes Care 40, 1710–1718.

Celis-Morales, C.A., Lyall, D.M., Steell, L., Gray, S.R., Iliodromiti, S., Anderson, J., Mackay, D.F., Welsh, P., Yates, T., Pell, J.P., et al. (2018). Associations of discretionary screen time with mortality, cardiovascular disease and cancer are attenuated by strength, fitness and physical activity: findings from the UK Biobank study. BMC Med 16.

Centers for Disease Control and Prevention (CDC) (2004). Strength training among adults aged >/=65 years--United States, 2001. MMWR Morb. Mortal. Wkly. Rep. 53, 25–28.

Chase, N.L., Sui, X., Lee, D., and Blair, S.N. (2009). The association of cardiorespiratory fitness and physical activity with incidence of hypertension in men. Am. J. Hypertens. 22, 417–424.

Chastin, S.F.M., Mandrichenko, O., Helbostadt, J.L., and Skelton, D.A. (2014). Associations between objectively-measured sedentary behaviour and physical activity with bone mineral density in adults and older adults, the NHANES study. Bone 64, 254–262.

Chau, J.Y., Grunseit, A.C., Chey, T., Stamatakis, E., Brown, W.J., Matthews, C.E., Bauman, A.E., and van der Ploeg, H.P. (2013). Daily sitting time and all-cause mortality: a meta-analysis. PLoS ONE 8, e80000.

Church, T.S., LaMonte, M.J., Barlow, C.E., and Blair, S.N. (2005). Cardiorespiratory fitness and body mass index as predictors of cardiovascular disease mortality among men with diabetes. Arch. Intern. Med. 165, 2114–2120.

Clark, L., & Watson, D. (1995). Constructing validity: Basic issues in objective scale development. Psychological Assessment, 7, 309-319.

Cleland, C.L., Hunter, R.F., Kee, F., Cupples, M.E., Sallis, J.F., and Tully, M.A. (2014). Validity of the global physical activity questionnaire (GPAQ) in assessing levels and change in moderate-vigorous physical activity and sedentary behaviour. BMC Public Health 14, 1255.

Corbin, C.B. (2002). Physical Activity for Everyone: What Every Physical Educator Should Know about Promoting Lifelong Physical Activity. Journal of Teaching in Physical Education 21, 128–144.

Corbin, C.B., and Pangrazi, R.P. (2001). Toward a Uniform Definition of Wellness: A Commentary. President's Council on Physical Fitness and Sports Research Digest.

Costello, E., and Edelstein, J.E. (2008). Update on falls prevention for community-dwelling older adults: review of single and multifactorial intervention programs. J Rehabil Res Dev 45, 1135–1152.

Craig, C.L., Marshall, A.L., Sjöström, M., Bauman, A.E., Booth, M.L., Ainsworth, B.E., Pratt, M., Ekelund, U., Yngve, A., Sallis, J.F., et al. (2003). International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. Med Sci Sports Exerc 35, 1381–1395.

Davis, B. et al. (2000) *Physical Education and the study of sport*. 4th ed. London: Harcourt Publishers. p. 130.

Deliens, T., Deforche, B., De Bourdeaudhuij, I., and Clarys, P. (2015). Determinants of physical activity and sedentary behaviour in university students: a qualitative study using focus group discussions. BMC Public Health 15.

Dishman, RK. (1982). Compliance/adherence in health-related exercise. Health Psychol 1: 237– 267.

Dishman, RK. (1991). Increasing and maintaining exercise and physical activity. Behav Ther 22: 345–378.

Dogra, S., Clarke, J.M., and Copeland, J.L. (2017). Prolonged sedentary time and physical fitness among Canadian men and women aged 60 to 69. Health Reports 28, 3.

Durante, R., and Ainsworth, B.E. (1996). The recall of physical activity: using a cognitive model of the question-answering process. Med Sci Sports Exerc 28, 1282–1291.

Dunlop, WL and Beauchamp, MR. (2012). The relationship between intra-group age similarity and exercise adherence. Am J Prev Med 42: 53–55.

Eckner, J.T., Richardson, J.K., Kim, H., Joshi, M.S., Oh, Y.K., and Ashton-Miller, J.A. (2015). Reliability and Criterion Validity of a Novel Clinical Test of Simple and Complex Reaction Time in Athletes. Percept. Mot. Skills 120, 841–859.

Edwards, M.K., and Loprinzi, P.D. (2017). Adequate Muscular Strength May Help to Reduce Risk of Residual-Specific Mortality: Findings From the National Health and Nutrition Examination Survey. Journal of Physical Activity and Health 15, 369–373.

Ekelund, U., Steene-Johannessen, J., Brown, W.J., Fagerland, M.W., Owen, N., Powell, K.E., Bauman, A., Lee, I.-M., Lancet Physical Activity Series 2 Executive Committe, and Lancet Sedentary Behaviour Working Group (2016). Does physical activity attenuate, or even eliminate, the detrimental association of sitting time with mortality? A harmonised meta-analysis of data from more than 1 million men and women. Lancet 388, 1302–1310.

Enright, P. L., & Sherrill, D. L. (1998). Reference equations for the six-minute walk in healthy adults. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, 158(5 Pt 1), 1384-1387. https://doi.org/10.1164/ajrccm.158.5.9710086.

Enright, P.L., McBurnie, M.A., Bittner, V., Tracy, R.P., McNamara, R., Arnold, A., and Newman, A.B. (2003). The 6-min Walk Test A Quick Measure of Functional Status in Elderly Adults. CHEST J. 123, 387–398.

Estabrooks, PA and Carron, AV. (1999). Group cohesion in older adult exercisers: prediction and intervention effects. J Behav Med 22 : 575–588.

Etude de santé sur l'environnement, la biosurveillance, l'activité physique et la nutrition (Esteban), 2014-2016. Volet Nutrition. Chapitre Activité physique et sédentarité Santé publique France, 2017.

Eurobaromètre sur le sport et l'activité physique (2014).

Special Eurobarometer 472 – Wave EB88.4, Sport and physical activity, december (2017).

Eurofit pour adultes. Evaluation de l'aptitude physique en relation avec la santé. Editions du Conseil de l'Europe. 1995.

Farrance, C, Tsofliou, F, and Clark, C. (2016). Adherence to community based group exercise interventions for older people: A mixed-methods systematic review. Prev Med 87: 155– 166.

Farrell, S.W., Finley, C.E., Radford, N.B., and Haskell, W.L. (2013). Cardiorespiratory fitness, body mass index, and heart failure mortality in men: Cooper Center Longitudinal Study. Circ Heart Fail 6, 898–905.

Findorff, MJ, Wyman, JF, and Gross, CR. (2009). Predictors of long-term exercise adherence in a community-based sample of older women. J Womens Health 2002 18: 1769–1776.

Flegal, KE, Kishiyama, S, Zajdel, D, Haas, M, and Oken, BS. (2007). Adherence to yoga and exercise interventions in a 6-month clinical trial. BMC Complement Altern Med 7: 37.

Forsén, L., Loland, N.W., Vuillemin, A., Chinapaw, M.J.M., van Poppel, M.N.M., Mokkink, L.B., van Mechelen, W., and Terwee, C.B. (2010). Self-Administered Physical Activity Questionnaires for the Elderly: A Systematic Review of Measurement Properties. Sports Medicine 40, 601–623.

Franco, M.R., Tong, A., Howard, K., Sherrington, C., Ferreira, P.H., Pinto, R.Z., and Ferreira, M.L. (2015). Older people's perspectives on participation in physical activity: a systematic review and thematic synthesis of qualitative literature. British Journal of Sports Medicine 49, 1268–1276.

Freedman, D.S., Khan, L.K., Dietz, W.H., Srinivasan, S.R., and Berenson, G.S. (2001). Relationship of childhood obesity to coronary heart disease risk factors in adulthood: the Bogalusa Heart Study. Pediatrics 108, 712–718.

García-Hermoso, A., Cavero-Redondo, I., Ramírez-Vélez, R., Ruiz, J.R., Ortega, F.B., Lee, D.-C., and Martínez-Vizcaíno, V. (2018). Muscular Strength as a Predictor of All-Cause Mortality in an Apparently Healthy Population: A Systematic Review and Meta-Analysis of Data From Approximately 2 Million Men and Women. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation.

Gerber, M., Endes, K., Herrmann, C., Colledge, F., Brand, S., Donath, L., Faude, O., Pühse, U., Hanssen, H., and Zahner, L. (2017). Fitness, Stress, and Body Composition in Primary Schoolchildren. Med Sci Sports Exerc 49, 581–587.

Gibbons, W.J., Fruchter, N., Sloan, S., and Levy, R.D. (2001). Reference values for a multiple repetition 6-minute walk test in healthy adults older than 20 years. J. Card pulm. Rehabil. 21, 87–93.

Going, S.B., Lohman, T.G., Cussler, E.C., Williams, D.P., Morrison, J.A., and Horn, P.S. (2011). Percent body fat and chronic disease risk factors in U.S. children and youth. Am J Prev Med 41, S77-86.

Gómez, M., Pérez, L.M.R., and Mata, E. (2008). Los problemas evolutivos de coordinación en la adolescencia: Análisis de una dificultad oculta. (Developmental coordination problems in the adolescence: analysis of a hidden difficulty). RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte 2, 44–54.

Grosjean, F., and Dommergues, J.-Y. (2011). La statistique en clair (Ellipses).

Gray, M., Paulson, S., & Powers, M. (2016). Maximal, Not Habitual, Walking Velocity is More Highly Correlated to Functional Fitness of Community-Dwelling Older Adults. Journal of Aging and Physical Activity, 24(2), 305-310. https://doi.org/10.1123/japa.2015-0078.

Gulati, M., Black, H.R., Shaw, L.J., Arnsdorf, M.F., Merz, C.N.B., Lauer, M.S., Marwick, T.H., Pandey, D.K., Wicklund, R.H., and Thisted, R.A. (2005). The prognostic value of a nomogram for exercise capacity in women. N. Engl. J. Med. 353, 468–475.

Harris, C., Wattles, A. P., DeBeliso, M., Sevene-Adams, P. G., Berning, J. M., & Adams, K. J. (2011). The seated medicine ball throw as a test of upper body power in older adults. Journal of Strength and Conditioning Research, 25(8), 2344-2348. https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181ecd27b.

Haskell, W. L., Leon, A. S., Caspersen, C. J., Froelicher, V. F., Hagberg, J. M., Harlan, W., … Washburn, R. A. (1992). Cardiovascular benefits and assessment of physical activity and physical fitness in adults. Medicine and Science in Sports and Exercise, 24(6 Suppl), S201-220.

Haskell, W.L. (1994). J.B. Wolffe Memorial Lecture. Health consequences of physical activity: understanding and challenges regarding dose-response. Med Sci Sports Exerc 26, 649–660.

Haskell, W.L., Lee, I.-M., Pate, R.R., Powell, K.E., Blair, S.N., Franklin, B.A., Macera, C.A., Heath, G.W., Thompson, P.D., and Bauman, A. (2007). Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. Med Sci Sports Exerc 39, 1423–1434.

Hawley-Hague, H, Horne, M, Skelton, DA, and Todd, C. (2016). Review of how we should define (and measure) adherence in studies examining older adults' participation in exercise classes. BMJ Open 6: e011560.

Haynes, D. Wayne Taylor and David L. Sackett (1979). Compliance in health Care. The Johns Hopkins University Press, London, Pp 516.

van Heuvelen, M.J.G., Hochstenbach, J.B.H., Brouwer, W.H., de Greef, M.H.G., and Scherder, E. (2006). Psychological and physical activity training for older persons: who does not attend? Gerontology 52, 366–375.

Hicks, A.L., Martin Ginis, K.A., Pelletier, C.A., Ditor, D.S., Foulon, B., and Wolfe, D.L. (2011). The effects of exercise training on physical capacity, strength, body composition and functional performance among adults with spinal cord injury: a systematic review. Spinal Cord 49.

Hill, K., Wickerson, L. M., Woon, L. J., Abady, A. H., Overend, T. J., Goldstein, R. S., & Brooks, D. (2011). The 6-min walk test: responses in healthy Canadians aged 45 to 85 years. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism = Physiologie Appliquee, Nutrition Et Metabolisme, 36(5), 643-649. https://doi.org/10.1139/h11-075.

Hofheinz, M., and Mibs, M. (2016). The Prognostic Validity of the Timed Up and Go Test With a Dual Task for Predicting the Risk of Falls in the Elderly. Gerontol. Geriatr. Med. 2.

Hopewell, S, Copsey, B, Nicolson, P, Adedire, B, Boniface, G, and Lamb, S. (2019). Multifactorial interventions for preventing falls in older people living in the community: a systematic review and meta-analysis of 41 trials and almost 20 000 participants. Br J Sports Med.

Horne, M., and Tierney, S. (2012). What are the barriers and facilitators to exercise and physical activity uptake and adherence among South Asian older adults: a systematic review of qualitative studies. Prev Med 55, 276–284.

Howe, TE, Rochester, L, Neil, F, Skelton, DA, and Ballinger, C. (2011). Exercise for improving balance in older people. Cochrane Database Syst Rev CD004963.

Humpel, N., Owen, N., and Leslie, E. (2002). Environmental factors associated with adults' participation in physical activity: a review. Am J Prev Med 22, 188–199.

INSEE. (2016). Projections de population à l'horizon 2070 - Insee Première - 1619. Consulté 14 août 2018, à l'adresse https://www.insee.fr/fr/statistiques/2496228.

Institute of Medicine (US) Committee on Disability in America. (2007). The Future of Disability in America (M. J. Field & A. M. Jette, Ed.). http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK11434/.

Jackson, A.S., Sui, X., Hébert, J.R., Church, T.S., and Blair, S.N. (2009). Role of lifestyle and aging on the longitudinal change in cardiorespiratory fitness. Arch. Intern. Med. 169, 1781–1787.

Jakes, R.W., Day, N.E., Patel, B., Khaw, K.-T., Oakes, S., Luben, R., Welch, A., Bingham, S., and Wareham, N.J. (2002). Physical inactivity is associated with lower forced expiratory volume in 1 second : European Prospective Investigation into Cancer-Norfolk Prospective Population Study. Am. J. Epidemiol. 156, 139–147.

Jakobsen, L. H., Rask, I. K., & Kondrup, J. (2010). Validation of handgrip strength and endurance as a measure of physical function and quality of life in healthy subjects and patients. Nutrition, 26(5), 542-550. https://doi.org/10.1016/j.nut.2009.06.015.

Jin, K., Simpkins, J. W., Ji, X., Leis, M., & Stambler, I. (2014). The Critical Need to Promote Research of Aging and Aging-related Diseases to Improve Health and Longevity of the Elderly Population. Aging and Disease, 6(1), 1-5. https://doi.org/10.14336/AD.2014.1210.

Jones, C. J., Rikli, R. E., & Beam, W. C. (1999). A 30-s chair-stand test as a measure of lower body strength in community-residing older adults. Research Quarterly for Exercise and Sport, 70(2), 113-119. https://doi.org/10.1080/02701367.1999.10608028.

Jones, C. J., Rikli, R. E., Max, J., & Noffal, G. (1998). The reliability and validity of a chair sit-and-reach test as a measure of hamstring flexibility in older adults. Research Quarterly for Exercise and Sport, 69(4), 338-343. https://doi.org/10.1080/02701367.1998.10607708.

Jones, M.A., Hitchen, P.J., and Stratton, G. (2000). The importance of considering biological maturity when assessing physical fitness measures in girls and boys aged 10 to 16 years. Ann. Hum. Biol. 27, 57–65.

Kallings, L.V., Leijon, M.E., Kowalski, J., Hellénius, M.-L., and Ståhle, A. (2009). Self-reported adherence: a method for evaluating prescribed physical activity in primary health care patients. J. Phys. Act. Health 6, 483–492.

Kampert, J.B., Blair, S.N., Barlow, C.E., and Kohl, H.W. (1996). Physical activity, physical fitness, and all-cause and cancer mortality: a prospective study of men and women. Annals of Epidemiology 6, 452–457.

Kaplan, G.A., Strawbridge, W.J., Camacho, T., and Cohen, R.D. (1993). Factors associated with change in physical functioning in the elderly: A six-year prospective study. Journal of Aging and Health 5, 140–153.

Kawabata Y. (2008). The CS-30 test is a useful assessment tool for predicting falls in community dwelling elderly people, 23, 441–445.

Khan, K.M., Thompson, A.M., Blair, S.N., Sallis, J.F., Powell, K.E., Bull, F.C., and Bauman, A.E. (2012). Sport and exercise as contributors to the health of nations. The Lancet 380, 59–64.

Kisner, C., and Colby, L.A. (2002). Therapeutic exercise: foundations and techniques (Philadelphia, PA: F. A. Davis Co., Publishers).

Kodama, S., Saito, K., Tanaka, S., Maki, M., Yachi, Y., Asumi, M., Sugawara, A., Totsuka, K., Shimano, H., Ohashi, Y., et al. (2009). Cardiorespiratory fitness as a quantitative predictor of all-cause mortality and cardiovascular events in healthy men and women: a meta-analysis. JAMA 301, 2024–2035.

Kramer AF, Willis SL. Enhancing the cognitive vitality of older adults. *Curr Dir Psychol Sci* 2002; 11 : 173–7.

Kraus, H. and Hirschland, R. P. (1954). Minimum Muscular Fitness Tests in School Children. Research Quarterly. American Association for Health, Physical Education and Recreation 25, 178–188.

Kuh, D., Karunananthan, S., Bergman, H., & Cooper, R. (2014). A life-course approach to healthy ageing: maintaining physical capability. The Proceedings of the Nutrition Society, 73(2), 237-248. https://doi.org/10.1017/S0029665113003923.

L'activité physique : contextes et effets sur la santé. Rapport INSERM. Paris : Les éditions Inserm, 2008, XII - 811 p. - (Expertise collective).

Lacaille, L.J., Dauner, K.N., Krambeer, R.J., and Pedersen, J. (2011). Psychosocial and environmental determinants of eating behaviors, physical activity, and weight change among college students: a qualitative analysis. J Am Coll Health 59, 531–538.

Lacroix, A., Hortobágyi, T., Beurskens, R., and Granacher, U. (2017). Effects of Supervised vs. Unsupervised Training Programs on Balance and Muscle Strength in Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. Sports Med 47, 2341–2361.

de Lacy-Vawdon, CJ, Klein, R, Schwarzman, J, Nolan, G, de Silva, R, Menzies, D, et al. (2018). Facilitators of Attendance and Adherence to Group-Based Physical Activity for Older Adults: A Literature Synthesis. J Aging Phys Act 26: 155–167.

Lamouroux, A., Magnan, A., and Vervloet, D. (2005). Compliance, observance ou adhésion thérapeutique : de quoi parlons-nous ? Revue des Maladies Respiratoires 22, 31–34.

Larsson, B., Svärdsudd, K., Welin, L., Wilhelmsen, L., Björntorp, P., and Tibblin, G. (1984). Abdominal adipose tissue distribution, obesity, and risk of cardiovascular disease and death: 13 year follow up of participants in the study of men born in 1913. Br Med J (Clin Res Ed) 288, 1401–1404.

Le Carret N, Lafont S, Mayo W, Fabrigoule C. The effect of education on cognitive performances and its implication for the constitution of the cognitive reserve. *Dev Neuropsychol* 2003; 23 : 317–37.

Lee, D., Artero, E.G., Xuemei Sui, and Blair, S.N. (2010). Review: Mortality trends in the general population: the importance of cardiorespiratory fitness. Journal of Psychopharmacology 24.

Lee, D., Sui, X., Artero, E.G., Lee, I.-M., Church, T.S., McAuley, P.A., Stanford, F.C., Kohl, H.W., and Blair, S.N. (2011). Long-term effects of changes in cardiorespiratory fitness and body mass index on all-cause and cardiovascular disease mortality in men: the Aerobics Center Longitudinal Study. Circulation 124, 2483–2490.

Lin, P.-S., Hsieh, C.-C., Cheng, H.-S., Tseng, T.-J., & Su, S.-C. (2016). Association between Physical Fitness and Successful Aging in Taiwanese Older Adults. PLoS ONE, 11(3). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0150389.

Liu, C-J and Latham, NK. (2009). Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults. Cochrane Database Syst Rev CD002759.

Loyen, A., Clarke-Cornwell, A.M., Anderssen, S.A., Hagströmer, M., Sardinha, L.B., Sundquist, K., Ekelund, U., Steene-Johannessen, J., Baptista, F., Hansen, B.H., et al. (2017). Sedentary Time and Physical Activity Surveillance Through Accelerometer Pooling in Four European Countries. Sports Medicine 47, 1421–1435.

Lundin-Olsson, L., Nyberg, L., & Gustafson, Y. (1998). Attention, frailty, and falls: the effect of a manual task on basic mobility. Journal of the American Geriatrics Society, 46(6), 758-761.

Mackenzie, B. (2004). Ruler Drop test [WWW]. Available from: http://www.brianmac.co.uk/rulerdrop.htm.

Maki, Y, Ura, C, Yamaguchi, T, Murai, T, Isahai, M, Kaiho, A, et al. (2012). Effects of intervention using a community-based walking program for prevention of mental decline: a randomized controlled trial. J Am Geriatr Soc 60: 505–510.

Malina, R.M., and Bouchard, C. (1992). Growth, Maturation, and Physical Activity. Medicine and Science in Sports and Exercise - MED SCI SPORT EXERCISE 24.

Malina, R.M., Beunen, G.P., Classens, A.L., Lefevre, J., Vanden Eynde, B.V., Renson, R., Vanreusel, B., and Simons, J. (1995). Fatness and physical fitness of girls 7 to 17 years. Obes. Res. 3, 221–231.

Marcus, B.H., Dubbert, P.M., Forsyth, L.H., McKenzie, T.L., Stone, E.J., Dunn, A.L., and Blair, S.N. (2000). Physical activity behavior change: issues in adoption and maintenance. Health Psychol 19.

Martin, KA and Sinden, AR. (2001). Who will stay and who will go? A review of older adults' adherence to randomized controlled trials of exercise. J Aging Phys Act 9: 91–114.

Mathiowetz, V., Weber, K., Volland, G., and Kashman, N. (1984). Reliability and validity of grip and pinch strength evaluations. J. Hand Surg. 9, 222–226.

Matthews, C.E., George, S.M., Moore, S.C., Bowles, H.R., Blair, A., Park, Y., Troiano, R.P., Hollenbeck, A., and Schatzkin, A. (2012). Amount of time spent in sedentary behaviors and cause-specific mortality in US adults123. Am J Clin Nutr 95, 437–445.

May, A.L., Kuklina, E.V., and Yoon, P.W. (2012). Prevalence of cardiovascular disease risk factors among US adolescents, 1999-2008. Pediatrics 129, 1035–1041.

Mayorga-Vega, D., Merino-Marban, R., and Viciana, J. (2014). Criterion-Related Validity of Sit-and-Reach Tests for Estimating Hamstring and Lumbar Extensibility : a Meta-Analysis. J. Sports Sci. Med. 13, 1–14.

McAuley, E., Kramer, A.F., and Colcombe, S.J. (2004). Cardiovascular fitness and neurocognitive function in older Adults: a brief review. Brain, Behavior, and Immunity 18, 214–220.

McAuley, P.A., and Beavers, K.M. (2014). Contribution of Cardiorespiratory Fitness to the Obesity Paradox. Progress in Cardiovascular Diseases 56, 434–440.

McLean, S., Holden, M.A., Potia, T., Gee, M., Mallett, R., Bhanbhro, S., Parsons, H., and Haywood, K. (2017). Quality and acceptability of measures of exercise adherence in musculoskeletal settings: a systematic review. Rheumatology (Oxford) 56, 426–438.

Mehta, S., Moore, R.D., and Graham, N.M. (1997). Potential factors affecting adherence with HIV therapy. AIDS 11, 1665–1670.

Menant, J. C., Schoene, D., Sarofim, M., & Lord, S. R. (2014). Single and dual task tests of gait speed are equivalent in the prediction of falls in older people: a systematic review and meta-analysis. Ageing Research Reviews, 16, 83-104. https://doi.org/10.1016/j.arr.2014.06.001.

Milanović, Z., Pantelić, S., Trajković, N., Sporiš, G., Kostić, R., & James, N. (2013). Age-related decrease in physical activity and functional fitness among elderly men and women. Clinical Interventions in Aging, 8, 549-556. https://doi.org/10.2147/CIA.S44112.

Morris, L.S., and Schulz, R.M. (1992). Patient compliance--an overview. J Clin Pharm Ther 17, 283–295.

Morris, J.N., Heady, J.A., Raffle, P.A., Roberts, C.G., and Parks, J.W. (1953). Coronary heart-disease and physical activity of work. Lancet 265, 1053–1057; contd.

Mozaffarian, D., Hao, T., Rimm, E.B., Willett, W.C., and Hu, F.B. (2011). Changes in Diet and Lifestyle and Long-Term Weight Gain in Women and Men. New England Journal of Medicine 364.

Müller-Riemenschneider, F., Reinhold, T., Nocon, M., and Willich, S.N. (2008). Long-term effectiveness of interventions promoting physical activity: a systematic review. Prev Med 47, 354–368.

Myers, J., Prakash, M., Froelicher, V., Do, D., Partington, S., and Atwood, J.E. (2002). Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. N. Engl. J. Med. 346, 793–801.

Myers, J., Kaykha, A., George, S., Abella, J., Zaheer, N., Lear, S., Yamazaki, T., and Froelicher, V. (2004). Fitness versus physical activity patterns in predicting mortality in men. Am. J. Med. 117.

Myers, J., Doom, R., King, R., Fonda, H., Chan, K., Kokkinos, P., and Rehkopf, D.H. (2018). Association Between Cardiorespiratory Fitness and Health Care Costs: The Veterans Exercise Testing Study. Mayo Clin. Proc. 93, 48–55.

Nguyen, Q.M., Srinivasan, S.R., Xu, J.-H., Chen, W., and Berenson, G.S. (2008). Changes in risk variables of metabolic syndrome since childhood in pre-diabetic and type 2 diabetic subjects: the Bogalusa Heart Study. Diabetes Care 31, 2044–2049.

Nunnally, J. (1978). Psychometric theory (2nd ed). New York: McGraw-Hill.

Nunnally, J., & Bernstein, I. (1994). Psychometric theory. New York: McGraw-Hill.

O'Donovan, G., Owen, A., Bird, S.R., Kearney, E.M., Nevill, A.M., Jones, D.W., and Woolf-May, K. (2005). Changes in cardiorespiratory fitness and coronary heart disease risk factors following 24 wk of moderate- or high-intensity exercise of equal energy cost. J. Appl. Physiol. 98, 1619–1625.

Oguma, Y., and Shinoda-Tagawa, T. (2004). Physical activity decreases cardiovascular disease risk in women: review and meta-analysis. Am J Prev Med 26, 407–418.

Oja, P., & Tuxworth, B. (1995). Eurofit for Adults: Assessment of Health-Related Fitness. Brussels: Council of Europe.

OMS, O. (2008). WHO global report on falls prevention in older age (Geneva, Switzerland: World Health Organization).

Organisation Mondiale de la Santé (2017). "Révisions des repères relatifs à l'activité physique et à la sédentarité."

O'Neill, K., and Reid, G. (1991). Perceived barriers to physical activity by older adults. Can J Public Health 82, 392–396.

Ortega, F.B., Cadenas-Sanchez, C., Lee, D., Ruiz, J.R., Blair, S.N., and Sui, X. (2018). Fitness and Fatness as Health Markers through the Lifespan: An Overview of Current Knowledge. 10.

Paing, A.C., McMillan, K.A., Kirk, A.F., Collier, A., Hewitt, A., and Chastin, S.F.M. (2018). Dose–response between frequency of interruption of sedentary time and fasting glucose, the dawn phenomenon and night-time glucose in Type 2 diabetes. Diabetic Medicine 0.

Pate, R., Oria, M., Pillsbury, L., Youth, C. on F.M. and H.O. in, Board, F. and N., and Medicine, I. of (2012). Fitness Measures and Health Outcomes in Youth (National Academies Press (US)).

Pate, R.R., O'Neill, J.R., and Lobelo, F. (2008). The evolving definition of "sedentary." Exerc Sport Sci Rev 36, 173–178.

Paterson, D.H., Jones, G.R., and Rice, C.L. (2007). Ageing and physical activity: evidence to develop exercise recommendations for older adults. Can J Public Health 98 Suppl 2, S69-108.

Peterson, M.D., and Krishnan, C. (2015). Growth Charts for Muscular Strength Capacity With Quantile Regression. Am J Prev Med 49, 935–938.

Petrella, A. F. M., Gill, D. P., & Petrella, R. J. (2018). Evaluation of the Get Active Questionnaire in community-dwelling older adults. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism, 43(6), 587-594. https://doi.org/10.1139/apnm-2017-0489.

Picorelli, A.M.A., Pereira, D.S., Felício, D.C., Dos Anjos, D.M., Pereira, D.A.G., Dias, R.C., Assis, M.G., and Pereira, L.S.M. (2014). Adherence of older women with strength training and aerobic exercise. Clin Interv Aging 9, 323–331.

Picorelli, AMA, Pereira, LSM, Pereira, DS, Felício, D, and Sherrington, C. (2014). Adherence to exercise programs for older people is influenced by program characteristics and personal factors: a systematic review. J Physiother 60: 151–156.

Pires, S.R., Oliveira, A.C., Parreira, V.F., and Britto, R.R. (2007). Six-minute walk test at different ages and body mass index. Braz. J. Phys. Ther. 11, 147–151.

van Poppel, M.N.M., Chinapaw, M.J.M., Mokkink, L.B., van Mechelen, W., and Terwee, C.B. (2010). Physical Activity Questionnaires for Adults: A Systematic Review of Measurement Properties. Sports Medicine 40, 565–600.

President's Council on Physical Fitness and Sports (U.S.) (1971). Physical fitness research digest. Physical Fitness Research Digest.

Pronk, N.P., Boyle, R.B., and O'Connor, P.J. (1998). The association between physical fitness and diagnosed chronic disease in health maintenance organization members. Am J Health Promot 12, 300–306.

Rana, J.S., Li, T.Y., Manson, J.E., and Hu, F.B. (2007). Adiposity Compared With Physical Inactivity and Risk of Type 2 Diabetes in Women. Diabetes Care 30, 53–58.

Ratey, J.J., and Loehr, J.E. (2011). The positive impact of physical activity on cognition during adulthood: a review of underlying mechanisms, evidence and recommendations. Reviews in the Neurosciences 22.

Reinders, I., Visser, M., and Schaap, L. (2017). Body weight and body composition in old age and their relationship with frailty. Curr Opin Clin Nutr Metab Care 20, 11–15.

Rezende, L.F.M., Sá, T.H., Mielke, G.I., Viscondi, J.Y.K., Rey-López, J.P., and Garcia, L.M.T. (2016). All-Cause Mortality Attributable to Sitting Time: Analysis of 54 Countries Worldwide. Am J Prev Med 51, 253–263.

Rikli, R., & Jones, C. (1999). Functional Fitness Normative Scores for Community-Residing Older Adults, Ages 60-94. Journal of Aging and Physical Activity, 7, 162.

Rikli, Roberta E., & Jones, C. J. (1998). The Reliability and Validity of a 6-Minute Walk Test as a Measure of Physical Endurance in Older Adults. Journal of Aging and Physical Activity, 6(4), 363-375. https://doi.org/10.1123/japa.6.4.363.

Rivera-Torres, S, Fahey, TD, and Rivera, MA. Adherence to Exercise Programs in Older Adults: Informative Report. Gerontol Geriatr Med 5, 2019.Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6343518/

Ronda, G., Van Assema, P., and Brug, J. (2001). Stages of change, psychological factors and awareness of physical activity levels in The Netherlands. Health Promot Int 16, 305–314.

Rubenstein, L.Z., and Josephson, K.R. (2006). Falls and their prevention in elderly people: what does the evidence show? Med. Clin. North Am. 90, 807–824.

Ruiz, J.R., Sui, X., Lobelo, F., Morrow, J.R., Jackson, A.W., Sjöström, M., and Blair, S.N. (2008). Association between muscular strength and mortality in men: prospective cohort study. BMJ 337, 92–95.

Schmid, D., and Leitzmann, M.F. (2014). Television Viewing and Time Spent Sedentary in Relation to Cancer Risk: A Meta-Analysis. J Natl Cancer Inst 106.

Schutzer, K.A., and Graves, B.S. (2004). Barriers and motivations to exercise in older adults. Preventive Medicine 39, 1056–1061.

Shephard, R., and Vuillemin, A. (2003). Limits to the measurement of habitual physical activity by questionnaires. Br J Sports Med 37, 197–206.

Shephard, R.J., and Bouchard, C. (1994). Principal components of fitness: relationship to physical activity and lifestyle. Canadian Journal of Applied Physiology 19, 200–214.

Sherrington, C., Whitney, J.C., Lord, S.R., Herbert, R.D., Cumming, R.G., and Close, J.C.T. (2008). Effective exercise for the prevention of falls: a systematic review and meta-analysis. J Am Geriatr Soc 56, 2234–2243.

Ska, Bernadette ; Joanette, Yves ; Vieillissement normal et cognition, Med Sci (Paris), 2006, Vol. 22, N° 3; p. 284-287 ; DOI : 10.1051/medsci/2006223284

Smith, E., Walsh, L., Doyle, J., Greene, B., and Blake, C. (2017). Effect of a dual task on quantitative Timed Up and Go performance in community-dwelling older adults: A preliminary study. Geriatr. Gerontol. Int. 17, 1176–1182.

Solway, S., Brooks, D., Lacasse, Y., & Thomas, S. (2001). A qualitative systematic overview of the measurement properties of functional walk tests used in the cardiorespiratory domain. Chest, 119(1), 256-270.

Sperandei, S, Vieira, MC, and Reis, AC. (2016). Adherence to physical activity in an unsupervised setting: Explanatory variables for high attrition rates among fitness center members. J Sci Med Sport 19: 916–920.

Spirduso, W.W., and Clifford, P. (1978). Replication of Age and Physical Activity Effects on Reaction and Movement Time. Journal of Gerontology 33, 26–30.

Springer, B. A., Marin, R., Cyhan, T., Roberts, H., & Gill, N. W. (2007). Normative values for the unipedal stance test with eyes open and closed. Journal of Geriatric Physical Therapy (2001), 30(1), 8-15.

Stathi, A., Mckenna, J., and Fox, K.R. (2010). Processes Associated with Participation and Adherence to a 12-month Exercise Programme for Adults Aged 70 and older. J Health Psychol 15, 838–847.

Steele, R.M., Brage, S., Corder, K., Wareham, N.J., and Ekelund, U. (2008). Physical activity, cardiorespiratory fitness, and the metabolic syndrome in youth. J. Appl. Physiol. 105, 342–351.

Steene-Johannessen, J., Anderssen, S.A., Kolle, E., and Andersen, L.B. (2009). Low muscle fitness is associated with metabolic risk in youth. Med Sci Sports Exerc 41, 1361–1367.

Stralen, MM van, Vries, HD, Mudde, AN, Bolman, C, and Lechner, L. (2009). Determinants of initiation and maintenance of physical activity among older adults: a literature review. Health Psychol Rev 3: 147–207.

Strong, K.A., Parks, S.L., Anderson, E., Winett, R., and Davy, B.M. (2008). Weight Gain Prevention: Identifying Theory-Based Targets for Health Behavior Change in Young Adults. J Am Diet Assoc 108, 1708–1715.

Sturnieks, D.L., St George, R., and Lord, S.R. (2008). Balance disorders in the elderly. Neurophysiol Clin 38, 467–478.

Sun, F., Norman, I. J., & While, A. E. (2013). Physical activity in older people: a systematic review. BMC Public Health, 13, 449. https://doi.org/10.1186/1471-2458-13-449.

Tableaux de l'économie française. INSEE. Edition 2018.

Tak, ECPM, van Uffelen, JGZ, Paw, MJMCA, van Mechelen, W, and Hopman-Rock, M. (2012). Adherence to exercise programs and determinants of maintenance in older adults with mild cognitive impairment. J Aging Phys Act 20 : 32–46.

Terrier, P., and Schutz, Y. (2004). Les capteurs de mouvements : Un moyen simple et objectif pour évaluer le niveau d'activité physique : Médecine du sport. Médecine et Hygiène 62, 1525–1529.

Topp, R., Fahlman, M., & Boardley, D. (2004). Healthy aging: health promotion and disease prevention. The Nursing Clinics of North America, 39(2), 411-422. https://doi.org/10.1016/j.cnur.2004.01.007.

Troosters, T., Gosselink, R., and Decramer, M. (1999). Six minute walking distance in healthy elderly subjects. Eur. Respir. J. 14, 270–274.

Tsigilis, N., Douda, H., & Tokmakidis, S. P. (2002). Test-retest reliability of the Eurofit test battery administered to university students. Perceptual and Motor Skills, 95(3 Pt 2), 1295-1300. https://doi.org/10.2466/pms.2002.95.3f.1295.

van Uffelen, J.G., Heesch, K.C., Hill, R.L., and Brown, W.J. (2011). A qualitative study of older adults' responses to sitting-time questions: do we get the information we want? BMC Public Health 11.

Vainshelboim, B., Müller, J., Lima, R.M., Nead, K.T., Chester, C., Chan, K., Kokkinos, P., and Myers, J. (2017). Cardiorespiratory fitness, physical activity and cancer mortality in men. Preventive Medicine 100, 89–94.

Vance, R.C., Healy, D.G., Galvin, R., and French, H.P. (2015). Dual tasking with the timed "up & go" test improves detection of risk of falls in people with Parkinson disease. Phys. Ther. 95, 95–102.

Varela, S., Ayán, C., & Cancela, J. M. (2008). Batteries assessing health related fitness in the elderly: a brief review. European Review of Aging and Physical Activity, 5(2), 97-105. https://doi.org/10.1007/s11556-008-0037-2.

Van der Linden M, Hupet M. *Le vieillissement cognitif*. Paris : PUF, 1994.

van den Tillaar, R., and Marques, M.C. (2013). Reliability of seated and standing throwing velocity using differently weighted medicine balls. J. Strength Cond. Res. 27, 1234–1238.

van der Velde, J., Savelberg, H., Schaper, N., and Koster, A. (2015). Moderate Activity and Fitness, Not Sedentary Time, Are Independently Associated with Cardio-Metabolic Risk in U.S. Adults Aged 18–49. International Journal of Environmental Research and Public Health 12, 2330–2343.

van Lummel, R.C., Walgaard, S., Pijnappels, M., Elders, P.J.M., Garcia-Aymerich, J., van Dieën, J.H., and Beek, P.J. (2015). Physical Performance and Physical Activity in Older Adults: Associated but Separate Domains of Physical Function in Old Age. PLoS ONE 10, e0144048.

Violanti, J.M., Ma, C.C., Fekedulegn, D., Andrew, M.E., Gu, J.K., Hartley, T.A., Charles, L.E., and Burchfiel, C.M. (2017). Associations Between Body Fat Percentage and Fitness among Police Officers: A Statewide Study. Safety and Health at Work 8, 36–41.

Vuillemin, A., Speyer, E., Simon, C., Ainsworth, B., and Paineau, D. (2012). Revue critique des questionnaires d'activité physique administrés en population française et perspectives de développement. /data/revues/00079960/v47i5/S0007996012000867/.

Walker, J.M., Sue, D., Miles-Elkousy, N., Ford, G., and Trevelyan, H. (1984). Active mobility of the extremities in older subjects. Phys Ther 64, 919–923.

Warburton, DE, Charlesworth, S, Ivey, A, Nettlefold, L, and Bredin, SS. (2010). A systematic review of the evidence for Canada's Physical Activity Guidelines for Adults. Int J Behav Nutr Phys Act 7: 39.

Wardle, J., and Steptoe, A. (2003). Socioeconomic differences in attitudes and beliefs about healthy lifestyles. J Epidemiol Community Health 57, 440–443.

Wang, C.-Y., Haskell, W.L., Farrell, S.W., Lamonte, M.J., Blair, S.N., Curtin, L.R., Hughes, J.P., and Burt, V.L. (2010). Cardiorespiratory fitness levels among US adults 20-49 years of age: findings from the 1999-2004 National Health and Nutrition Examination Survey. Am. J. Epidemiol. 171.

Watt, R.G., Heilmann, A., Sabbah, W., Newton, T., Chandola, T., Aida, J., Sheiham, A., Marmot, M., Kawachi, I., and Tsakos, G. (2014). Social relationships and health related behaviors among older US adults. BMC Public Health 14, 533.

Wells, K.F., and Dillon, E.K. (1952). The Sit and Reach—A Test of Back and LegFlexibility. Res. Q. Am. Assoc. Health Phys. Educ. Recreat. 23, 115–118.

WHO. (2015). World Report on Ageing and Health. World Health organization.

Wilmot, E.G., Edwardson, C.L., Achana, F.A., Davies, M.J., Gorely, T., Gray, L.J., Khunti, K., Yates, T., and Biddle, S.J.H. (2012). Sedentary time in adults and the association with diabetes, cardiovascular disease and death: systematic review and meta-analysis. Diabetologia 55, 2895–2905.

Wilson, P. W., Paffenbarger, R. S., Morris, J. N., & Havlik, R. J. (1986). Assessment methods for physical activity and physical fitness in population studies: report of a NHLBI workshop. American Heart Journal, 111(6), 1177-1192.

Wilder, R. P., Greene, J. A., Winters, K. L., Iii, W. B. L., Gubler, K. D., & Edlich, R. (2006). Physical Fitness Assessment: An Update. Journal of Long-Term Effects of Medical Implants, 16(2). https://doi.org/10.1615/JLongTermEffMedImplants.v16.i2.90.

ANNEXES

ANNEXE 1 : QUESTIONNAIRE ASM VITALITY QUEST

Heure de coucher et lever en semaine : ____h/____min ____h/____min
Heure de coucher et lever en week end : ____h/____min ____h/____min
Sommeil de bonne qualité ? OUI/NON
Prenez-vous des médicaments pour dormir ? NON/OUI : Nombre de fois / semaine :

Combien de temps **par jour** avez-vous passé en **position assise**?

- au travail ou milieu éducatif ____h/____min
- à la maison et en loisir ____h/____min

Combien de temps **par jour** avez-vous passé en **position debout statique** ?

- au travail ou milieu éducatif ____h/____min
- à la maison et en loisir ____h/____min

Combien de temps **par jour** avez-vous passé devant **la télévision** ?

- à domicile hors week end ____h/____min
- au travail hors week end ____h/____min
- en week end ____h/____min

Combien de temps **par jour** avez-vous passé devant **la console de jeux** ?

- à domicile hors week end ____h/____min
- au travail hors week end ____h/____min
- en week end ____h/____min

Combien de temps **par jour** avez-vous passé devant **l'ordinateur, tablette, téléphone** ?

- à domicile hors week end ____h/____min
- au travail hors week end ____h/____min
- en week end ____h/____min

Faites-vous des trajets d'au moins **10 min à pied** ? SI OUI, Nombre de jour par semaine :
Temps sur une journée : ____h/____min
Faites-vous des trajets d'au moins **10 min à vélo** ? Si OUI, Nombre de jour par semaine :
Temps sur une journée : ____h/____min
Durant vos **loisirs**, pratiquez-vous des **activités de forte intensité** (VTT, Badminton, Fitness,…) ?
Si OUI, Nombre de jour par semaine : Temps sur une journée : ____h/____min
Durant vos **loisirs**, pratiquez-vous des **activités d'intensité moyenne** (Aquagym, Jardinage,.) ?
Si OUI, Nombre de jour par semaine : Temps sur une journée : ____h/____min
Est-ce que dans votre **travail ou milieu éducatif** vous réalisez des **activités physiques de forte intensité** comme soulever des charges lourdes ou travailler sur un chantier ?
Si OUI, Nombre de jour par semaine : Temps sur une journée : ____h/____min

Est-ce que dans votre **travail ou milieu éducatif** vous réalisez des **activités physiques d'intensité modérée**, comme une marche rapide ou soulever une charge légère ?
Si OUI, Nombre de jour par semaine : Temps sur une journée : ____h/____min
A la **maison**, pratiquez-vous des **activités physiques d'intensité modérée**, comme du ménage ou du jardinage ?
Si OUI, Nombre de jour par semaine : Temps sur une journée : ____h/____min

Pour vous quelles sont les **caractéristiques prioritaires** que devrait avoir **l'activité physique** ou sportive que vous aimeriez pratiquer ? (Choisissez **l'une des trois propositions** sur chaque ligne)

Session individuelle	Session collective	En équipe
Encadré	Autonome	Indifférent
Extérieur	Intérieur	Indifférent
Performance	Loisirs	Indifférent
Bien-être physique	Bien-être mental	Bien-être social
Mixte	Non mixte	Indifférent

Quels sont les **3 facteurs** qui pourraient vous **empêcher de pratiquer** une activité physique ou sportive ?
Le manque d'envie, une pratique pas adaptée, le manque temps, les horaires, le coût de l'activité, l'absence de transport, l'état de ma santé, mon âge, le manque d'infrastructure, l'environnement familial, l'absence de partenaire, l'absence d'encadrement, la peur de l'échec, les antécédents de pratique.

Quels sont vos 3 principales **motivationspour la pratique** d'une activité physique ou sportive ?
La gratuité, le plaisir, l'accessibilité, l'amélioration de ma santé, la pratique adaptée, le soutien social (amis, conjoint, famille), la recommandation du médecin, ma conscience (volonté de bien faire), le goût à l'activité physique, le maintien de ma condition physique, le contrôle de mon poids, la meilleure estime de soi, la rencontre avec des gens.

Projet Vitality Test cofinancée par l'Union européenne dans le cadre du Fonds Européen de Développement Régional (FEDER).

MODELISATION ET INTERPRÉTATION DU QUESTIONNAIRE

Partie sommeil :

- Heure de coucher en semaine (heures) (S1)
- Heure de coucher en semaine (minutes) (S2)
- Heure de lever en semaine (heures) (S3)
- Heure de lever en semaine (minutes) (S4)

- Heure de coucher en week-end (heures) (S5)
- Heure de coucher en week-end (minutes) (S6)
- Heure de lever en week-end (heures) (S7)
- Heure de lever en week-end (minutes) (S8)

- Réponse qualité du sommeil (Oui / Non)
- Réponse médicament pour dormir (Oui / Non)
- Nombre de fois par semaine (Valeur comprise entre 0 et 7)

Temps de sommeil moyen en semaine (1S) (min) = [((S1*60) + S2) + ((S3*60) + S4)]
Temps de sommeil en moyen en week-end (2S) (min) = [((S5*60) + S6) + ((S7*60) + S8)]
Temps de sommeilen moyenne (min) = [((1S) + (2S))/2]

Partie sédentarité :

1/ Sédentarité au travail ou en milieu scolaire
- Temps assis (heures) (D1)
- Temps assis (minutes) (D2)
- Temps debout statique (heures) (D3)
- Temps debout statique (minutes) (D4)

2/ Sédentarité à la maison et en loisir
- Temps assis (heures) (D5)
- Temps assis (minutes) (D6)
- Temps debout statique (heures) (D7)
- Temps debout statique (minutes) (D8)

3/ Temps devant les écrans
- Temps devant la télévision au domicile (heures) (D9)
- Temps devant la télévision au domicile (minutes) (D10)
- Temps devant la télévision au travail (heures) (D11)
- Temps devant la télévision au travail (minutes) (D12)
- Temps devant la télévision en week-end (heures) (D13)
- Temps devant la télévision en week-end (minutes) (D14)

- Temps devant la console de jeux au domicile (heures) (D15)
- Temps devant la console de jeux au domicile (minutes) (D16)
- Temps devant la console de jeux au travail (heures) (D17)
- Temps devant la console de jeux au travail (minutes) (D18)
- Temps devant la console de jeux en week-end (heures) (D19)

- Temps devant la console de jeux en week-end (minutes) (D20)

- Temps devant l'ordinateur-Tablette-Téléphone au domicile (heures) (D21)
- Temps devant l'ordinateur-Tablette-Téléphone au domicile (minutes) (D22)
- Temps devant l'ordinateur-Tablette-Téléphone au travail (heures) (D23)
- Temps devant l'ordinateur-Tablette-Téléphone au travail (minutes) (D24)
- Temps devant l'ordinateur-Tablette-Téléphone en week-end (heures) (D25)
- Temps devant l'ordinateur-Tablette-Téléphone en week-end (minutes) (D26)

Temps assis total (min) (1D) = [((D1*60) + D2) + ((D5*60) + D6)]
Temps debout statique total (min) (2D) = [((D3*60) + D4) + ((D7*60) + D8)]
Temps de sédentarité total (min) (1DS) = [1D+2D]
Temps total devant la télévision (min) = [((D9*60) + D10) + ((D11*60) + D12) + ((D13*60) + D14)]
Temps total devant la console de jeux (min) = [((D15*60) + D16) + ((D17*60) + D18) + ((D19*60) + D20)]
Temps total devant l'ordinateur-tablette-téléphone (min) = [((D21*60) + D22) + ((D23*60) + D24) + ((D25*60) + D26)]
Temps total devant un écran au domicile (min) = [((D9*60) + D10) + ((D15*60) + D16) + ((D21*60) + D22)]
Temps total devant un écran au travail (min) = [((D11*60) + D12) + ((D17*60) + D18) + ((D23*60) + D24)]
Temps total devant un écran en week-end (min) = [((D13*60) + D14) + ((D19*60) + D20) + ((D25*60) + D26)]

Partie activité physique :

1/ Activité physique au travail et milieu scolaire
a) Intense
- Réponse (Oui / Non)
- Nombre de jours (A1)
- Temps sur une journée (Heures)
- Temps sur une journée (Minutes)

Temps total (Minutes) : Formule = [(Temps sur une journée en heures * 60) + Temps sur une journée en minutes] (A2)

b) Modérée
- Réponse (Oui / Non)
- Nombre de jours (A3)
- Temps sur une journée (Heures)
- Temps sur une journée (Minutes)

Temps total (Minutes) : Formule = [(Temps sur une journée en heures * 60) + Temps sur une journée en minutes] (A4)

2/ Activité physique à la maison
- Réponse (Oui / Non)
- Nombre de jours (A5)
- Temps sur une journée (Heures)
- Temps sur une journée (Minutes)

Temps total (Minutes) : Formule = [(Temps sur une journée en heures * 60) + Temps sur une journée en minutes] (A6)

3/ Activité physique en transport

a) A pied

- Réponse (Oui / Non)
- Nombre de jours (A7)
- Temps sur une journée (Heures)
- Temps sur une journée (Minutes)

Temps total (Minutes) : Formule = [(Temps sur une journée en heures * 60) + Temps sur une journée en minutes] (A8)

b) A vélo

- Réponse (Oui / Non)
- Nombre de jours (A9)
- Temps sur une journée (Heures)
- Temps sur une journée (Minutes)

Temps total (Minutes) : Formule = [(Temps sur une journée en heures * 60) + Temps sur une journée en minutes] (A10)

4/ Activité physique en loisir

a) Intense

- Réponse (Oui / Non)
- Nombre de jours (A11)
- Temps sur une journée (Heures)
- Temps sur une journée (Minutes)

Temps total (Minutes) : Formule = [(Temps sur une journée en heures * 60) + Temps sur une journée en minutes] (A12)

b) Modéré

- Réponse (Oui / Non)
- Nombre de jours (A13)
- Temps sur une journée (Heures)
- Temps sur une journée (Minutes)

Temps total (Minutes) : Formule = [(Temps sur une journée en heures * 60) + Temps sur une journée en minutes] (A14)

Activité physique totale en MET-minutes/semaine (= somme des MET-minutes correspondant à chaque situation)

Équation : Activité physique totale = [(A1 * A2 * 8) + (A3 * A4 * 4) + (A5 * A6 *4) + (A7 * A8 * 4) + (A9 * A10 * 4) + (A11 * A12* 8) + (A13 * A14 * 4)]

Partie passé sportif et besoins :

1/ Passé sportif

- Réponse (Oui / Non)
- Nom de l'activité principal réalisée par le passé
- Nombre d'années
- Niveau de pratique

2/ Type d'activité physique

Caractéristique 1

Caractéristique 2

Caractéristique 3

Caractéristique 4

Caractéristique 5

Caractéristique 6

3/ Freins à l'activité physique
Facteur 1
Facteur 2
Facteur 3

4/ Motivations à l'activité physique
Facteur 1
Facteur 2
Facteur 3

Détermination des profils :

Activité physique :

- Élevé

Sont classées dans cette catégorie les personnes qui se qualifient pour l'un des critères suivants :
- Activité physique intense au moins 3 jours par semaine, entraînant une dépense énergétique d'au moins 1500 MET-minutes/semaine OU
- Au moins 7 jours de marche à pied et d'activité physique modérée ou intense jusqu'à parvenir à un minimum de 3000 MET-minutes par semaine.

- Moyen

Sont classées dans cette catégorie les personnes qui ne qualifient pas pour les critères de la catégorie précédente mais qui remplissent l'un des critères ci-après :
- Au moins 20 minutes d'activité physique intense par jour pendant 3 jours ou plus par semaine OU
- Au moins 30 minutes d'activité physique modérée ou de marche à pied par jour pendant 5 jours ou plus par semaine OU
- Au moins 5 jours de marche à pied et d'activité physique modérée ou intense, jusqu'à parvenir à un minimum de 600 MET-minutes par semaine.

- Limité

Sont classées dans cette catégorie les personnes qui ne qualifient pour aucun des critères mentionnés ci-dessus.

Sédentarité :

Définition du profil Sédentaire ou Non-sédentaire :

- Sédentaire SI : Temps de sédentarité total sur une semaine / 7 ≥ 7 h/ j
- Non-sédentaire SI : Temps de sédentarité total sur une semaine / 7 < 7 h / j

ANNEXE 2 : QUESTIONNAIRE MONDIAL SUR LA PRATIQUE D'ACTIVITES PHYSIQUES (GPAQ)

MODULE DE BASE : Activité physique

Je vais maintenant vous poser quelques questions sur le temps que vous consacrez à différents types d'activité physique lors d'une semaine typique. Veuillez répondre à ces questions même si vous ne vous considérez pas comme quelqu'un d'actif.

Pensez tout d'abord au temps que vous y consacrez au travail, qu'il s'agisse d'un travail rémunéré ou non, de tâches ménagères, de cueillir ou récolter des aliments, de pêcher ou chasser, de chercher un emploi. [Ajouter d'autres exemples si nécessaires]. Dans les questions suivantes, les activités physiques de forte intensité sont des activités nécessitant un effort physique important et causant une augmentation conséquente de la respiration ou du rythme cardiaque, et les activités physiques d'intensité modérée sont des activités qui demandent un effort physique modéré et causant une petite augmentation de la respiration ou du rythme cardiaque.

	Question	Réponse	Code
Activités au travail			
1	Est-ce que votre travail implique des activités physiques de forte intensité qui nécessitent une augmentation conséquente de la respiration ou du rythme cardiaque, comme [soulever des charges lourdes, travailler sur un chantier, effectuer du travail de maçonnerie] pendant au moins 10 minutes d'affilée ?	Oui 1 Non 2 Si Non, aller à P4	P1
2	Habituellement, combien de jours par semaine effectuez-vous des activités physiques de forte intensité dans le cadre de votre travail ?	Nombre de jours └─┘	P2
3	Lors d'une journée habituelle durant laquelle vous effectuez des activités physiques de forte intensité, combien de temps consacrez-vous à ces activités ?	Heures : minutes └─┴─┘ : └─┴─┘ hrsmins	P3 (a-b)
4	Est-ce que votre travail implique des activités physiques d'intensité modérée, comme une marche rapide ou [soulever une charge légère] durant au moins 10 minutes d'affilée ?	Oui 1 Non 2 Si Non, aller à P 7	P4
5	Habituellement, combien de jours par semaine effectuez-vous des activités physiques d'intensité modérée dans le cadre de votre travail ?	Nombre de jours └─┘	P5
6	Lors d'une journée habituelle durant laquelle vous effectuez des activités physiques d'intensité modérée, combien de temps consacrez-vous à ces activités ?	Heures : minutes └─┴─┘ : └─┴─┘ hrsmins	P6 (a-b)

Se déplacer d'un endroit à l'autre			
Les questions suivantes excluent les activités physiques dans le cadre de votre travail, que vous avez déjà mentionnées.Maintenant, je voudrais connaître votre façon habituelle de vous déplacer d'un endroit à l'autre ; par exemple pour aller au travail, faire des courses, aller au marché, aller à votre lieu consacré au culte.			
7	Est-ce que vous effectuez des trajets d'au moins 10 minutes à pied ou à vélo ?	Oui 1 Non 2 Si Non, aller à P 10	P7
8	Habituellement, combien de jours par semaine effectuez-vous des trajets d'au moins 10 minutes à pied ou à vélo ?	Nombre de jours └─┘	P8
9	Lors d'une journée habituelle, combien de temps consacrez- vous à vos déplacements à pied ou à vélo ?	Heures : minutes └─┴─┘ : └─┴─┘ hrsmins	P9 (a-b)

Activités de loisirs			
Les questions suivantes excluent les activités liées au travail et aux déplacements que vous avez déjà mentionnées. Maintenant je souhaiterais vous poser des questions sur le sport, le fitness et les activités de loisirs. [Insérer les termes appropriés]			
10	Est-ce que vous pratiquez des sports, du fitness ou des activités de loisirs de forte intensité qui nécessitent une augmentation importante de la respiration ou du rythme cardiaque comme [courir ou jouer au football] pendant au moins dix minutes d'affilée ? [INSÉRER DES EXEMPLES LOCAUX ET MONTRER LES CARTES]	Oui 1 Non 2 Si Non, aller à P 13	P10
11	Habituellement, combien de jours par semaine pratiquez-vous une activité sportive, du fitness ou d'autres activités de loisirs de forte intensité ?	Nombre de jours └─┘	P11
12	Lors d'une journée habituelle, combien de temps y consacrez-vous ?	Heures : minutes └─┴─┘ : └─┴─┘ hrsmins	P12 (a-b)
13	Est-ce que vous pratiquez des sports, du fitness ou des activités de loisirs d'intensité modérée qui nécessitent une petite augmentation de la respiration ou du rythme cardiaque comme la marche rapide [faire du vélo, nager, jouer au volley] pendant au moins dix minutes d'affilée ? [INSÉRER DES EXEMPLES LOCAUX ET MONTRER LES CARTES]	Oui 1 Non 2 Si Non, aller à P16	P13

14	Habituellement, combien de jours par semaine pratiquez-vous une activité sportive, du fitness ou d'autres activités de loisirs d'intensité modérée ?	Nombre de jours └──┘	P14
15	Lors d'une journée habituelle, combien de temps y consacrez-vous ?	Heures : minutes └──┴──┘ : └──┴──┘ hrsmins	P15 (a-b)

Comportement sédentaire			
La question suivante concerne le temps passé en position assise ou couchée, au travail, à la maison, en déplacement, à rendre visite à des amis, et inclut le temps passé [assis devant un bureau, se déplacer en voiture, en bus, en train, à lire, jouer aux cartes ou à regarder la télévision] mais n'inclut pas le temps passé à dormir. [INSÉRER DES EXEMPLES LOCAUX ET MONTRER LES CARTES]			
16	Combien de temps passez-vous en position assise ou couchée lors d'une journée habituelle ?	Heures : minutes └──┴──┘ : └──┴──┘ hrsmins	P16 (a-b)

ANNEXE 3 : CONSENTEMENT VERSION PAPIER

Fiche d'information et consentement de participation au PROJET "ASM Vitalitytest"

L'ASM Omnisports organise, en collaboration avec le laboratoire AME2P (Adaptations Métaboliques à l'Exercice en conditions Physiologiques et Pathologiques), un bilan de condition physique, d'activité physique et de sédentarité.

Sous la direction de : Julien FINAUD (ASM Omnisports), Pascale DUCHE et Eric DORE (Laboratoire AME2P)
Promoteurs : ASM Omnisports et laboratoire AME2P
Responsable du projet : MACK Damien (Doctorant, Laboratoire AME2P)

Engagement des promoteurs du projet :
En tant qu'investigateur principal, ils s'engagent à mener cette étude selon les dispositions éthiques et déontologiques, à protéger l'intégrité physique, psychologique et sociale des personnes tout au long de l'étude et à assurer la confidentialité des informations recueillies.

Liberté du participant :
Le consentement pour poursuivre l'étude peut être retiré par le participant à tout moment sans donner de raison et sans encourir ni responsabilité ni conséquence.

Confidentialité des informations :
Toutes les informations concernant les participants seront conservées de façon anonyme et confidentielle pendant 10 ans. Aucune information individuelle ne sera transmise ou utilisée. La transmission des données collectives pour l'expertise ou pour la publication scientifique sera anonyme.

Déontologie et éthique :
Les promoteurs s'engagent à préserver absolument la confidentialité et le secret professionnel pour toutes les informations concernant le participant.

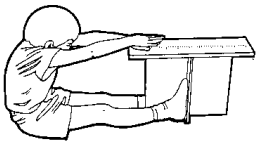
Traitement des données informatisées
L'ensemble des données informatisées restent anonymes : seul l'identifiant attribué à chaque individu participant au bilan de condition physique, d'activité physique et de sédentarité est utilisé. Ces données anonymes seront stockés et modélisées par le Laboratoire LIMOS de l'Université Blaise Pascal (Laboratoire d'Informatique de Modélisation et d'Optimisation des systèmes) et traitées statistiquement par le laboratoire AME2P de l'Université Blaise Pascal. L'ASM est destinataire des résultats individuels traités par les laboratoires afin de rédiger des recommandations d'activité physique

Je, soussigné _

☐ **Déclare accepter, librement, et de façon éclairée, de participer à la batterie de test ASM Vitality test pour évaluer ma condition physique à l'aide des tests de :**

Test de lancer de medecine-ball

Test de flexion du tronc avant (assis)

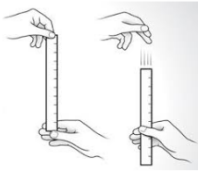


Test de préhension

Test frappe de plaques

Test de redressement du tronc

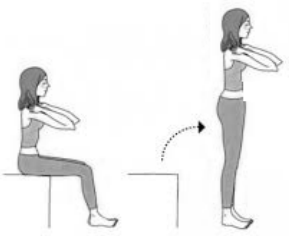
Test de la règle



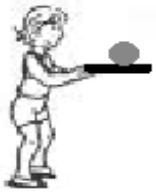
Test d'équilibre

Test de 6 min marche

Test Assis/Debout



Test double tâche



☐ **J'accepte de répondre au questionnaire d'évaluation de l'activité physique et de la sédentarité (ASM Vitality Quest).**

☐ **J'ai bien noté que les données feront l'objet d'un traitement informatisé anonyme : un code me sera attribué. Ainsi, mes réponses aux questionnaires et mes résultats aux tests resteront confidentiels.**

☐ **Un bilan global des résultats statistiques pourra être publié à des fins de recherche ou d'information du grand public.**

☐ **J'ai bien noté que le droit d'accès à mes résultats ainsi que tout droit de rectification, prévus par la loi "informatique et libertés" s'exerce à tout moment auprès des responsables du suivi à l'adresse suivante : ASMVitalityTest@univ-bpclermont.fr**

Fait à : le :

Le participant
Signature précédée de la mention lue et approuvé