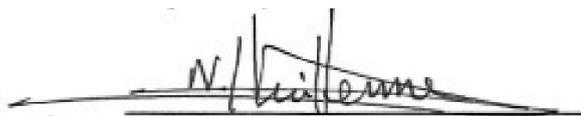


# Evaluation de l'efficacité de la solution Hip'Guard Ceinture airbag pour seniors

Résultats de l'expérimentation menée par le laboratoire AGEIS de  
l'Université Grenoble Alpes  
pour le compte de la société HELITE

Responsable de l'étude :

Dr. Nicolas Vuillerme, enseignant-chercheur à l'Université Grenoble Alpes, Membre  
honoraire de l'Institut Universitaire de France



## TESTS

### 1 Objectif

L'objectif de cette étude est d'évaluer la performance d'un dispositif de protection contre la chute disponible sur le marché, auprès de volontaires sains, en conditions contrôlées et standardisées réalisées en laboratoire.

### 2 Matériels et méthode

#### 2.1 Participants

Cinq jeunes adultes en bonne santé (âge :  $30,8 \pm 7,4$  ans ; poids :  $83,6 \pm 9,6$  kg ; taille :  $176,2 \pm 7,7$  cm ; moyenne  $\pm$  écart type) ont volontairement participé à cette étude après avoir signé un formulaire de consentement éclairé.

- Critères d'inclusion : toute personne ayant accepté de participer à cette étude en ayant fourni un consentement libre et éclairé ; personne âgée d'au moins 18 ans ; personne en bonne santé sans traitement médicamenteux.
- Critères de non inclusion : toute personne étant dans l'incapacité de fournir un consentement libre et éclairé. Toute personne présentant des symptômes ou une suspicion de Covid-19.
- Critères d'exclusion : personne qui, en cours de réalisation de l'étude, ne souhaitait plus poursuivre.

#### 2.2 Procédures expérimentales

Les expérimentations se sont déroulées au sein de l'espace d'expérimentation de la Plateforme Technologies de Liaison (PTL) du Programme Usages des technologies de Liaison et Soutien aux Entreprises (PULSE) de l'IRT Nanoelec situé sur le centre du CEA de Grenoble du 20 au 22 juillet 2020.

Cet espace, qui se compose d'une chambre et d'une salle d'eau reproduisant une chambre d'EHPAD à l'échelle 1, est également équipé d'un ensemble de capteurs de télé-vigilance visant à assurer un maintien à domicile en sécurité (Figure 1). L'espace a été labellisé comme testbed au sein du réseau *Testbed & Living Labs* de l'EIT Health et a servi récemment comme plateforme d'expérimentation dans le cadre du projet européen ACTIVAGE (H2020) et des programmes FED4SAE et DIGIFED.

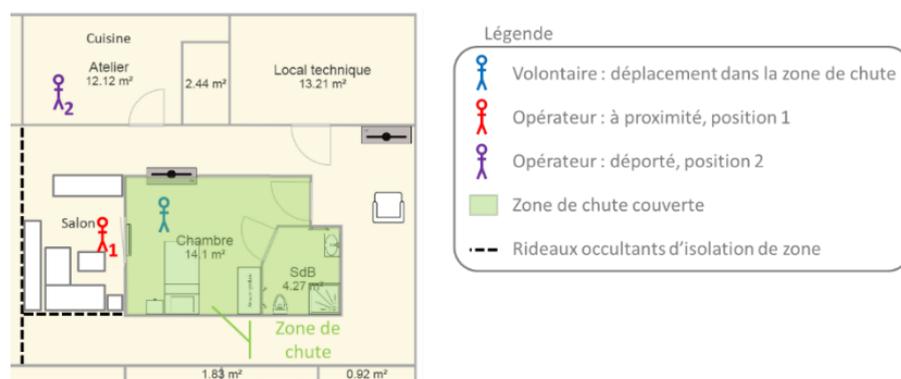


Figure 1. Plan de l'espace d'expérimentation

Les participants ont eu pour consigne d'effectuer les quatre scénarii d'activités standardisées décrits ci-dessous :

CHUTES CLASSIQUES	CC01. Chute en avant avec rotation gauche se terminant en position allongée latérale gauche avec piétinement
	CC02. Chute en avant avec rotation droite se terminant en position allongée latérale droite avec piétinement
	CC03. Chute en avant avec rotation gauche se terminant en position allongée latérale gauche
	CC04. Chute en avant avec rotation droite se terminant en position allongée latérale droite
	CC05. Chute en arrière avec rotation gauche se terminant en position allongée latérale gauche avec piétinement
	CC06. Chute en arrière avec rotation droite se terminant en position allongée latérale droite avec piétinement
	CC07. Chute en arrière avec rotation gauche se terminant en position allongée latérale gauche
	CC08. Chute en arrière avec rotation droite se terminant en position allongée latérale droite
	CC09. Chute latérale à gauche
	CC10. Chute latérale à droite
CHUTES LENTES	CL01. Chute molle depuis un fauteuil
	CL02. Chute molle en se retenant à une table
RECUPERATION	R01. Chute en arrière avec récupération se terminant sur une position latérale entre 30° et 45°
	R02. Chute en avant avec récupération se terminant sur une position latérale entre 30° et 45°
	R03. Chute latérale gauche avec récupération
	R04. Chute latérale droite avec récupération
SITUATIONS DE LA VIE QUOTIDIENNE	SVQ01. S'asseoir sur une chaise, marquer une pause (30 secondes) et se lever
	SVQ02. S'asseoir sur les toilettes, marquer une pause (30 secondes) et se lever
	SVQ03. S'asseoir brusquement dans un fauteuil, marquer une pause (30 secondes) et se lever
	SVQ04. S'asseoir brusquement sur le lit, marquer une pause (30 secondes) et se lever
	SVQ05. S'allonger sur un lit, marquer une pause (30 secondes) et se lever
	SVQ06. Faire le lit
	SVQ07. Marcher dans l'appartement pendant 30 secondes
	SVQ08. Courir sur une distance assez longue (dans le couloir 20 m)
	SVQ09. Monter/descendre des marches d'escalier
	SVQ10. Sauter sur place
	SVQ11. S'habiller et se déshabiller

SVQ12. S'accroupir, lacer ses chaussures et se relever
SVQ13. A partir d'une posture debout, se baisser, ramasser un objet au sol et se relever en position debout
SVQ14. A partir d'une posture assise sur une chaise, se baisser, ramasser un objet au sol
SVQ15. Tousser / éternuer
SVQ16. Se brosser les dents dans la salle d'eau
SVQ17. Se laver les mains dans la salle d'eau
SVQ18. Boire un verre d'eau
SVQ19. Geste brusque de la main (par ex., taper du poing sur la table ou chasser une mouche
SVQ20. Entrer et s'asseoir dans une voiture, rester assis 15 secondes, puis sortir de la voiture
SVQ21. Passer le balai pendant 30 secondes
SVQ22. Recevoir un ballon avec la main, lancer un ballon avec la main
SVQ23. Recevoir un ballon avec le pied, lancer un ballon avec le pied
SVQ24. Ranger des objets en hauteur
SVQ25. Nettoyer le sol avec accroupissement dans une amplitude de 180° (gauche et droite)
SVQ26. Marcher avec un déambulateur pendant 30 secondes
SVQ27. Marcher avec une canne pendant 30 secondes
SVQ28. Marcher avec deux béquilles pendant 30 secondes
SVQ29. Faire du vélo d'appartement pendant 30 secondes
SVQ30. Chute par affaissement le long d'un mur

Chaque participant a effectué 4 essais pour chacune des 46 conditions expérimentales, soit :

- 40 chutes classiques,
- 8 chutes lentes,
- 16 chutes avec récupération, et
- 120 situations de la vie quotidienne

pour un total de 184 essais par participant.

Ces 184 essais ont été réalisés selon un ordre aléatoire et répartis en 2 sessions expérimentales, de façon à s'affranchir de possibles effets d'ordre (apprentissage, fatigue). Les chutes classiques étaient amorties par un matelas de mousse de 15 cm d'épaisseur afin de protéger les participants d'éventuelles blessures ou traumatismes.

Au total 828 essais ont été effectués

### 3 Analyse des données

La performance du détecteur de chute a été évaluée en calculant sa sensibilité et spécificité.

- La sensibilité d'un détecteur de chute est définie comme sa capacité à détecter une chute lorsqu'elle s'est effectivement produite. Par exemple, un capteur présentant une sensibilité de 98% détecte 98 chutes sur 100 réalisées.
- La spécificité d'un détecteur de chute est définie comme sa capacité à ne pas détecter une chute lorsqu'elle ne s'est effectivement pas produite. Par exemple, un détecteur présentant une spécificité de 98% émet à tort 2 alertes sur 100 situations sans chute.

Les deux équations présentées ci-dessous ont respectivement permis le calcul de ces deux paramètres :

1. Sensibilité (Se) = Vrais positifs / (Vrais positifs + Faux négatifs);
2. Spécificité (Sp) = Vrais négatifs / (Vrais négatifs + Faux positifs), avec (Tableau 1):
  - Vrais positifs (VP) = Nombre de situations détectées comme une chute lorsqu'il s'est effectivement produit une chute,
  - Faux positifs (FP) = Nombre de situations détectées comme une chute lorsqu'il ne s'est pas effectivement produit de chute,
  - Faux négatifs (FN) = Nombre de situations de chute non détectées lorsqu'il s'est effectivement produit une chute,
  - Vrais négatifs (VN) = Nombre de situations de chute non détectées lorsqu'il ne s'est pas effectivement produit de chute.

Événement Détection \	Chute	Non chute
Chute	Vrais positifs	Faux positifs
Non chute	Faux négatifs	Vrais négatifs

Tableau 1. Matrice de confusion de la classification des chutes

Idéalement, les performances recherchées pour les détecteurs de chutes sont les suivantes : détecter la chute avec 100% de vrais positifs (sensibilité) et 100% de vrais négatifs (spécificité). L'objectif est de situer les différents détecteurs de chute testés dans cet espace à deux dimensions.

Pour permettre un classement encore plus précis des capteurs de chute évalués, deux autres paramètres statistiques ont été calculés :

1. l'exactitude (E) reflète la justesse du capteur en général, c'est-à-dire les événements bien classés;
2. la précision (P) fait référence à la fidélité de la détection, ce qui veut dire qu'en répétant la même situation on obtient le même résultat.

Les deux équations présentées ci-dessous ont respectivement permis le calcul de ces deux paramètres :

1. Exactitude (E) =  $(VP + VN) / (VP + FP + VN + FN)$
2. Précision (P) =  $VP / (VP + FP)$

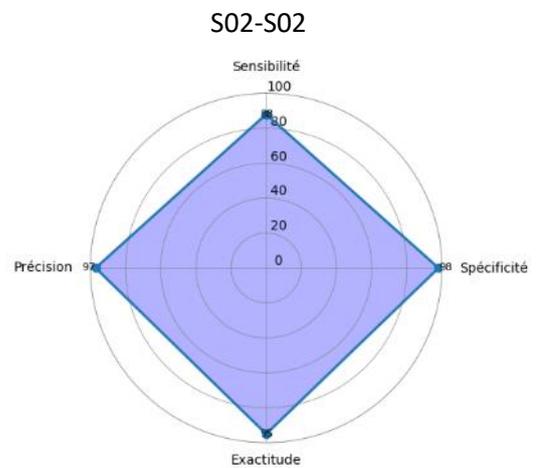
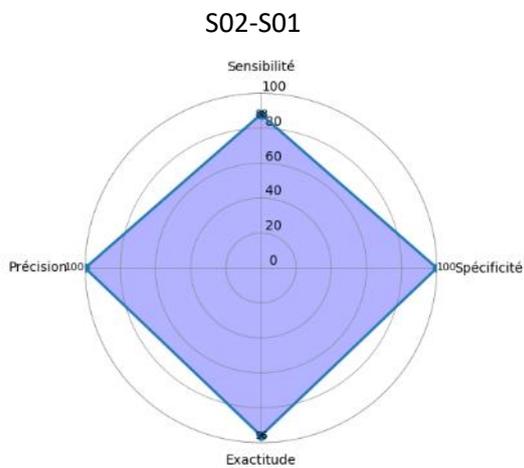
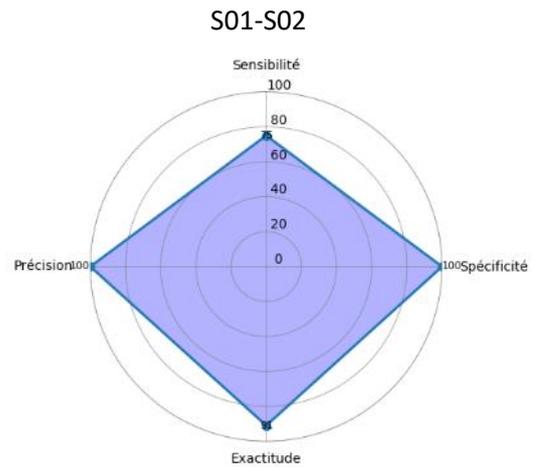
Précision et exactitude définissent la reproductibilité du capteur.

## 4 Résultats :

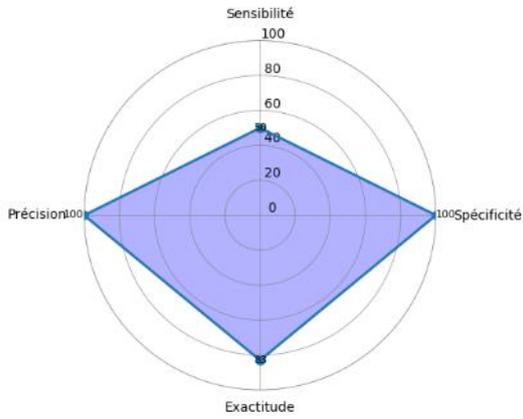
Après correction par exclusion des séances et essais non conformes au protocole (S03-S01 et S3- S02)

- Détection des chutes : 88%
- Déclenchements intempestifs : 1%

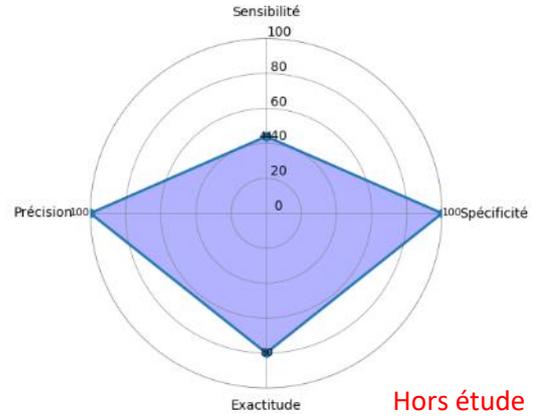
### Performances globales par sujet/session (SujetXX-SessionXX)



S03-S01

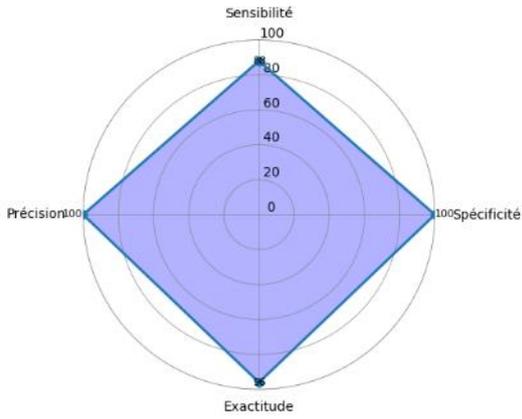


S03-S02

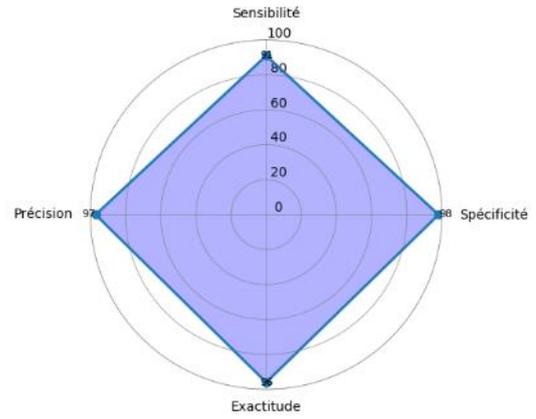


Hors étude

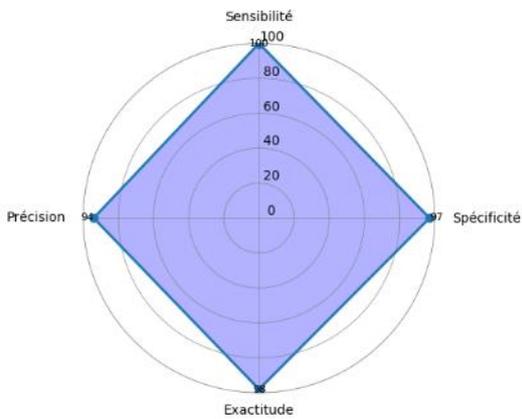
S04-S01



S04-S02



S05-S01



S05-S02

