

Etude préliminaire d'un test de mesure de la capacité d'une personne à franchir un passage sans perception visuelle

Aya Dernayka, Michel-Ange Amorim, Roger Leroux, Aziz Zogaghi et
René Farcy

Université Paris sud, Paris, France.

aya.dernayka@u-psud.fr, michel-ange.amorim@u-psud.fr,
roger.leroux@u-psud.fr, aziz.zogaghi@u-psud.f, rene.farcy@u-psud.fr

Résumé

Nous présentons une étude préliminaire d'un test destiné à mesurer la capacité d'une personne déficiente visuelle à se positionner dans un passage. Nous définissons une configuration de trajets normalisée dans un couloir de 1,6 m de large et 25 mètres de long pouvant contenir 4 passages de 0,8 m de large plus ou moins décalés à droite ou à gauche espacés aléatoirement de 2,5 à 5 mètres. Nous présentons au sujet dans un ordre aléatoire 3 trajets d'allure différente, parmi plusieurs milliers de combinaisons possibles. Plus la probabilité de passage au hasard sans toucher est faible, plus le nombre de points attribués dans le score est élevé. Nous avons réalisé le test avec 10 voyants sous bandeau se protégeant avec les mains et obtenu un score moyen de 15,7/60 avec un écart type de 5,5/60. Le sujet n'ayant pas de moyens d'anticiper l'obstacle, le score est considéré comme étant celui du hasard. Ces 10 voyants ont eu ensuite un entraînement sous bandeau de 15 minutes avec une canne électronique Tom Pouce III et on refait un test avec l'appareil. Le score moyen avec le Tom Pouce III a été 39,2/60 avec un écart type de 6,4/60. Nous discutons les scores obtenus en fonction de la vitesse de la personne et de la largeur de ses épaules, paramètres pouvant influencer le résultat. Ces premiers éléments sont encourageants et nous allons continuer à travailler la pertinence de ce test notamment en configuration de test retest avant de le proposer à des non-voyants pour voir si le test peut mesurer des capacités non visuelles à se positionner dans les passages ou l'effet d'aides au déplacement.

1. Introduction

Au cours des années il y a eu beaucoup de produits de suppléance sensorielle proposés pour les personnes déficientes visuelles basés sur des principes très diversifiés : cannes blanches électroniques, lunettes, casques, rétines artificielles, applications smartphone etc. D'autre part il y a eu peu de tests disponibles pour faire des mesures quantitatives des possibilités offertes par ces dispositifs.

A propos du dispositif « EyeCane » les auteurs [1] proposent un couloir qui change de forme pour réaliser des trajets successifs différents en y plaçant jusqu'à 3 obstacles. Les conditions de déformation des trajets et la répartition des obstacles n'est pas définie avec précision ce qui rend l'expérimentation non reproductible par une autre équipe.

Dans l'étude « Traditional Measures of Mobility Performance and Retinitis Pigmentosa », des sujets atteints de rétinite pigmentaire ont réalisé des tests dans des conditions normales et atténuées de lumière pour mesurer l'incidence de la luminosité sur la marche, la rapidité et l'évitement d'obstacle [2]. Leur test était divisé en deux parties : couloir droit avec obstacles et couloir avec décrochements sans obstacles menant à un ascenseur. Les deux parcours doivent être faits avec une luminosité normale et une luminosité réduite. Ces deux parcours sont liées à une structure matérielle fixe, non reproductible par une autre équipe, et qui ne laisse pas place à des tests répétés car le sujet peut se souvenir de la structure des décrochements du couloir au second passage.

Pour les rétines artificielles [3] [4] [5] les tests de mobilité consistent en des suivis de lignes blanches éclairées sur fond noir de dimensions définies. Ces tests sont mieux normalisés et reproductibles, mais n'ont pas de correspondances avec des situations de la vie courante.

Il s'agit ici de proposer une méthode de mesure normalisée et facilement reproductible par différentes équipes permettant de mesurer l'aptitude d'une personne à se centrer dans un passage de porte. Franchir une porte est une action fonctionnelle de base de la mobilité. Le test doit pouvoir être refait de nombreuses fois par le sujet sans qu'il puisse, par effet mémoire ou par une quelconque stratégie, anticiper la distribution des passages de portes. Nous chercherons à qualifier le test d'un point de vue statistique afin de déterminer les changements significatifs de performances ne pouvant être dus au hasard.

2. Matériel et méthode

Nous partons d'un couloir de largeur standard de 1,6 mètre et 25 mètres de long. Les passages sont de 80 cm de large et délimités par 6 poteaux gonflables de 10cm de diamètre espacés de 3,3cm soutenus par un pied en plastique (cf. figure 1a). Au premier plan de la figure 1a on voit une configuration avec 3 poteaux à droite et 3 poteaux à gauche, le passage étant au centre, cette configuration est notée 3-3. Au second plan on voit qu'il y a 0 poteau à gauche et 6 poteaux à droite, configuration notée 0-6. Les configurations possibles sont au nombre de 7 : 0-6 (tous les poteaux sont à droite); 1-5 (un poteau à gauche et 5 à droite); 2-4 (deux poteaux à gauche et quatre à droite); 3-3 (trois poteaux à gauche et trois à droite); 4-2 (quatre poteaux à gauche et deux à droite); 5-1 (cinq poteaux à gauche et un à droite); 6-0 (six poteaux à gauche). Nous définissons 4 passages de 80 cm de large espacés aléatoirement entre 2,5 mètres et 5 mètres. La personne part du centre du couloir. En faisant l'hypothèse que la personne fait 60 cm de large, la probabilité que la personne passe dans un passage de 80 cm de large dans un couloir de 1,6m de large est $(80-60)/(160-60)$ soit une chance sur 5. La probabilité que la personne touche un poteau avec l'épaule en passant est calculée selon le même principe et est d'une chance sur 2. Nous avons défini le barème suivant : chaque fois que la personne passe dans un passage sans toucher

les poteaux elle aura 5 points. Si elle touche avec l'épaule ou la canne un obstacle, on regardera à ce moment la position de l'axe de son corps, si il est dans le passage elle aura 2 points et zéro sinon.

Il y a plusieurs configurations de trajets possibles. Si tous les passages s'enchaînent en étant plus ou moins en ligne droite on parlera de configuration « quasi droite ». Si la position des passages passe constamment de droite à gauche et de gauche à droite, la configuration est appelée « zigzag ». La configuration « mixte » est intermédiaire entre les deux précédentes.

Pour éviter que le sujet développe une stratégie soit de ligne droite, soit de zigzag etc., 3 trajets de configurations différentes sont proposés successivement aux participants dans un ordre aléatoire. Il y a plus d'une dizaine de trajets possibles pour chaque configuration, donc au total, il y a plusieurs milliers de combinaisons possibles pour la succession des 3 trajets.

On peut obtenir 20 points au maximum à chaque trajet en franchissant les 4 passages de porte sans toucher ni frôler. Le total maximum est de 60 points pour les 3 trajets.



Figure 1a: passage 3-3 au premier plan puis 0-6 puis 1-5



Figure 1b: test avec protection des mains



Figure 1c: test avec canne et Tom Pouce III

Nous avons fait pour 10 sujets voyants yeux bandés un test en se protégeant mains devant comme sur la figure 1b et un second test en utilisant le Tom Pouce III, une canne électronique destinée à éviter les obstacles (figure 1c) [6]. Les participants ont eu 10 minutes de pratique préalable à l'utilisation du Tom Pouce III avec 3 passages d'entraînement. Le but ici est de tester dans un premier temps le comportement statistique du test avec des sujets naïfs n'ayant pas de stratégie développée en l'absence de vision. Les passages sont enregistrés par vidéos, et dépouillés à l'aide des enregistrements, pris de face et en hauteur afin d'avoir une bonne vision des contacts entre les épaules et les poteaux.

Les consignes du test sont : traverser un couloir encombré de poteaux et trouver les passages. Le premier test se fait avec les mains jointes devant. Le corps doit avancer en bloc sans rotation du bassin sinon les poteaux vont être touchés inutilement. Le second test se fait avec les mêmes consignes à l'aide d'une canne équipée du Tom Pouce III. Les sujets sont prévenus à l'avance qu'ils seront filmés et chronométrés après avoir signé un papier limitant l'accès aux vidéos aux examinateurs de l'étude.

3. Résultats et analyse

Les résultats sont transcrits dans le Tableau 1, ci-dessous:

	Sujet 1	Sujet 2	Sujet 3	Sujet 4	Sujet 5	Sujet 6	Sujet 7	Sujet 8	Sujet 9	Sujet 10	Moyenne	Ecart type
Largeur sujet	52	62	58	52	48	57	51	54	51	53	53,8	4,1
Score du test avec protection des mains	13	5	17	17	12	18	22	12	17	24	15,7	5,5
Temps du test avec protection des mains	52	165	45	78	49	68	100	42	53	71	72,3	37,1
Score du test avec canne Tom Pouce III	40	31	35	45	51	36	40	42	30	42	39,2	6,4
Temps du test avec canne Tom Pouce III	56	159	44	83	66	121	93	69	62	59	81,2	35,0
Facteur correctif de la largeur des épaules	0,77	1,09	0,93	0,77	0,70	0,90	0,75	0,82	0,75	0,79	0,83	0,1
Score corrigé avec protection des mains	10,03	5,44	15,76	13,11	8,40	16,12	16,54	9,78	12,78	19,02	12,70	4,3
Score corrigé avec canne Tom Pouce III	30,86	33,76	32,45	34,71	35,70	32,24	30,07	34,25	22,55	33,29	31,99	3,7

Tableau 1: Résultats des 10 sujets

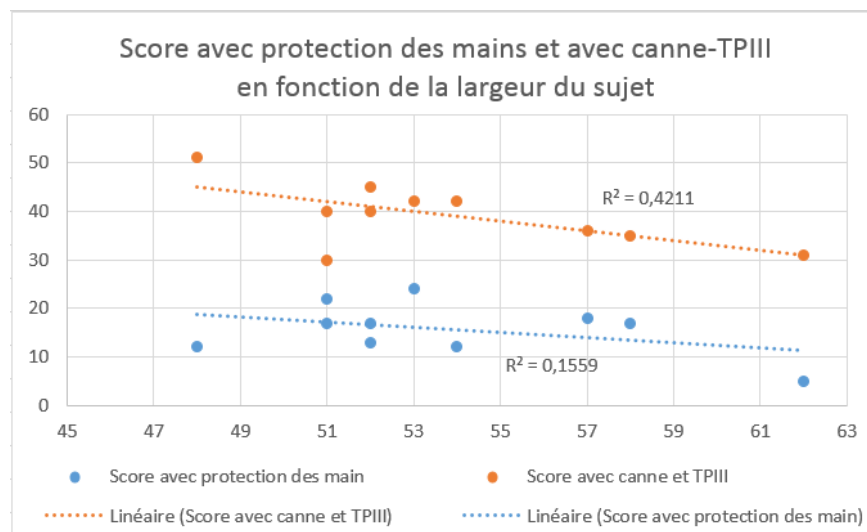


Figure 2: Régression linéaire des scores aux deux tests en fonction de la largeur du sujet

En relevant les scores en fonction de la largeur des épaules (cf. Figure 2), on observe une relation linéaire entre le score au test avec la canne TP3 et la largeur des épaules ($R^2 = 0.42$). Ceci est dû au fait que plus une personne est large d'épaule plus la probabilité est grande de toucher les bords du passage avec la canne et que le centrage est plus compliqué, ce qui est moins le cas en se protégeant avec les mains ($R^2 = 0.16$).

Nous avons donc corrigé les scores individuellement pour chaque sujet en tenant compte de leur largeur réelle au lieu d'être supposée égale à 60cm. La probabilité de passage devient : $(80 - \text{largeur du sujet}) / (160 - \text{largeur du sujet})$. On calcule ainsi le facteur correctif qui réduit le nombre de points des personnes de faible largeur ayant plus de chances de passer sans toucher.

La moyenne des scores corrigés montrent un score significativement supérieur (test t de Student pour séries paires) au test avec Tom Pouce III ($M=31.99$) par rapport au test avec protection des mains ($M=12.70$), $t(9)=9.84$, $p<0.0001$. Par contre, le temps de trajet n'est pas modifié de manière significative entre les deux conditions, $t(9)=1.45$, $p=0.18$.

Les résultats n'ont pas montré de corrélation entre les temps de déplacement (c'est-à-dire la vitesse du sujet) et les scores.

Le test étant constitué de 3 trajets de structures différentes : zigzag, mixte, quasi droit, nous avons regardé si une structure de trajet se distinguait des autres au niveau des scores. Les résultats sont transcrits dans le tableau 2.

	Sujet 1	Sujet 2	Sujet 3	Sujet 4	Sujet 5	Sujet 6	Sujet 7	Sujet 8	Sujet 9	Sujet 10	Moyenne	Ecart type
Trajet zigzag avec protection des mains	7	0	5	7	0	7	7	2	5	10	5	3,16
Trajet mixte avec protection des mains	6	0	7	2	7	4	5	5	2	5	4,3	2,19
Trajet quasi droit avec protection des mains	0	2	5	2	5	7	10	5	10	9	5,5	3,32
Trajet zigzag avec canne et TP3	9	11	9	17	14	8	6	17	11	14	11,6	3,58
Trajet mixte avec canne et TP3	14	11	12	17	17	11	14	11	8	14	12,9	2,70
Trajet quasi droit avec canne et TP3	17	9	14	11	20	17	20	14	11	14	14,7	3,58

Tableau 2: scores des différentes structures de trajet

Nous constatons pour les trois structures de trajet : zigzag, mixte, quasi-droit, aussi bien avec la protection des mains qu'avec le Tom Pouce III, que les différences des moyennes sont très inférieures aux écarts types. En pratique on peut les considérer de difficulté équivalente pour des sujets voyants naïfs.

4. Discussion

Notre objectif a été de voir si ce test était suffisamment sensible pour observer l'influence d'une aide technique au déplacement. Même pour des sujets naïfs peu entraînés on a trouvé un effet clair (test Student significatif) de l'aide technique. Nous avons montré l'intérêt de corriger les scores en fonction de la largeur des épaules afin de pouvoir comparer les résultats de deux personnes de différente corpulence. L'étape suivante sera de quantifier en situation de test-retest les changements minimaux détectables dans les mêmes conditions, puis de reprendre les mesures avec 10 sujets non- voyants. Un second axe de travail est de voir si on peut avoir des mesures équivalentes en utilisant un couloir de largeur différente. En effet trouver des règles d'adaptation aux largeurs effectives des couloirs disponibles permettrait d'avoir un outil facilement utilisable. Le coût total pour créer l'ensemble du matériel amovible est inférieur à 300 euros.

Références

1. Maidenbaum Shachar, H. S.-R.-T. (2014). The "EyeCane", a new electronic travel aid for the blind: Technology, behavior & swift learning. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 32(6), 813-824.
2. Geruschat D. R., T. K. (Jul 1998). Traditional measures of mobility performance and retinitis pigmentosa. *Optometry and Vision Science: Official Publication of the American Academy of Optometry*, 75(7), 525-537.
3. Ikedia Yasuhior, N. S.-H. (Mar 2019). Night-vision aid using see-through display for patients with retinitis pigmentosa. *Japanese Journal of Ophthalmology*, 63(2), 181-185.
4. Luo Yvonne Hsu-Lin, d. C. (Jan 2016). The Argus(®) II Retinal Prosthesis System. *Progress in Retinal and Eye Research*, 50, 89-107.
5. Ten-Year Follow-up of a Blind Patient Chronically Implanted with Epiretinal Prosthesis Argus I. *Ophthalmology*, 122(12), 2545-2552.e1.
6. J. Villanueva, R. F. (January 2012). Optical Device Indicating a Safe Free Path to Blind People. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 61(1), 170-177.