



# **Utilisation d'Apple Watch pour estimer la distance de marche parcourue en 6 minutes**

Mai 2021

# Table des matières

<b>Aperçu .....</b>	<b>3</b>
Introduction.....	3
Test de marche de six minutes en clinique .....	3
Test de marche de six minutes à distance .....	3
<b>Estimation de la distance de marche parcourue en 6 minutes .....</b>	<b>4</b>
Description de l'indicateur .....	4
Mise au point.....	5
Résultats .....	6
Analyse .....	8
<b>Conclusions.....</b>	<b>9</b>
<b>Références .....</b>	<b>9</b>

# Aperçu

Avec watchOS 7, l'Apple Watch Series 3 et les modèles ultérieurs offrent une estimation de la distance que les utilisateurs peuvent parcourir à pied en six minutes, une mesure qui peut être utilisée dans les applications de santé comme indicateur global de leur mobilité et de leur santé cardiovasculaire. Le présent document explique en détail comment cet indicateur est estimé sur l'Apple Watch, y compris les tests et la validation.

## Introduction

### Test de marche de six minutes en clinique

Le test de marche de six minutes (TM6) est une méthode simple pour évaluer la capacité fonctionnelle et l'endurance d'une personne. Lancé au début des années 1980 comme solution de rechange plus commode pour les participants et tout aussi valide que les épreuves à l'effort plus rigoureuses et coûteuses<sup>1</sup>, le TM6 est le plus souvent réalisé en clinique, où le participant doit faire des allers-retours dans un corridor d'une longueur connue pendant six minutes. Le résultat du test est la distance totale parcourue à la marche pendant ces six minutes, aussi appelée DM6. Depuis son introduction il y a environ 40 ans, ce test a été bien caractérisé pour plusieurs groupes d'âge, groupes ethniques, états de santé et maladies. Il est utilisé comme critère de jugement dans les essais cliniques portant sur l'efficacité de différentes interventions thérapeutiques et comme indicateur de stratification des risques pour de grandes populations<sup>2</sup>.

Or, malgré les avantages et l'utilité du TM6, son administration et l'interprétation des résultats dans la pratique courante comportent certains inconvénients. D'abord, le cabinet ou la clinique doit offrir l'environnement nécessaire, normalement un corridor d'une longueur suffisante (de 10 à 30 mètres), où le participant peut marcher sans interruption et sans perturber les activités habituelles de la clinique. Ensuite, le temps et les coûts associés à la réalisation de ce test peuvent être importants, puisqu'il est normalement recommandé d'effectuer un premier essai pour que le participant puisse bien assimiler le protocole, de le laisser se reposer pendant une heure, puis de procéder à un deuxième test dont les résultats sont habituellement plus exacts<sup>3,4,5,6</sup>.

### Test de marche de six minutes à distance

Dans une clinique grouillante d'activité, l'administration du TM6 n'est pas toujours commode. Or, les résultats des TM6 réalisés à la maison présentent une forte corrélation avec les tests supervisés en clinique et peuvent constituer une solution de rechange appropriée<sup>7</sup>. Les mesures de la DM6 à l'aide d'un téléphone intelligent correspondent aux mesures en clinique. Par contre, une étude a montré que seulement 60 % des TM6 administrés à la maison en utilisant un téléphone intelligent étaient menés à terme<sup>8</sup>. Les tests à domicile, bien que prometteurs, ne sont peut-être pas réalistes à grande échelle ou sur une longue période puisque l'observance par les patients est faible.

L'Apple Watch vient changer la façon dont la DM6 est mesurée et offre une solution aux difficultés pratiques associées aux tests en clinique et à domicile. Grâce aux données recueillies passivement au moyen d'Apple Watch Series 3 et des modèles ultérieurs sous watchOS 7, les utilisateurs pourront visualiser et partager une estimation de leur DM6. L'estimation de la distance de marche parcourue en six minutes (eDM6) repose sur des signaux enregistrés par des capteurs multimodaux sur une longue période pendant laquelle l'utilisateur vaque à ses occupations habituelles, plutôt que sur une mesure directe et ponctuelle pendant un test de marche de six minutes. Dans la plupart des cas, l'eDM6 sera mise à jour de façon hebdomadaire et accessible dans l'app Santé sur un iPhone jumelé à leur Apple Watch.

# Estimation de la distance de marche parcourue en 6 minutes

Ce document décrit la mise au point et la validation de l'indicateur « eDM6 ». Il est destiné aux chercheurs, aux professionnels de la santé et aux développeurs qui souhaiteraient intégrer cet indicateur dans le cadre de leur travail, ainsi qu'aux clients qui aimeraient en savoir plus sur l'eDM6 et sur la façon dont elle est mesurée et validée. Les développeurs peuvent visiter le site [developer.apple.com/documentation/healthkit](https://developer.apple.com/documentation/healthkit) pour obtenir des renseignements supplémentaires sur l'accès aux données de santé et de forme physique, comme l'eDM6, et leur partage, tout en laissant aux utilisateurs le contrôle de leurs données et en préservant leur confidentialité.

## Description de l'indicateur

L'eDM6 est un indicateur de la distance qu'un utilisateur parcourrait à la marche s'il devait subir un TM6 dans un environnement contrôlé. Cette estimation repose sur les données de mouvement et d'activité recueillies dans les quatre semaines précédentes. La figure 1 montre un exemple de ce qu'un utilisateur pourrait voir dans l'app Santé de son iPhone. La valeur est indiquée en mètres et, pour la plupart des utilisateurs, mise à jour chaque semaine. Pour générer une eDM6, l'Apple Watch doit être portée au cours des activités quotidiennes normales (p. ex. heures de marche pendant des tâches ménagères peu exigeantes) plus de huit heures pendant au moins trois jours de la semaine précédente, et plus de huit heures pendant dix jours au cours des quatre dernières semaines. Une marche à l'extérieur au cours de la semaine précédente en utilisant l'app Exercice d'Apple Watch peut alléger ces exigences.

L'API HealthKit d'Apple permet aux utilisateurs de partager cette information avec les apps sur leur iPhone<sup>9</sup>. Chaque estimation est accompagnée de métadonnées indiquant l'état de l'étalonnage de l'appareil, qui peut jouer sur l'exactitude de l'estimation. Ce point est traité plus en détail dans la section Analyse. Ces métadonnées sont incluses lorsque les autres apps accèdent aux estimations par l'entremise de l'API HealthKit.

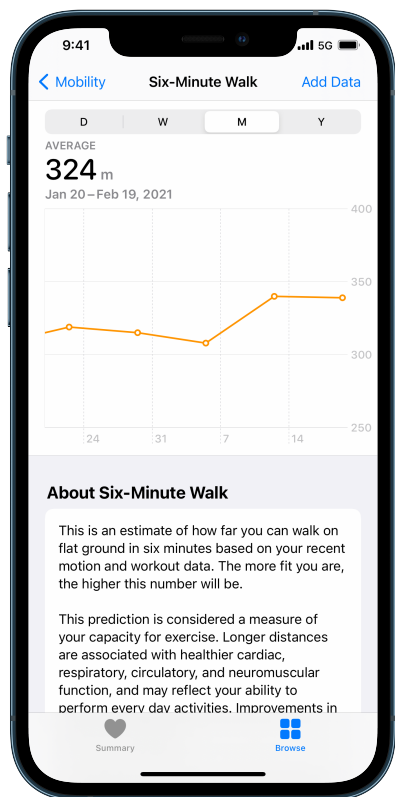


Figure 1 : Estimations de la distance de marche en six minutes dans l'app Santé sur iOS 14

## Mise au point

Pour la mise au point et la validation de l'eDM6, Apple a recueilli des données provenant de plusieurs études approuvées par un comité d'éthique indépendant (CEI). Les participants étaient des adultes autonomes de 65 ans et plus vivant à domicile ou dans des résidences pour personnes âgées autonomes, qui ont consenti à la collecte et à l'utilisation de leurs données à ces fins. Les participants recrutés présentaient différents niveaux d'activité et indices fonctionnels, mais résidaient tous dans la vallée Santa Clara, en Californie.

Les participants à l'étude ont effectué, sur un parcours aller-retour de 15 à 30 mètres de longueur, des TM6 supervisés répondant aux recommandations publiées<sup>2</sup> tout en portant une Apple Watch Series 4 et en ayant avec eux un iPhone 8 ou un modèle ultérieur. Les protocoles des TM6 de référence étaient identiques pour la collecte des données de mise au point et de validation. Les participants ont effectué cinq TM6 pendant leur participation aux études, et aucun test n'a été répété le même jour. Les résultats des tests de référence ont été vérifiés à l'aide de mesures supplémentaires prises par des capteurs pour s'assurer que les distances enregistrées étaient exactes. Les tests qui n'ont pas passé les étapes de vérification n'ont pas été utilisés pour la mise au point de l'algorithme.

Les participants devaient porter leur Apple Watch et avoir avec eux leur iPhone pendant leurs activités quotidiennes normales tout au long de l'étude. Les données des divers capteurs d'Apple Watch et de l'iPhone ont été colligées durant cette période et utilisées pour élaborer l'algorithme de l'eDM6. Les données utilisées pour cet algorithme provenaient des capteurs (accéléromètre, gyroscope, baromètre, GPS) et d'autres indicateurs mesurés par l'Apple Watch, comme le nombre d'étages montés, le nombre de pas, les minutes d'exercice, les distances de marche, la longueur estimée des pas et la vitesse de marche.

Les données des participants ont été divisées en deux sous-ensembles (mise au point et validation) pour assurer un équilibre sur le plan de l'âge, du sexe et du niveau fonctionnel entre les deux. C'est le sous-ensemble « Mise au point » qui a servi à l'élaboration de l'algorithme de l'eDM6. Les résultats de l'algorithme ont été évalués en comparant l'eDM6 et les valeurs de référence pour la DM6. L'ensemble de données « Validation » a ensuite été utilisé pour vérifier les résultats de l'algorithme.

La validité de l'eDM6 a été calculée en utilisant la moyenne et l'écart type des erreurs entre les estimations hebdomadaires de la DM6 et le test de référence le plus récent du participant. La fidélité a été évaluée en calculant l'accord absolu entre les mesures et exprimée par le coefficient de corrélation intraclasse (CCI). La cohérence de l'eDM6 s'exprime par la médiane et l'écart type correspondant au 90<sup>e</sup> centile pour toutes les estimations de la DM6 à condition que les participants aient obtenu au moins trois estimations. La disponibilité ou le rendement de l'eDM6 a été évalué en utilisant la fraction du nombre total de semaines où la durée minimale de port d'Apple Watch a été respectée et où des estimations ont été générées, ainsi que la fraction des participants qui ont obtenu des estimations pour au moins 75 % des semaines.

## Résultats

Les caractéristiques initiales des participants dont les données ont été utilisées pour la mise au point et la validation de l'indicateur sont résumées au tableau 1.

**Tableau 1. Caractéristiques des participants**

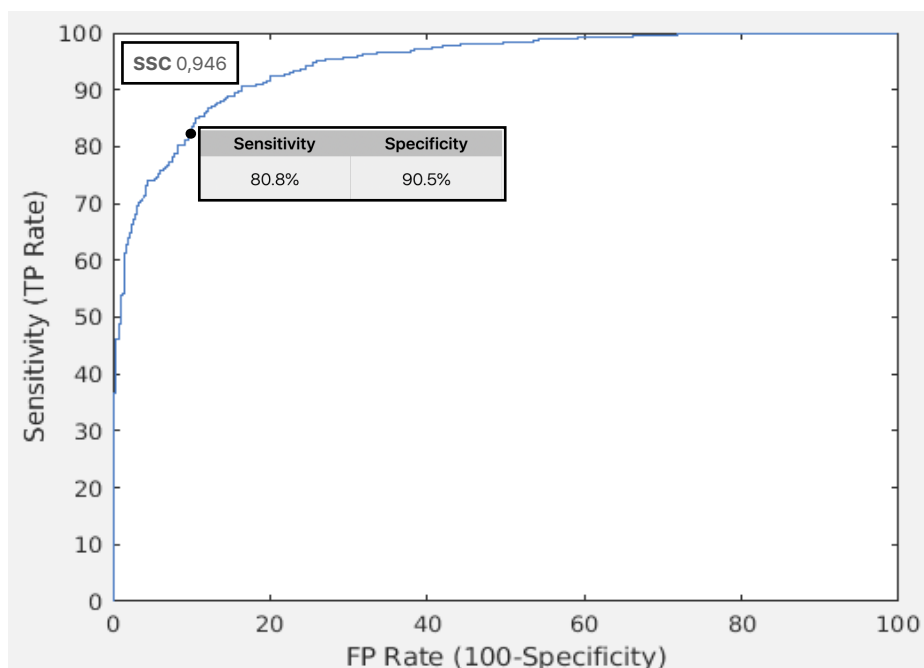
	Mise au point (N = 930)	Validation (N = 449)
<b>Sexe – nombre (%)</b>		
Femmes	578 (62)	263 (59)
Hommes	349 (38)	184 (41)
Autres/Inconnu	3 (0)	2 (0)
<b>Âge – années*</b>	<b>82 ± 7</b>	<b>78 ± 7</b>
<b>DM6 de référence – mètres (moyenne ± ET)</b>	<b>375 ± 98</b>	<b>399 ± 102</b>
<b>Durée de l'observation – jours (moyenne ± ET)</b>	<b>389 ± 48</b>	<b>359 ± 67</b>
<b>Comorbidités – nombre (%)</b>		
Arthrite (hanche ou genou)	244 (26)	80 (18)
Diabète	62 (7)	30 (7)
Coronaropathie	79 (9)	31 (7)
MPOC	37 (4)	7 (2)
<b>Utilisation d'un appareil fonctionnel (durant le TM6) – nombre (%)</b>		
Aucun	718 (77)	395 (88)
Canne	73 (8)	26 (6)
Déambulateur	145 (16)	31 (7)
Autres/Inconnu	20 (2)	5 (1)
<b>Catégorie d'IMC – nombre (%)</b>		
Poids insuffisant (IMC < 18,5)	13 (1)	2 (0)
Poids normal (18,5 ≤ IMC < 25,0)	379 (40)	158 (35)
Excès de poids (25,0 ≤ IMC < 30,0)	352 (38)	191 (43)
Obésité (IMC ≥ 30,0)	185 (20)	98 (22)
* L'âge exact des participants de plus de 90 ans n'a pas été indiqué pour éviter toute réidentification potentielle. L'âge moyen a été calculé en tenant pour acquis que ces patients avaient 90 ans.		

La médiane et l'écart type correspondant au 90<sup>e</sup> centile pour les DM6 de référence par participant étaient respectivement de 16 mètres et de 41 mètres, et le CCI était de 0,926 [IC de 0,921 à 0,931]. Si l'on tient seulement compte des tests de référence qui ont passé l'étape de vérification pour l'exactitude, la médiane et l'écart type correspondant au 90<sup>e</sup> centile étaient respectivement de 15 mètres et de 37 mètres, et le CCI était de 0,939 [IC de 0,934 à 0,943]. Les études ont révélé des valeurs de CCI similaires, soit de 0,82 à 0,99<sup>10</sup>.

**Tableau 2. Résultats pour l'eDM6**

Indicateur	Description	Mise au point (N = 930 participants, 35 890 semaines)	Validation (N = 449 participants, 15 223 semaines)
Validité	Erreur (eDM6 hebdomadaire – test de référence le plus récent) – mètres (moyenne ± ET)	1 ± 55	1 ± 51
Fidélité	CCI [intervalle de confiance]	0,925 [0,922–0,928]	0,913 [0,909–0,916]
Cohérence	ET des eDM6 par utilisateur – mètres		
	Médiane	21	17
	90 <sup>e</sup> centile	40	35
Disponibilité	Pourcentage des semaines* associées à une eDM6	92	94
	Pourcentage des sujets qui ont obtenu des eDM6 pour au moins 75 % des semaines*	89	92

\* Semaines où le temps de port était suffisant pour l'acquisition des données (c.-à-d. plus de huit heures pendant au moins trois jours dans la dernière semaine).



**Figure 2 : Courbe ROC, sensibilité et spécificité pour le classement de l'eDM6 à des seuils de 360 mètres (TP = vrai positif, FP = faux positif)**

Le tableau 2 présente les résultats de l'algorithme pour les ensembles de données « Mise au point » et « Validation ». La figure 2 montre la spécificité et la sensibilité des eDM6 pour classer les utilisateurs selon un seuil de 360 mètres, ainsi que la courbe ROC (SSC de 0,946). Même si le TM6 ne comporte pas de seuils de stratification des risques largement acceptés, plusieurs études ont montré un lien entre la DM6 (ou la vitesse de marche moyenne correspondante) et les résultats de santé à des seuils similaires<sup>2</sup>.

## Analyse

Avec le lancement de watchOS 7 et d'iOS 14, les utilisateurs d'Apple Watch pourront voir une estimation de leur DM6 dans l'app Santé sur leur iPhone. Une estimation hebdomadaire fiable de la DM6 peut contribuer à éliminer la nécessité des TM6 à la maison et à améliorer le suivi à long terme de la capacité fonctionnelle et l'endurance des personnes à risque compte tenu des problèmes potentiels d'observance pour les tests à domicile.

L'exactitude de l'eDM6 décrite ici était comparable dans les deux ensembles de données (mise au point et validation), et la cohérence était comparable à celle des tests de référence dans l'étude actuelle et les autres publications<sup>11</sup>. Dans des conditions normales et spontanées (c.-à-d. aucune consigne donnée aux participants sur la durée de port d'Apple Watch et un niveau normal d'activité), la disponibilité de l'indicateur était supérieure à 90 % (tableau 2). Pour les participants à l'étude pour lesquels des données continues étaient disponibles ( $n = 703$ ), la durée moyenne entre les estimations était d'environ neuf jours, et pour 94 % d'entre eux, la durée moyenne entre les estimations était inférieure à deux semaines. Ces données semblent indiquer que la plupart des utilisateurs devraient obtenir des estimations hebdomadaires la plupart du temps, en particulier s'il s'agit d'une étude contrôlée dans laquelle les participants se font rappeler de porter leur Apple Watch.

Les utilisateurs peuvent optimiser le rendement en portant quotidiennement une Apple Watch étalonnée dans une gamme représentative d'activités. À défaut d'effectuer cet étalonnage, il est aussi possible d'utiliser l'indicateur de vitesse de marche de l'iPhone ou le GPS de l'iPhone et d'Apple Watch comme solution d'étalonnage pour l'obtention de cet indicateur. La plupart des utilisateurs (75 %) ont réussi cet étalonnage dans les quatre premières semaines des études décrites. Le site suivant présente davantage de renseignements sur l'étalonnage d'Apple Watch : [support.apple.com/fr-ca/HT204516](https://support.apple.com/fr-ca/HT204516).

Nous avons conçu l'algorithme de la DM6 de façon offrir des estimations précises pour les personnes à risque ayant une capacité fonctionnelle limitée. Pour ce faire, nous avons validé les résultats au sein d'une population d'adultes âgés sans aucune comorbidité et dont la DM6 de référence se situait dans une plage clinique utile. La prévalence de diabète et d'arthrose chez les personnes recrutées dans les études aux fins de mise au point et de validation de l'indicateur était semblable à celle observée aux États-Unis chez les personnes ayant un âge similaire<sup>12</sup>. Pour ce qui est de la MPOC et de la coronaropathie, la prévalence pourrait avoir été sous-estimée par rapport à celle attendue<sup>13</sup>. Le niveau d'utilisation des appareils fonctionnels pendant les tests de référence s'approchait dans l'ensemble de ce qu'on observe dans la population américaine. Par contre, l'utilisation de la canne pourrait avoir été légèrement sous représentée<sup>14</sup>.

Dans les applications cliniques du TM6 (comme la stratification des risques et la mesure de la réponse aux traitements), la distance utilisée habituellement est de moins de 500 mètres pour divers troubles de santé, notamment l'insuffisance cardiaque<sup>15</sup>, l'hypertension artérielle pulmonaire<sup>16</sup>, la maladie pulmonaire obstructive chronique<sup>17</sup> et le cancer<sup>8</sup>. Selon le niveau de forme ou l'âge des participants, la distance peut systématiquement être de 500 mètres, c'est-à-dire l'estimation maximale permise par cet algorithme, pour de nombreux utilisateurs.

Bien que les équations de prévision de la DM6 reposent normalement sur la taille, le poids, l'âge et parfois d'autres caractéristiques<sup>18,19</sup>, l'eDM6 décrite ici est personnalisée sur la base de mesures directes obtenues au moyen de capteurs. Par ailleurs, la comparaison de l'eDM6 et des prévisions obtenues en utilisant des équations pour obtenir un « pourcentage de la valeur attendue » peut présenter un intérêt qui va au-delà de la seule valeur de l'eDM6<sup>20</sup>. L'eDM6 absolue peut servir à la stratification des risques chez les personnes âgées. Yazdanyar et coll. ont constaté que chez les personnes âgées vivant à domicile, une DM6 inférieure à 338 mètres était associée à un risque accru de mortalité toutes causes confondues<sup>2</sup>.



L'approche et les résultats présentés comportent certaines limites. De fait, les données tirées des TM6 surveillés pour mettre au point l'eDM6 provenaient de parcours de différentes longueurs. Selon certaines indications, la longueur du parcours pourrait avoir une incidence statistiquement significative sur la DM6<sup>21</sup>. Par contre, la plupart des études montrent que cette différence n'est pas cliniquement pertinente et que le type de parcours (p. ex. oval ou aller-retour) influe davantage sur la DM6<sup>22,23</sup>. Une plus grande variabilité a été observée chez les utilisateurs ayant une faible capacité fonctionnelle, en particulier ceux ayant recours à une canne (données non présentées). Par ailleurs, la diversité raciale et ethnique de la population à l'étude n'était pas pleinement représentative de la population des États-Unis, mais les études antérieures réalisées chez des personnes d'un âge similaire n'ont pas révélé de différences de la DM6 en fonction de la race ou du groupe ethnique et ne recommandaient pas d'effectuer un ajustement des valeurs sur la base de ces facteurs<sup>24</sup>.

Les études utilisées pour la mise au point et la validation de l'algorithme de la DM6 ne tenaient pas compte des changements significatifs de la DM6 au fil des observations. Toutefois, il est possible que des changements attribuables aux événements de santé, au vieillissement naturel ou à l'évolution des comorbidités soient survenus. Pour les mesures de la DM6 en clinique, un changement « cliniquement significatif » correspond à une plage d'environ de 15 mètres à 50 mètres en fonction de toute pathologie sous-jacente affectant la population à l'étude<sup>4,25</sup>. Des travaux ultérieurs démontrant la capacité à détecter des changements à cette échelle pourraient permettre aux chercheurs et aux développeurs d'utiliser cet indicateur pour suivre l'évolution d'une maladie ou la récupération après un événement de santé.

## Conclusions

L'Apple Watch peut fournir une estimation hebdomadaire de la DM6, ce qui permet aux utilisateurs de bénéficier d'un nouvel indicateur pour mesurer et suivre différents aspects de leur santé au fil du temps. Ces données peuvent aussi être utiles pour les chercheurs et les professionnels de la santé. Le port d'une Apple Watch étalonnée pendant diverses activités représentatives de la capacité d'un utilisateur est le meilleur moyen de s'assurer qu'une estimation précise est enregistrée chaque semaine.

## Références

<sup>1</sup> Butland RJ, Pang J, Gross ER, Woodcock AA, Geddes DM. Two-, six-, and 12-minute walking tests in respiratory disease. *British Medical Journal (Clinical Research Edition)*. 1982; 284(6329): 1607-1608. doi: 10.1136/bmj.284.6329.1607.

<sup>2</sup> Yazdanyar A, Aziz MM, Enright PL, et coll. Association Between 6-Minute Walk Test and All-Cause Mortality, Coronary Heart Disease-Specific Mortality, and Incident Coronary Heart Disease. *Journal of Aging and Health*. 2014; 26(4): 583-599. doi: 10.1177/0898264314525665.

<sup>3</sup> ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2002; 166(1): 111-117. doi: 10.1164/ajrccm.166.1.at1102.

<sup>4</sup> 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(1): 256-270. doi: 10.1378/chest.119.1.256.

<sup>5</sup> Guyatt GH, Pugsley SO, Sullivan MJ, et coll. Effect of encouragement on walking test performance. *Thorax*. 1984; 39(11): 818-822. doi: 10.1136/thx.39.11.818.

<sup>6</sup> Guyatt GH, Sullivan MJ, Thompson PJ, et coll. The 6-minute walk: a new measure of exercise capacity in patients with chronic heart failure. *Canadian Medical Association Journal*. 1985; 132(8): 919-923.

<sup>7</sup> Du H, Davidson PM, Everett B, et coll. Correlation between a self-administered walk test and a standardised Six Minute Walk Test in adults. *Nursing & Health Sciences*. 2011; 13(2): 114-117. doi: 10.1111/j.1442-2018.2011.00605.x.

<sup>8</sup> Douma JAJ, Verheul HMW, Buffart LM. Feasibility, validity and reliability of objective smartphone measurements of physical activity and fitness in patients with cancer. *BMC Cancer*. 2018; 18(1): 1052. doi: 10.1186/s12885-018-4983-4.

<sup>9</sup>developer.apple.com/documentation/healthkit.

<sup>10</sup> Holland AE, Spruit MA, Troosters T, et coll. An official European Respiratory Society/American Thoracic Society technical standard: field walking tests in chronic respiratory disease. *European Respiratory Journal*. 2014; 44(6): 1428-1446. doi: 10.1183/09031936.00150314.

<sup>11</sup>Gibbons WJ, Fruchter N, Sloan S, Levy RD. Reference values for a multiple repetition 6-minute walk test in healthy adults older than 20 years. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation*. 2001; 21(2): 87-93. doi: 10.1097/00008483-200103000-00005.

<sup>12</sup>Centers for Disease Control and Prevention (site Web). U.S. Department of Health & Human Services. Consulté le 2 septembre 2020. cdc.gov.

<sup>13</sup>Older Americans & Cardiovascular Diseases: Statistical Fact Sheet. *American Heart Association*. heart.org/idc/groups/heart-public/@wcm/@sop/@smd/documents/downloadable/ucm\_483970.pdf.

<sup>14</sup> Gell NM, Wallace RB, LaCroix AZ, Mroz TM, Patel KV. Mobility device use in older adults and incidence of falls and worry about falling: findings from the 2011–2012 national health and aging trends study. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2015; 63(5): 853-859. doi: 10.1111/jgs.13393.

<sup>15</sup> Yap J, Lim FY, Gao F, Teo LL, Lam CSP, Yeo KK. Correlation of the New York Heart Association Classification and the 6-Minute Walk Distance: A Systematic Review. *Clinical Cardiology*. 2015; 38(10): 621-628. doi: 10.1002/clc.22468.

<sup>16</sup> Boucly A, Weatherald J, Savale L, et coll. Risk assessment, prognosis and guideline implementation in pulmonary arterial hypertension. *European Respiratory Journal*. 2017; 50(2): 1700889. doi: 10.1183/13993003.00889-2017.

<sup>17</sup> Cote CG, Casanova C, Marin JM, et coll. Validation and comparison of reference equations for the 6-min walk distance test. *European Respiratory Journal*. 2008; 31(3): 571-578. doi: 10.1183/09031936.00104507.

<sup>18</sup>Zou H, Zhu X, Zhang J, et coll. Reference equations for the six-minute walk distance in the healthy Chinese population aged 18–59 years. *PLOS ONE*. 2017; 12(9): e0184669. doi: 10.1371/journal.pone.0184669.

<sup>19</sup> Enright PL, Sherrill DL. Reference equations for the six-minute walk in healthy adults. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 1998; 158(5 Pt 1): 1384-1387. doi: 10.1164/ajrccm.158.5.9710086.

<sup>20</sup> Troosters T, Gosselink R, Decramer M. Six minute walking distance in healthy elderly subjects. *European Respiratory Journal*. 1999; 14(2): 270-274. doi: 10.1034/j.1399-3003.1999.14b06.x.

<sup>21</sup> Almeida VP, Ferreira AS, Guimarães FS, Papathanasiou J, Lopes AJ. Predictive models for the six-minute walk test considering the walking course and physical activity level. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2019; 55(6): 824-833. doi: 10.23736/S1973-9087.19.05687-9.

<sup>22</sup>Heinz PDR, Gulart AA, Klein SR, et coll. A performance comparison of the 20 and 30 meter six-minute walk tests among middle aged and older adults. *Physiotherapy Theory and Practice*. 2019; 1: 1-9. doi: 10.1080/09593985.2019.1645251.

<sup>23</sup> Scuirba F, Criner GJ, Lee SM, et coll. Six-minute walk distance in chronic obstructive pulmonary disease: reproducibility and effect of walking course layout and length. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2003; 167(11): 1522-1527. doi: 10.1164/rccm.200203-166OC.

<sup>24</sup> Enright PL, McBurnie MA, Bittner V, et al. The 6-min walk test: A quick measure of functional status in elderly adults. *Chest*. 2003; 123(2): 387-398. doi: 10.1378/chest.123.2.387.

<sup>25</sup> Bohannon RW, Crouch R. Minimal clinically important difference for change in 6-minute walk test distance of adults with pathology: a systematic review. *Journal of Evaluation in Clinical Practice*. 2017; 23(2): 377-381. doi: 10.1111/jep.12629.