



**HAL**  
open science

## Systemes de detection de chute et de situation anormale : quels critères et protocoles de validation ?

Michel Billon, Jean-Marc Goujon, Ronan Le Page, Luiz Poffo, Pierre Lutzler

### ► To cite this version:

Michel Billon, Jean-Marc Goujon, Ronan Le Page, Luiz Poffo, Pierre Lutzler. Systemes de detection de chute et de situation anormale : quels critères et protocoles de validation ?. 1er Congrès de la Société Française des Technologies pour l'Autonomie et de Gérontechnologie et 2ème colloque PARACHute (SFTAG 2009), Oct 2009, Troyes, France. pp.1-4. hal-00481675

**HAL Id: hal-00481675**

**<https://hal.science/hal-00481675v1>**

Submitted on 7 May 2010

**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.

# Systèmes embarqués de détection de chute et de situation anormale : quels critères et protocoles de validation ?

M. BILLON, J.-M. GOUJON\*, R. LE PAGE, L. POFFO,  
P. LUTZLER†,

ENSSAT, UMR 6082 Foton CNRS, 6 rue de Kérampont, BP 80518, 22305 Lannion

†Centre Hospitalier d'Embrun, rue Pierre et Marie Curie, 05200 Embrun

\*Corresponding author. Email : goujon@enssat.fr

*mots clés*  : détection de chute ; validation ; physiologie ; psychologie

## 1-Introduction :

La chute de la personne âgée est une étape délicate dans le déroulement de sa carrière de 3<sup>ème</sup> âge [1]. La prédiction de la chute étant un exercice mobilisant beaucoup de chercheurs, deux voies sont notamment explorées : la recherche de prémices indiquant une dégradation physiologique (arythmie, etc...), dont la présence pronostique la chute à court ou très court terme, ou une détérioration posturale [2] d'une durée très variable mais infiniment plus grande que la durée cinématique de la chute (quelques jours à quelques heures). Après celle-ci, des variations physiologiques indiquant une anomalie grave peuvent être enregistrées.

Trois aspects doivent nécessairement être abordés pour une qualification et une comparaison efficaces des systèmes embarqués :

- la prédiction, ou indication de risque (si elle existe),
- la chute,
- l'après-chute, accompagnée de variations physiologiques.

Faut-il valider ces trois épisodes séparément ou estimer les performances globales de l'ensemble du système ? La question devra tenir compte des grandes variétés de façons de tomber du sujet âgé, incluant des stratégies d'évitement susceptibles même de masquer les aspects « accélérométriques » de la chute.

Nous proposons de passer en revue différents critères et protocoles de validation.

## 2-Classification des systèmes :

Plusieurs systèmes légers équipant la personne sont apparus ces dernières années. Parmi ces systèmes légers destinés à la détection de la chute, on peut identifier deux familles :

- L'une est centrée sur la cinématique pure, avec analyse de scénario. La détection est très rapide.

- La deuxième consiste en un suivi physiologique du senior. La détection d'événement problématique est plus lente, mais possiblement plus fidèle.

Dans les deux cas le résultat recherché est le même : détecter la chute avec 100% de vrais positifs (sensibilité) et 0% de vrais négatifs (spécificité).

Comment caractériser et comparer les différents systèmes à partir d'un protocole d'essais reconnu ?

Le temps de réponse de la décision, c'est-à-dire la durée séparant l'instant où l'événement serait détectable par tout moyen, et celui où l'alerte est transmise, dépend étroitement de la technologie et de l'environnement. Il devra également intervenir dans l'évaluation du système.

Un état de l'art partiel, comparant les systèmes à base cinématique, a été réalisé récemment par [3]. Nous pouvons l'étendre et établir un classement des systèmes en 3 catégories qui sont :

- détection cinématique (accélérométrie,...),
- hybride (cinématique plus physiologique), cf. [5]
- spatio-hybride, (addition des facteurs environnementaux : capteurs distribués sur le lieu de vie, analyse des comportements usuels, RFID intégré dans l'espace de vie...)

## 3-Exemple de validation :

A notre connaissance, trois études de validation avec suivi sont disponibles. Il s'agit de [3] qui propose une validation par chute simulée d'une centaine de volontaires. Une autre étude a été effectuée aux Etats-Unis sur une durée de 6 mois en situation réelle [5].

Par ailleurs, le système décrit dans [6] a été validé dans deux contextes différents : la validation de la partie physiologique a été réalisée à l'hôpital de

Marne-La-Vallée dans le service du Dr Lutzler. La partie cinématique a été réalisée en partie dans l'UMR FOTON (Lannion) sur une centaine d'essais, en utilisant un mannequin pesant 30kg et chutant d'une chaise à partir de différentes positions.

Notons que ces tests mécaniques ne représentent qu'un aspect du problème, et que la simulation par mannequin ou la chute volontaire ne reproduisent que très partiellement le phénomène.

Selon nous, les caractéristiques globales (prédiction, détection instantanée, surveillance, acceptabilité sur le long terme) des systèmes commercialisés n'ont pas fait l'objet de validation. Il nous semble cependant indispensable qu'un protocole puisse être établi. D'autant plus que si on se réfère à [5] 30% des seniors de plus de 65 ans en milieu hospitalier aux Etats-Unis subissent au moins une chute, il est possible de concevoir un programme de validation en équipant un nombre bien défini de personnes.

Un des points importants à considérer dans la prédiction de chute à moyen ou court terme réside dans le « biais éthique » qui consisterait à attendre que la chute survienne alors qu'elle est potentiellement évitable. Cet aspect donnera lieu à des propositions de protocole.

#### 4-Système Ubimacs :

Pour tenir compte de ces différents aspects, nous avons proposé d'ajouter au système de mesures [6] l'analyse du signal de résistivité électrodermale (EDR) qui permettra de rendre compte de l'état d'anxiété du senior. Une chute pouvant être considérée comme une stimulation de l'anxiété, provoque de ce fait une situation de stress. En combinant ce résultat aux autres mesures physiologiques et/ou accélérométriques, la détection de la chute ou ses conséquences sera largement augmentée et pourra approcher 100% de vrais positifs.

La partie de la mesure EDR a été validée [8]. La combinaison de nouveaux signaux physiologiques pourrait également conduire à la détection de certains types de malaises, environ 10% de ceux pouvant entraîner la chute [9],[10].

#### 5-Conclusion

Afin de définir les performances d'un système embarqué de détection de chute, nous proposons de retenir les critères suivants :

- son temps de réponse,
- son indication de prédiction de la chute,
- son indication découlant du suivi de la chute.

Les protocoles de validation quant à eux, devront tenir compte de ces critères afin de dimensionner

(durée, nombre de participants, ...) les essais en « vraie grandeur » pour déterminer les performances réelles du système.

Ces essais devront en outre avoir la particularité de s'affranchir de tout biais éthique en prenant toute mesure correctrice préalable.

#### Références

[1] P. Lutzler, O. Faraldi, P. Cosquer, M. Billon, O. Sentieys, « Chute du sujet âgé : prototype de bracelet détecteur » Revue de gérontologie 2000.

[2] B. Maki, « Gait changes in older adults : predictions of falls or indicators of fears ? », Journal of the American geriatrics society, vol. 45, n°. 3, p. 313, 1997.

[3] N. Noury, A. Fleury, P. Rumeau, A. F. F. Bourke, G. O Loighin, V. Rialle, J. E. Lundy, "Fall detection. Principles and Methods" Proceeding of the 29<sup>th</sup> Annual International Conference of the IEEE EMBS, Cité Internationale, Lyon, France August 23-26 2007

[4] P. Rajendran, A. Corcoran, B. Kinoshian, and M. Alwan, "Eldercare Technology for Clinical Practitioners", ch falls, Fall Prevention, and Fall Detection Technologies, pp. 187-202. Ageing Medicine, Springer, Humana Press, 2008

[5] Falls in the hospitals locations reported to the NRLS between 01/2006 and 08/2006

[6] M. Billon, S. Thuillier, P. Lutzler, and al. « Dispositif et procédé de détection de situations anormales. » PCT ayant comme base le brevet français N°: FR 000 58 22, Mai 2000. Université de Rennes 1.

[7] P. Lutzler, O. Faraldi, V. Rethore, G. Heurteux, P. Cosquer, M. Billon, O. Sentieys, « Un bracelet détecteur pour prévenir la chute du sujet âgé » Soins gérontologiques ISSN 1268- 6034, 2001, n°27 P. 32-34, Masson Editeur

[8] J-M Goujon, P. Guyader, M. Billon, R. Le Page, « Dispositif de détermination d'un état de stress chez un sujet vivant, procédé et produit programme d'ordinateur correspondants, » INPI R15113FR, déposé le 12 décembre 2008, Université de Rennes 1

[9] J-M Goujon, P. Guyader, S. Thuillier, M. Billon, H. L'Her, P. Rochard, R. Le Page, « Dispositif de mesure d'au moins un paramètre physiologique » FR 07/00841 du 6 février 2007. Université de Rennes 1

[10] R. Le Page, Q. V. Nguyen, J.-M. Goujon, P. Guyader, M. Billon, P. Lutzler, J. Bouisson, V. Bergua, T. Atzeni « Évaluation du stress : application à la détection des chutes » Soumission au congrès SFTAG 2009