

**Études médico-économiques et chutes graves du sujet âgé : quelle  
évaluation pour les nouvelles technologies appliquées à la prévention?  
Réflexions à partir de l'exemple des systèmes de Détection  
Systématique par Caméra Vidéo.**

Thierry DANTOINE <sup>1,2</sup>, Isabelle PELE<sup>3</sup>, Stephan MEYER<sup>4</sup>, Achille TCHALLA 1,2

<sup>1</sup> Service de Médecine Interne Gériatrique, Pôle de Personnes âgées et Soins à domicile, F-87042 Limoges, 2 Avenue Martin-Luther King, Centre Hospitalier Universitaire de Limoges, France.

<sup>2</sup> Université de Limoges; EA 6310 HAVAE Handicap Activité Vieillesse Autonomie Environnement, Limoges, F-8705, France.

<sup>3</sup> Société Link Care Services

<sup>4</sup> Vice Président de la Fédération des Associations de Médecins Coordonnateurs d'EHPAD (FAMCO), EHPAD des Chênes 87 COUZEIX

**Auteur correspondant**

Prof. Thierry DANTOINE, Université de Limoges; EA 6310 HAVAE Handicap Activité Vieillesse Autonomie Environnement, Limoges, F-87025, France.

Téléphone: (0033) 5.55.05.86.26

Fax: (0033) 5.55.05.65.45

E-mail: [tdantoine@gmail.com](mailto:tdantoine@gmail.com)

**Mots clés** : camera - vidéo, chute grave, médico-économie, personne âgée, prévention, vidéo-vigilance

**Nombre de pages : 22**

**Nombre de figures : 2**

## **Nombre de tableaux : 2**

### **INTRODUCTION**

---

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), la population mondiale vieillit [1]. Cette évolution démographique a pour conséquence d'accroître la proportion d'individus susceptibles de se trouver en état de perte d'autonomie ou de dépendance. Les chutes chez la personne âgée représentent un enjeu majeur de santé publique dans tous les pays industrialisés en raison de leur fréquence et de leur potentielle gravité. On estime en effet qu'un tiers des sujets de plus de 65 ans et la moitié de ceux de plus de 80 ans font une ou plusieurs chutes par an [2].

En France, les chutes, chez le sujet âgé, sont responsables de près de 12 000 décès annuels. Elles entraînent non seulement 55 000 fractures du col du fémur par an mais aussi de fréquentes altérations psychiques (véritable phobie de retomber) et psychomotrices (allant jusqu'à une apraxie de la marche) [3]. L'excès de morbi-mortalité associé aux chutes est dû en particulier aux conséquences de leur récurrence mais surtout au séjour au sol prolongé, responsable de la décompensation en cascade des comorbidités et du déclin des réserves fonctionnelles. Les chutes représentent également un facteur d'entrée dans la dépendance avec 40 % des sujets âgés hospitalisés pour chute qui nécessitent d'être orientés, à leur sortie, vers une institution [4]. Enfin, en institution, les chutes, trois fois plus fréquentes qu'à domicile pour la population de même tranche d'âges[5], et plus fréquemment graves [6], sont à l'origine de surmorbidity des résidents et d'aggravation de leur dépendance avec

d'importantes conséquences organisationnelles et économiques pour l'établissement et ses financeurs (assurance maladie, état, collectivités territoriales, usagers et familles) [7].

Ce travail a donc pour objectif de présenter de façon pratique les éléments à prendre en compte pour confirmer l'intérêt médico-économique de la prévention des chutes des sujets âgés dans leur lieu de vie par les nouvelles technologies, à partir de l'exemple des systèmes de Détection Systématique par Caméra Vidéo (DSCV).

## **LA CHUTE DU SUJET AGE: UN DEFI EPIDEMIOLOGIQUE COMPLEXE**

---

La population cible susceptible de bénéficier le plus de prévention des chutes est bien sûr celle des personnes âgées à risque de perte d'autonomie ou dépendantes vivant à domicile mais aussi en institution (Etablissement d'Hébergement pour Personnes Agées Dépendantes (EHPAD) ou Unités de Soins de Longue Durée (USLD)). En 2004, 4385 personnes de plus de 65 ans sont décédées d'une chute accidentelle (44,2/100 000) parmi lesquelles, 1853 hommes (45,5/100 000) et 2532 femmes (43,2/100 000) [8]. Entre 430 000 et 470 000 personnes de 65 ans et plus auraient été admises aux urgences en 2004 à la suite d'une chute accidentelle (environ 120 000 hommes et 330 000 femmes). Selon EPAC, 34 % de ces chutes étaient bénignes, au sens où elles n'ont entraîné aucun traitement ou n'ont pas empêché le retour au domicile après traitement. Une proportion importante (30 %) a fait l'objet d'un traitement avec suivi ultérieur. Ces chutes ont donné lieu à une hospitalisation après passage aux urgences dans 37 % des cas, plus souvent aux âges élevés : 44%

au-delà de 90 ans, contre 27% entre 65 et 69 ans [8]. **Les circonstances des chutes chez ces personnes ne sont malheureusement pas clairement établies faute d'un dispositif rapportant leur mécanisme exact.**

L'anamnèse reste déclarative et donc susceptible de présenter de multiples biais de mémorisation dans cette population dont l'incidence des troubles cognitifs est prépondérante.

### ***Problématique de la chute grave***

Chez le sujet âgé, une chute même « bénigne » peut se compliquer et donc mettre en jeu le pronostic vital, mais aussi fonctionnel de la personne âgée « chuteuse » à court terme mais également à moyen et à long termes (voir figure 1).

Schématiquement, les signes de gravité des chutes peuvent être classés en trois catégories qui augmentent le coût humain et financier d'une chute :

1. les conséquences de la chute elle-même telles que les traumatismes « graves » ou la régression psychomotrice (perte de la station debout, apraxie de la marche, régression psychique),
2. les pathologies responsables de la chute (exemple : syncope due à un trouble du rythme cardiaque),
3. la récurrence de la chute.

Les chutes peuvent être responsables des conséquences suivantes :

- *le décès* : en France métropolitaine, les chutes, tous âges confondus, ont représenté en 2004 la première cause de décès par accident de la vie courante, soit 9289 décès. Les chutes représentent 62% des causes connues d'accident de la vie courante [9].

- *les morbidités [10] liées à la durée de séjour au sol prolongée* telles que : la rhabdomyolyse (destruction musculaire par compression sur la surface du sol) [11], l'hypothermie, les escarres et la pneumopathie d'inhalation. Dans 10% des cas, le temps passé au sol suite à une chute dépasse une heure [10]. La durée de séjour au sol est directement liée à l'incapacité de se relever seul du sol et dépend d'abord des conséquences traumatiques de la chute avec, au premier rang, la fracture, mais aussi des capacités physiques de la personne, c'est-à-dire de sa faiblesse musculaire et/ou d'une apraxie du relevé du sol, de troubles de la conception et/ou de la réalisation du mouvement correspondant à une apraxie du relevé et de l'isolement de la personne âgée.
- *le traumatisme : La plupart des chutes n'entraînent pas de traumatisme physique sérieux. En effet, 6 à 8% seulement des chutes seraient responsables de fractures, dont une fois sur trois de l'extrémité supérieure du fémur. Ainsi la morbidité des chutes ne peut en aucun cas se résumer à leurs seules conséquences traumatiques. Les traumatismes « physiques » liés aux chutes sont souvent classés en trois catégories [12]:*
  - *Les traumatismes « mineurs » se limitant à une atteinte superficielle de la peau tels que les hématomes sous-cutanés ou les excoriations de l'épiderme,*
  - *Les traumatismes « modérés » correspondant à des tassements et/ou fractures vertébrales, ou des fractures de côtes,*
  - *Les traumatismes « sévères » définis par les fractures fémorales, les hématomes extra et/ou sous duraux, les contusions et/ou hématomes cérébraux, les traumatismes crâniens et les lacérations cutanées de grande taille et/ou profondes, c'est-à-dire dépassant l'hypoderme. Ces traumatismes physiques conduisent constamment à une hospitalisation et mettent en jeu le pronostic vital du « chuteur ».*

*La fréquence de ces traumatismes physiques varie en fonction de deux paramètres que sont l'âge de la personne et le lieu de vie. Les personnes les plus âgées et vivant en institution ont plus fréquemment des traumatismes [13].*

*La fréquence des traumatismes physiques est comprise entre 40 et 60% en fonction des études [14]. Les traumatismes mineurs ayant une fréquence comprise entre 20 et 50% et les traumatismes majeurs entre 5 et 10 % dont 5% de fractures et 1 à 2% de fractures du col fémoral.*

*L'étude de Nyberg et al. [6] qui portait sur l'incidence des chutes dans trois types d'institutions gériatriques retrouvait un pourcentage de chutes avec les plus graves conséquences égal à 3% tel qu'observé dans d'autres études [15].*

*Ainsi, presque 40 % des chutes entraîneraient une blessure en unité gériatrique. Il en résulte indéniablement une fragilité accrue chez les personnes âgées avec notamment une peur de tomber, moins de marche et d'exercice physique, paramètres majeurs de prévention des chutes [16].*

## **DE NOMBREUSES INTERVENTIONS A VISEE DE PREVENTION DES CHUTES**

---

Une revue exhaustive de la littérature sur la prévention des chutes montre que plusieurs types d'intervention ont déjà été mis en place et évalués à partir de facteurs de risques identifiés. Aucune n'a à ce jour concerné l'évaluation d'interventions à partir d'un dispositif technologique permettant la compréhension du mécanisme de la chute et donc de mieux cibler les stratégies de prévention. Les études réalisées jusqu'à ce jour se sont en effet focalisées sur

une variété d'interventions agissant sur un seul facteur de risque (sédentarité: exercices et physiothérapie / troubles de la vision: interventions visant l'amélioration de la vision / adaptation de l'habitat / troubles musculaires et ostéoporose: suppléments vitaminiques ou traitements spécifiques / polymédication: révision ou ajustement des médicaments / implantation d'un stimulateur cardiaque pour les personnes atteintes d'hypersensibilité du sinus carotidien / coordination des services de santé (référence, transmission de résumé médical ou de plan de traitement) / formation professionnelle ) ou agissant sur plusieurs facteurs simultanément [17].

Parmi ces études, rares sont celles abordant l'impact médico-économique de telles interventions associé à leur intérêt clinique et humain. De plus, toutes ces études ont une approche quasi-exclusivement médicale et n'abordent pas la conséquence médico-sociale de la perte d'autonomie qui est pourtant fortement liée aux chutes et source de coûts humains et financiers majeurs.

## **L'AVENEMENT DES NOUVELLES TECHNOLOGIES**

---

Ainsi, dans le contexte économique et démographique actuel, il paraît important de donner toutes les clés aux décideurs et financeurs qui permettraient de mener un programme de prévention des chutes à domicile ou en établissements sanitaires ou médico-sociaux. L'impact médico-économique constitue ici probablement un argument décisionnel majeur.

En effet, parallèlement à cette problématique démographique du vieillissement et de la chute de la personne âgée, le développement des nouvelles technologies de

l'information et de la communication (TIC) constitue une aide potentielle à la prévention des chutes. Parmi elles, la DSCV connaît un plein essor et peut ainsi contribuer à la prévention de la rupture d'autonomie, notamment mais non exclusivement par le biais de la réduction des chutes avec séjour prolongé au sol. Un des modèles de la DSCV est la caméra LCS\*, technologie en cours d'évaluation [18, 19] dans notre laboratoire de recherche (EA 6310 HAVAE) et au CHU de Limoges en collaboration avec les centres hospitaliers de Brive et Guéret.

### **Pourquoi avons-nous choisi l'exemple de la DSCV?**

Ces caméras intelligentes LCS, actives 24h sur 24h, détectent des comportements anormaux au sein de l'habitat de la personne grâce à des algorithmes comportementaux (logiciel informatique) qui émettent une alerte vers une plateforme confidentielle de vidéo-vigilance qui la répercute, si la chute est confirmée, vers les aidants préalablement désignés. Le cryptage des images et une procédure stricte de levée d'images en assurent l'efficacité et le respect de l'intimité de la personne et de son entourage. Ainsi, cette technologie permet non seulement la détection de la quasi totalité des chutes (y compris les chutes "molles" non détectées par d'autres technologies telles que les accéléromètres par exemple), tout en élargissant la détection à la population présentant des troubles cognitifs modérément sévères à sévères (ce qui n'est pas possible pour les technologies telles que la télé-assistance qui nécessitent l'activation consciente de l'alerte par la personne elle-même en pressant sur un bracelet ou un collier porté en permanence) et tout en permettant d'analyser précisément la chute (diagnostic: malaise ou accident par exemple).



## **COMMENT ANALYSER L'IMPACT MEDICO-ECONOMIQUE DE LA PREVENTION DES CHUTES PAR LA DSCV?**

---

Une des difficultés de l'analyse médico-économique est de trouver un indicateur pertinent pour mesurer les résultats de santé des actions évaluées. Le choix de l'indicateur de résultat dépend du type de l'étude et de ses objectifs, mais aussi de la nature des données disponibles [20].

Le coût hospitalier d'une chute doit prendre en compte à la fois les frais liés à l'admission aux urgences mais aussi les frais liés aux séjours hospitaliers tant en court séjour qu'en moyen séjour. Le coût annuel des chutes est estimé à 2 milliards d'euros avec un coût moyen variant entre 2000 et 8000 euros. Ces données ne prennent pas en compte les coûts indirects aux conséquences économiques parfois considérables.

L'exemple de la chute avec séjour au sol a un coût de revient beaucoup plus important en fonction des comorbidités présentées par le patient. Le coût économique prend en compte non seulement le traumatisme immédiat mais aussi toute la cascade de décompensations liée au séjour au sol, de la rhabdomyolyse, de l'insuffisance rénale aiguë fonctionnelle ou organique parfois l'hyperkaliémie et la décompensation respiratoire qui en font suite.

Ce type de chute a un coût bien au-delà de la moyenne car elle précipite la personne dans la perte d'autonomie ou dépendance et amenuise davantage ses réserves fonctionnelles. Ce coût peut être quantifié par l'évolution du groupe isoressource (GIR) (cf. Tableau II).

En fonction des types d'analyses et des points de vue, les frais pris en compte, du point de vue du payeur (assurance maladie, collectivités territoriales,

usagers) apporte plus d'intérêt à l'exhaustivité des coûts inhérents à la chute et ses conséquences. Ce point doit être privilégié par rapport au point de vue hospitalier limité aux seuls coûts générés par les soins hospitaliers se limitant aux données PMSI.

**Pour analyser le coût médico-économique de la chute** et donc le gain que pourraient apporter les nouvelles technologies au plan sanitaire, médico-social et médico-économique, il est important de se baser sur la modélisation de la chute et de raisonner selon le moment où la technologie intervient au cours des trois différentes phases de la chute (Figures, tableau I):

La chute comprend trois phases:

- Avant sa survenue: phase "*pré-chute*"
- Au cours de sa survenue: phase "*perchute*"
- Après sa survenue: phase "*post-chute*".

En considérant séparément les trois phases de la chute, une modélisation de ses coûts est alors envisageable.

**La phase de "pré-chute"** correspond à la période de risque de chute, liée aux facteurs de risque individuels déjà évoqués plus haut. L'intervention de la technologie de type DSCV est essentiellement liée ici à son apport psychologique de sécurisation de la personne qui, rassurée de savoir qu'elle reste toujours en contact avec l'extérieur en cas de chute, va plus se mobiliser dans son lieu de vie et donc diminuer son risque de chute et de perte d'autonomie.

Durant cette phase, la technologie joue un rôle d'éviction de l'évènement (prévention primaire), dont la preuve formelle du rôle préventif n'est possible que par la réalisation d'études randomisées. Au plan médico-économique: le gain potentiel d'une telle prévention est maximal: il réside dans le maintien prolongé de l'autonomie, évaluable par l'absence d'altération de l'autonomie, c'est à dire

du GIR, seul outil d'évaluation à notre disposition en France. A cette économie liée à la préservation de l'autonomie, s'ajoutent les économies liées aux coûts médicaux évités en l'absence de chute, coûts détaillés ci-dessous (phases per et post-chutes).

Ainsi à ce niveau de prévention, en dehors des coûts médicaux liés à la chute et donc épargnés, la stabilité du groupe GIR 5 permet par exemple, d'économiser en plus de 6624,36€/an (par rapport à une personne ayant vu son GIR diminué à 4 après une chute) à 15457,08€/an (par rapport à une personne ayant vu évoluer son GIR à 1 après une chute).

**La phase "per-chute"** concerne la chute elle-même. Un élément essentiel est la compréhension de l'origine de la chute (diagnostic de chute) grâce à un tel système DSCV. En effet, devant toute chute se pose la question du soin ou des bilans complémentaires éventuels à apporter et de la prévention de la récurrence de la chute. Pour ce faire, la connaissance des circonstances cliniques et environnementales de la chute est primordiale. En dépendra en effet la réalisation d'un bilan de santé complémentaire, souvent lors d'une hospitalisation de jour. Au plan médico-économique, on pressent aisément le gain que peut apporter toute technologie permettant de visualiser la chute et donc de savoir d'emblée si celle-ci est purement environnementale (meuble obstacle, chaussage inadapté, prise de risque inappropriée telle que monter sur un tabouret ...) ne nécessitant pas un bilan complémentaire mais une correction immédiate de l'environnement (situation où l'économie est maximale: éviction d'une hospitalisation de jour: 850€ ou de la somme équivalente si les examens sont réalisés sans hospitalisation de jour) ou si la cause est potentiellement médicale (malaise, perte de connaissance, épilepsie, syncope cardiaque...) nécessitant un tel bilan et donc comportant un coût supplémentaire mais

moins que si l'on ne dispose pas de cet apport diagnostique puisqu'il permet d'orienter le bilan complémentaire qui sera donc moins exhaustif et donc moins coûteux et plus efficace. Par ailleurs en terme de prévention de récurrence, le gain médico-économique inclura le gain en autonomie comme pour la prévention lors de la phase "pré-chute" même si l'économie en sera moindre du fait du temps de prévention perdu puisque la chute est quand même survenue et peut donc avoir donc déjà dégradé l'autonomie.

**La phase "post-chute"** concerne les conséquences de la chute à type de traumatismes graves (fractures, hématomes cérébraux...) nécessitant une hospitalisation et / ou liées au séjour au sol prolongé. En effet, plus la technologie permet d'intervenir tôt après la chute en cas d'impossibilité de se relever, moins les conséquences psychologiques et physiques seront importantes. Le gain médico-économique réside au mieux dans l'éviction d'hospitalisation (dont le coût moyen est de 8000€ et est d'autant plus important que la personne à un niveau de sévérité 3 ou 4 et que son séjour au sol a été prolongé) et au pire dans la diminution de la durée de séjour à l'hôpital et de la dégradation de l'autonomie que la personne nécessite ou non une institutionnalisation (là encore le coût est lié à l'évolution du groupe GIR du patient que ce dernier retourne ou non à domicile).

Nous avons intégré l'ensemble de ces données dans le tableau I et illustré de 2 cas l'économie minimale potentielle que pourrait générer une technologie du type DSCV qui agit sur les 3 phases de la chute et permet contrairement aux autres technologies d'inclure l'aide diagnostique pour la pré-chute.

## CONCLUSION

---

Face à des ressources limitées et insuffisantes pour financer toutes les stratégies de prévention, un arbitrage est devenu nécessaire dans le domaine de la santé et il est apparu que le choix de priorités en matière de politique de santé publique devait se faire en considérant non seulement les conséquences médicales des différentes stratégies mais aussi leur coût (coût généré et coût évité). L'évaluation des interventions de prévention en santé est restée très longtemps exclusivement fondée sur la mise en balance du bénéfice clinique pour les individus au regard des effets indésirables et éthiques potentiels, la dimension économique est devenue aujourd'hui fondamentale et incontournable dans la démarche de santé publique et de prévention de la rupture d'autonomie.

Si l'éthique individuelle dans le cas d'une relation médecin-malade implique que tout ce qui est disponible dans l'état actuel de l'art de la médecine doit être appliqué à l'individu, l'éthique collective mène à une réflexion par rapport à une population entière et à une répartition optimale des ressources pour assurer une équité entre tous ses membres. Ainsi, le rôle de l'évaluation est d'éclairer des choix de société qui deviennent délicats en matière d'allocation de ressources. Plus qu'un outil de spécification des choix, les analyses médico-économiques constituent dans ce contexte une aide à la décision, en positionnant les différentes options envisageables par rapport à un seuil au-delà duquel les dépenses engagées par la collectivité seraient trop importantes par rapport à l'efficacité attendue de chacune des stratégies évaluées. Plus que de réduire les dépenses, l'objectif de l'évaluation médico-économique est donc d'aider à déterminer les stratégies qui peuvent justifier un financement de telle manière

que les résultats de santé obtenus soient maximisés, compte tenu des ressources limitées disponibles [21]. Ces considérations s'appliquent au champ des stratégies mises en œuvre en gériatrie et gérontologie comme à de nombreux autres domaines en santé [22].

En effet, le vieillissement est à l'origine d'une morbidité importante dont les impacts économiques sont majeurs pour les patients mais également pour l'ensemble de la société, des familles jusqu'à l'Etat en passant par les collectivités territoriales.

Très peu d'essais randomisés sont en cours en France ou dans le monde pour évaluer les impacts des nouvelles technologies sur la santé au sens large et non limité au seul versant médical de la santé. Deux études concernent le dispositif DSCV dans différents types de populations du Limousin telles que celles de malades Alzheimer en Unité de recours Cognitivo-Comportementale (UCC), mais aussi en institution pour des personnes en perte d'autonomie.

Les systèmes de télédétection non munis de caméras et donc ne permettant pas l'analyse de la cause de la chute et déjà évalués par notre équipe, montrent la pertinence de ces systèmes technologiques pour la prévention surtout primaire des chutes avec une réduction significative des chutes OR = 0,33 IC 95% [0,017- 0,67] p=0,00012 [23]. Ces travaux de télédétection se poursuivent également par une étude médico-économique DOMOLIM Clinical Trial [24], premier essai randomisé d'évaluation de ces dispositifs de télédétection avec un objectif principal médico-économique.

Des systèmes de vidéo ont été évalués avec succès en Australie [25] pour l'incitation à l'activité physique pour une réduction de l'incidence des chutes. Les solutions du système DSCV, tel que celui proposé par Link care Services, plus performant avec son module d'analyse comportementale est probablement une avancée sur plan de l'étiopathogénie et médico-économique pour la prise en charge adaptée mais aussi augure des solutions nouvelles pour un modèle de financement de la prévention des chutes avec séjour prolongé au sol et de la perte d'autonomie qui en découle.

## REFERENCES

---

1. OMS. Vieillir en restant actif. Cadre d'orientation. Accessible à l'adresse <http://www.who.int/hpr/ageing> .
2. Painter JA, Elliott SJ, Hudson S. Falls in community-dwelling adults aged 50 years and older: prevalence and contributing factors. *J Allied Health*. 2009; 38(4):201-207.
3. Tinetti ME, Speechley M. Prevention of falls among elderly. *N Engl J Med* 1989; 320: 1055-9.
4. HAS, « Évaluation et prise en charge des personnes âgées faisant des chutes répétées - Argumentaire », avr-2009. [Online]. Available: [http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/200906/chutes\\_repetees\\_personnes\\_agees\\_-\\_argumentaire.pdf](http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/200906/chutes_repetees_personnes_agees_-_argumentaire.pdf). [Accessed: 10-mai-2011].
5. L. Z. Rubenstein, « Falls in older people: epidemiology, risk factors and strategies for prevention », *Age and Ageing*, vol. 35, n<sup>o</sup>. 2, p. ii37-ii41, 2006.
6. L. Nyberg, Y. Gustafson, A. Janson, P.-O. Sandman, et S. Eriksson, « Incidence of falls in three different types of geriatric care », *Scandinavian Journal of Public Health*, vol. 25, n<sup>o</sup>. 1, p. 8 -13, mars. 1997.
7. Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF. Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *N Engl J Med* 1988; 319: 1701-7.

8. Vellas BJ, Baumgartner RN, Romero LJ, Wayne SJ, Garry PJ. Incidence and consequences of falls in free-living healthy elderly persons. *L'année gériatologique (Facts and research in Gerontology)* 1993; 7: 217-28.
9. Castex A, Jeandel C, Colvez A and Delcourt C. Étude des facteurs de risque de chute chez la personne âgée vivant à domicile, rôle des médicaments. *La Revue de Médecine Interne* Volume 22, Supplement 4, December 2001, Page 478s.
10. HAS chute 2005. Prévention des chutes accidentelles chez la personne âgée à domicile, Référentiel de bonne pratique, INPES; novembre 2005.
11. Dargent-Molina P, Bréart G. Epidémiologie des chutes et des traumatismes liées aux chutes chez les personnes âgées. *Rev Epidem et Santé Publi* 1995 ; 43 :2-83.
12. Nourhashémi F, Rolland Y, Vellas B. La prévention des chutes et de leurs conséquences. *Presse Méd.* 2000 ; 29 :1249 – 54.
13. INSEE - Heath - Enquête Handicaps-Incapacités-Dépendance en institution en 1998," [http://insee.fr/en/themes/document.asp?ref\\_id=IRDS8384](http://insee.fr/en/themes/document.asp?ref_id=IRDS8384).
14. Cummings SM, Nevitt MC. A Hypothesis: the causes of hip fractures. *J Gerontol Med Sci* 1989; 44: M107-11.
15. Nevitt MC, Cummings SR, Hudes ES. Risk factors for injurious falls: a prospective study. *J Gerontol* 1991; 46 : 164-70.
16. Stevens JA, Powell KE, Smith SM, Wingo PA, Sattin RW. Physical activity, functional limitations and the risk of fall-related fractures in community-dwelling elderly. *Ann Epidemiol* 1997; 7: 54-61.
17. Gillespie LD, Robertson MC, Gillespie WJ, Sherrington C, Gates S, Clemson LM, et al. Interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database Syst Rev.* 2012; 9:CD007146.
18. Dantoine et al. Assessment of an Automated Telesurveillance System on Serious Falls Prevention in an Elderly Suffering From Dementia Specialized Care Unit: the URCC, [ClinicalTrials.gov Identifier: NCT01561872](https://clinicaltrials.gov/ct2/show/study/NCT01561872)
19. Dantoine et al. Assessment of an Automated Telesurveillance System on the Incidence of Serious Falls in Nursing Homes [ClinicalTrials.gov Identifier: NCT01551121](https://clinicaltrials.gov/ct2/show/study/NCT01551121)
20. Buxton MJ, Drummond MF, Van Hout BA, Prince RL, Sheldon TA, Szucs T, et al. Modelling in economic evaluation : an unavoidable fact of life. *Health Econ* 1997; 6: 217-27.
21. Drummond M, O'Brien B, Stoddart G, Torrance G. Méthodes d'évaluation économique des programmes de santé. 2<sup>e</sup> édition. Paris : Ed Economica, 1998.



22. Eisenberg JM. Clinical economics : a guide to the economic analysis of clinical practices. JAMA 1989 ; 262 : 2879-86.
23. Tchalla AE, Lachal F, Cardinaud N, Saulnier I, Bhalla D, Roquejoffre A, Rialle V, Preux PM, Dantoine T. Efficacy of simple home-based technologies combined with a monitoring assistive center in decreasing falls in a frail elderly population (results of the Esoppe study). Arch Gerontol Geriatr [Internet]. 2012 juin 26 [cité 2012 juill 3]; Available de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22743136>
24. Dantoine, Tchalla et al. Home-Based Technologies Coupled to Teleassistance Service in the Elderly (DOMOLIM), [ClinicalTrials.gov Identifier: NCT01697553](https://clinicaltrials.gov/ct2/show/study/NCT01697553)
25. Haines TP, Russell T, Brauer SG, Erwin S, Lane P, Urry S, et al. Effectiveness of a video-based exercise program to reduce falls and improve health-related quality of life among older adults discharged from hospital: a pilot randomized controlled trial. Clin Rehabil. 2009 nov;23(11):973-85.