

Téléassistance des malades âgés : l'intérêt de l'actimétrie déambulatoire nocturne



Soutrik BANERJEE
le 12 octobre 2005



Plan de la présentation

1. Introduction au sujet
2. Objectifs de cette étude
3. Introduction au Gardien
4. Méthodologie
5. Résultats
6. Discussion
7. Conclusion



Plan de la présentation

1. Introduction au sujet
2. Objectifs de cette étude
3. Introduction au Gardien
4. Méthodologie
5. Résultats
6. Discussion
7. Conclusion



Quelques définitions (1)

- **Téléassistance** : délivrer de l'assistance à distance en utilisant les technologies de la communication
- Une gamme de termes est liée à la téléassistance, par exemple :
télésurveillance, télémonitorage, télésoin, télésanté, télévigilance, télémétrie, ...)



Téléassistance : classification

(Doughty et al. 1996)

- Première génération : téléalarme active avec un bouton d'appel en cas d'urgence
- Deuxième génération : téléalarme passive avec l'intelligence artificielle
- Troisième génération : restaurer du lien et amélioration de la qualité de vie (concept du voisinage virtuel)



Téléassistance : classification

(Doughty et al. 1996)

- Première génération : téléalarme active avec un bouton d'appel en cas d'urgence
- Deuxième génération : téléalarme passive avec l'intelligence artificielle
- Troisième génération : restaurer du lien et amélioration de la qualité de vie (concept du voisinage virtuel)



Systèmes de 2^{ème} génération

- Ces systèmes sont équipés de capteurs qui surveillent différents paramètres en continu
- Ils sont donc capables de générer automatiquement des alarmes lorsque quelque chose d'anormal se produit
- Les inconvénients :
 1. De fausses alarmes (pas 100% spécifique)
 2. Absence d'alarmes (pas 100% sensible)



Comment la téléassistance pourrait-elle aider les personnes âgées ?

- L'utilisation de la technologie peut assister les personnes âgées
- Actuellement, peu d'information convaincante sur la manière dont la téléassistance pourrait améliorer la qualité de leur vie
- Cela ne doit pas demander trop d'implication technologique de la part des personnes âgées, et surtout l'aide apportée doit être conçue en fonction de leurs besoins et de leurs préférences



Quelques définitions (2)

- **Alarmes** (Rodríguez et al. 1995) :
 - Actives
 - Automatiques
 - Passives
- **Capteurs** (Tang et Venables. 2000) :
 - Médicaux (*e.g.*, mesure de la pression artérielle, du taux du glucose, ...)
 - Environnementaux (*e.g.*, détecteurs de mouvements, de feu, de fumée, de température du lit, ...)



Quelques définitions (3)

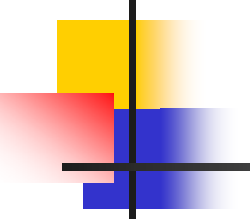
Actigraphie ou actimétrie : la mesure de l'activité d'un individu :-

- **Embarquée** : méthode classique; dispositif porté par le sujet; *e.g.*, actimétrie du poignet (Somerén. 1997)
- **Non-embarquée (ou à distance)** : nouvelle méthode; système de mesure d'activité non porté par le sujet (Couturier et al. 1996)



Plan de la présentation

1. Introduction au sujet
2. Objectifs de cette étude
3. Introduction au Gardien
4. Méthodologie
5. Résultats
6. Discussion
7. Conclusion



Identification des principaux dangers chez le sujet âgé hospitalisé

- Chutes
- Troubles du comportement (*e.g.*, déambulation nocturne, agitation, agressivité, ...)
- Fugues / Errances



Pour tenter d'apporter une réponse à ces problèmes

- Installation d'un système de capteurs à infrarouge passifs dans l'environnement du patient (unité de médecine et soins de suites gériatrique, DMGC du CHU de Grenoble)
- Laboratoire Interuniversitaire de Gériontologie de Grenoble (LI2G) avec la collaboration du laboratoire INSERM U.558 de Toulouse



Objectifs principaux

- Mesurer l'activité nocturne chez un groupe de patients ayant des troubles cognitifs, et la comparer à un groupe de patients témoins
- Développer un algorithme permettant la détection automatique de l'hyperactivité nocturne chez le patient



Objectifs secondaires

- Développer une échelle ordinale pour le personnel de nuit afin de donner une idée de la quantité d'activité nocturne du patient
- Evaluer l'acceptabilité du système auprès du patient et de sa famille



Plan de la présentation

1. Introduction au sujet
2. Objectifs de cette étude
3. Introduction au Gardien
4. Méthodologie
5. Résultats
6. Discussion
7. Conclusion



Systeme G.A.R.D.I.E.N. (1)

- Gérontologie Assistée par la Recherche et le Diagnostic des Incidents et des Errances Nocturnes
- 8 capteurs à infrarouge passifs
- Installés dans 2 chambres individuelles du service gériatrique : « chambre intelligente »
- Reliés par des câbles à un ordinateur qui collecte les données issues des capteurs en continu et ensuite les analyse grâce à un programme d'intelligence artificielle

Systeme G.A.R.D.I.E.N. (2)

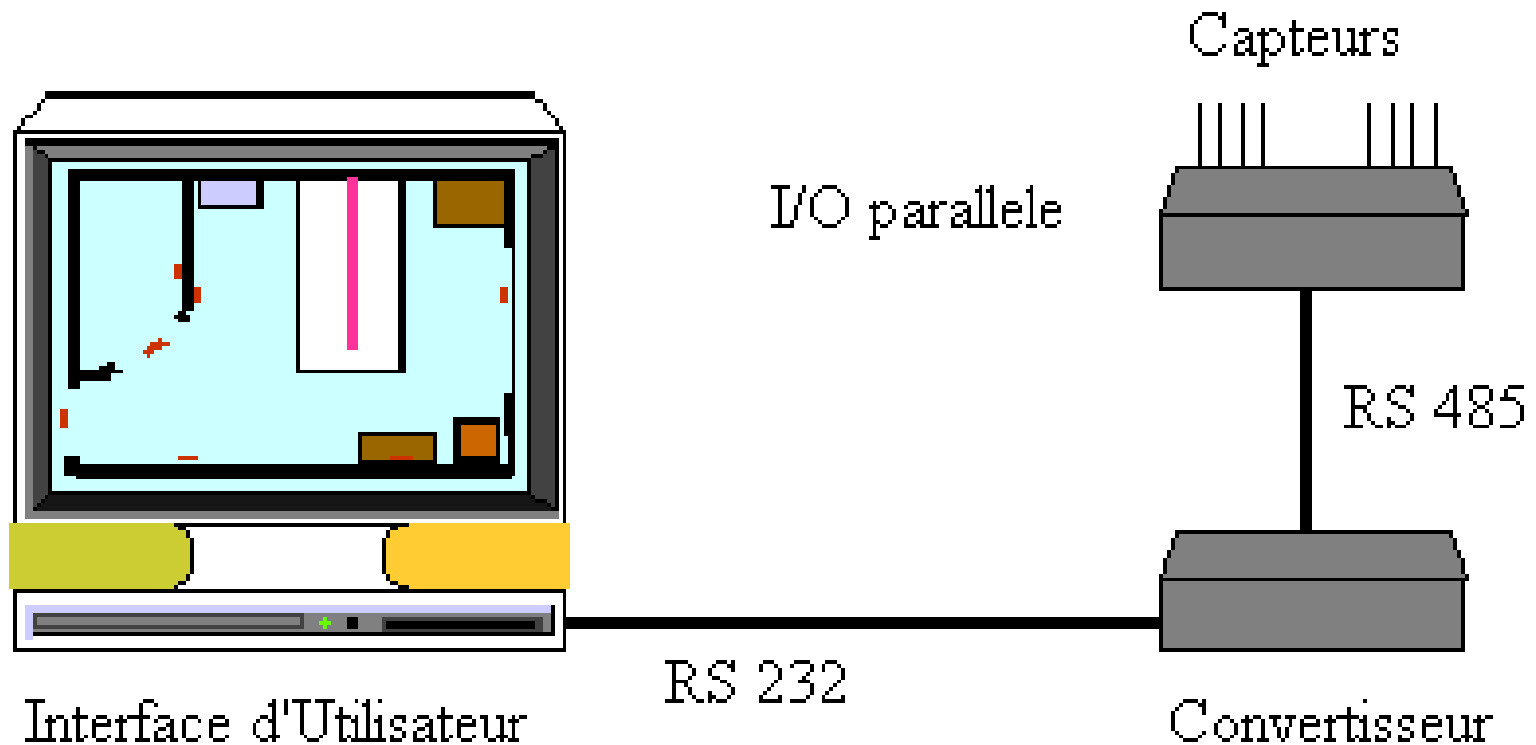
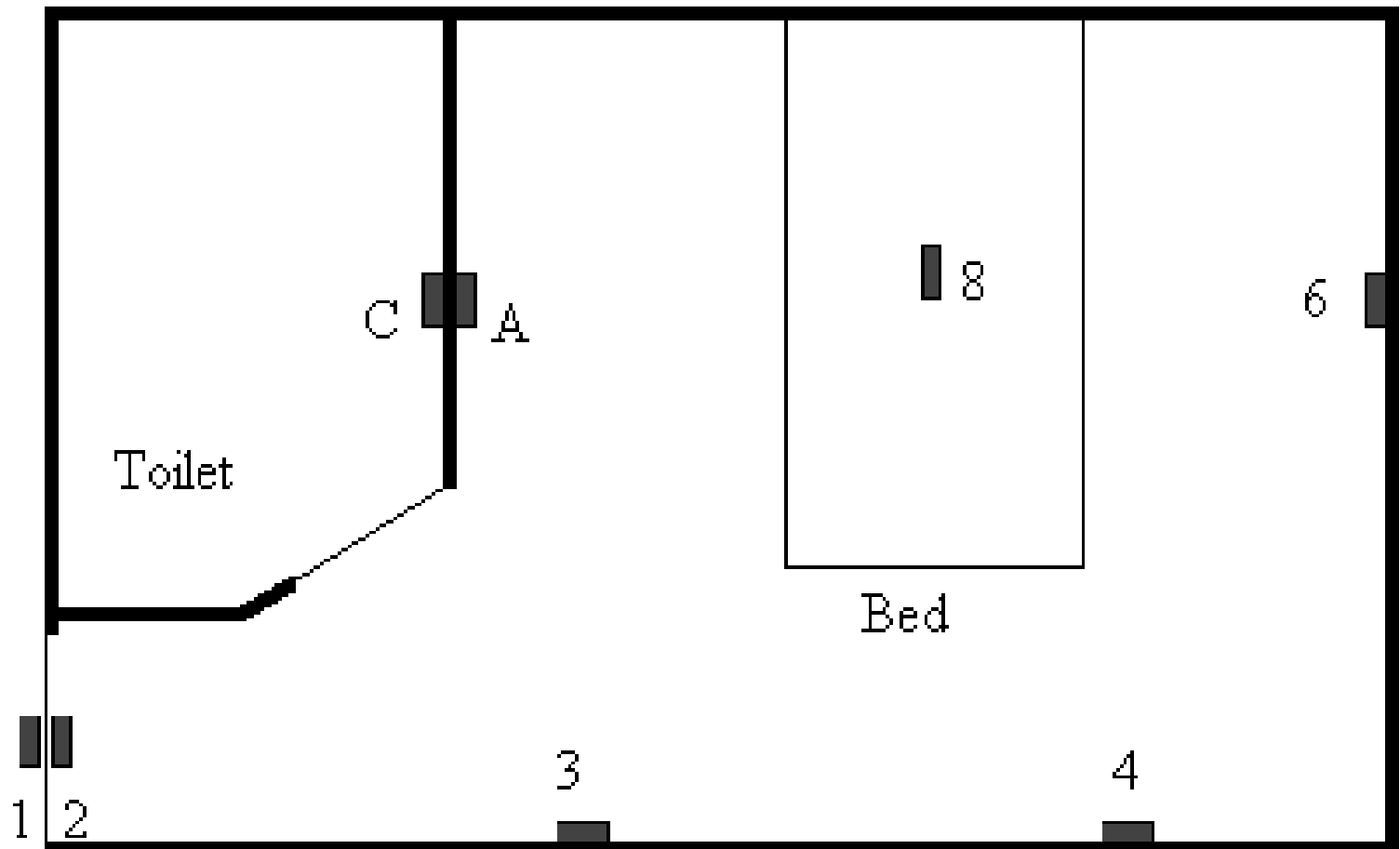
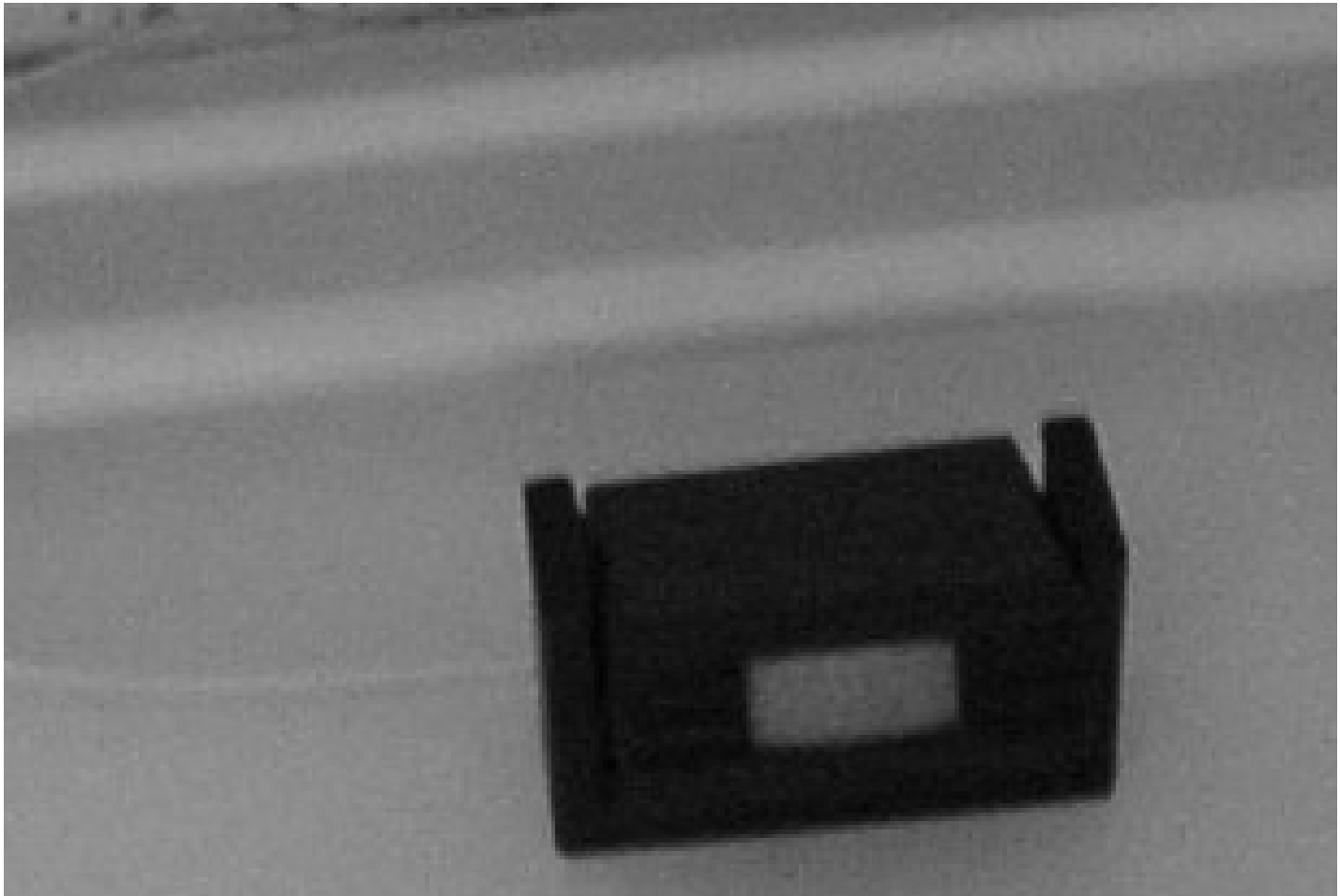


Schéma de la chambre intelligente



Un capteur installé sur le mur

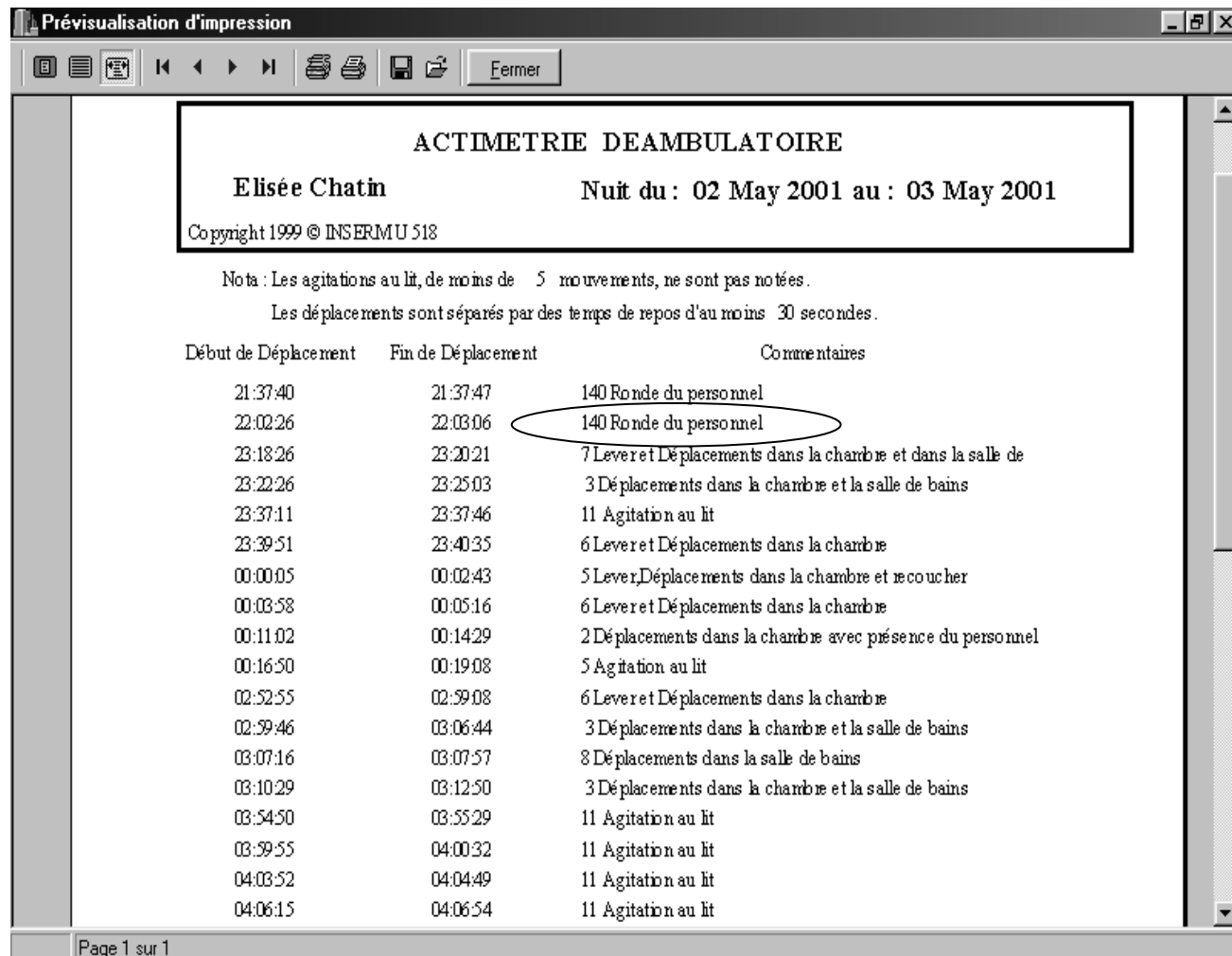


Étude pilote de la validation technique du système Gardien

(Banerjee et al. 2003)

- Surveillance de 21:00 à 6:00 le lendemain matin
- 97 nuits analysées chez 4 patients
- Comparaison des résultats d'analyse manuelle et d'analyse système
- 1637 commentaires 'valides' analysés manuellement
- 10 commentaires parmi ces commentaires n'ont pas été détectés par le système
- 1450 mouvements (analyse système) se sont accordés avec l'analyse manuelle ($R_{IC} = 0.986$)

Analyse des données du système : tableau d'activité



Prévisualisation d'impression

ACTIMETRIE DEAMBULATOIRE

Elisée Chatin

Nuit du : 02 May 2001 au : 03 May 2001

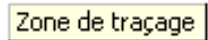
Copyright 1999 © INSERMU 518

Nota : Les agitations au lit, de moins de 5 mouvements, ne sont pas notées.
Les déplacements sont séparés par des temps de repos d'au moins 30 secondes.

Début de Déplacement	Fin de Déplacement	Commentaires
21:37:40	21:37:47	140 Ronde du personnel
22:02:26	22:03:06	140 Ronde du personnel
23:18:26	23:20:21	7 Lever et Déplacements dans la chambre et dans la salle de
23:22:26	23:25:03	3 Déplacements dans la chambre et la salle de bains
23:37:11	23:37:46	11 Agitation au lit
23:39:51	23:40:35	6 Lever et Déplacements dans la chambre
00:00:05	00:02:43	5 Lever, Déplacements dans la chambre et recoucher
00:03:58	00:05:16	6 Lever et Déplacements dans la chambre
00:11:02	00:14:29	2 Déplacements dans la chambre avec présence du personnel
00:16:50	00:19:08	5 Agitation au lit
02:52:55	02:59:08	6 Lever et Déplacements dans la chambre
02:59:46	03:06:44	3 Déplacements dans la chambre et la salle de bains
03:07:16	03:07:57	8 Déplacements dans la salle de bains
03:10:29	03:12:50	3 Déplacements dans la chambre et la salle de bains
03:54:50	03:55:29	11 Agitation au lit
03:59:55	04:00:32	11 Agitation au lit
04:03:52	04:04:49	11 Agitation au lit
04:06:15	04:06:54	11 Agitation au lit

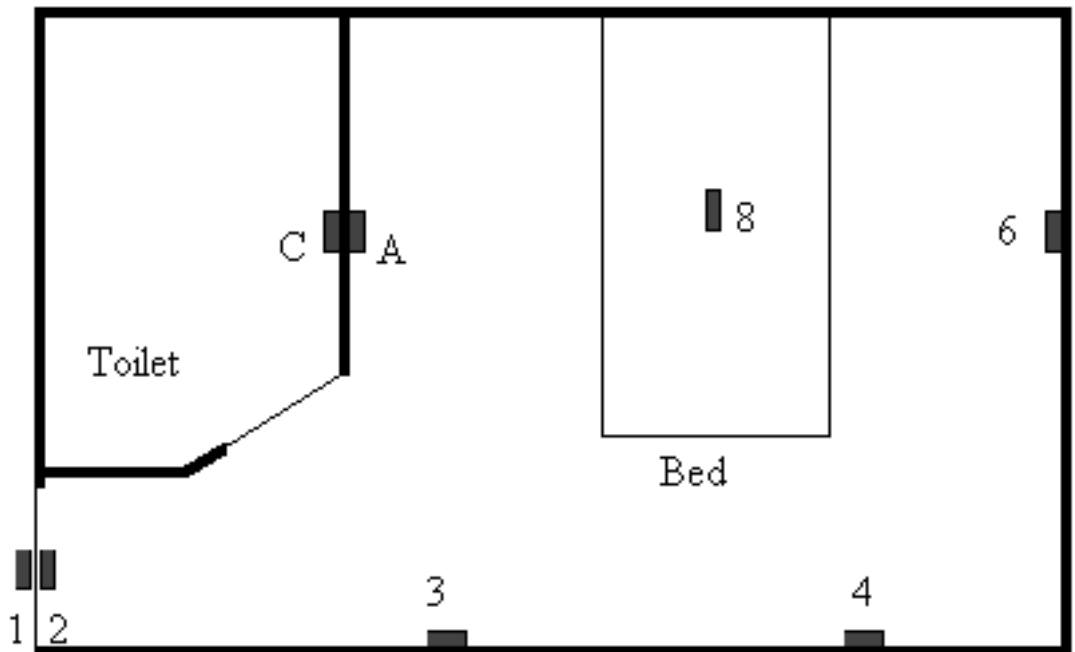
Page 1 sur 1

QNI coding 2 by experts & nurse



Analyse manuelle de données brutes : “ronde du personnel”

1 Wed May 02 22:02:26 2001
Wed May 02 22:02:30 2001
1 Wed May 02 22:02:31 2001
12 Wed May 02 22:02:31 2001
2 Wed May 02 22:02:32 2001
23 Wed May 02 22:02:34 2001
3 Wed May 02 22:02:36 2001
3 A Wed May 02 22:02:36 2001
A Wed May 02 22:02:37 2001
3 A Wed May 02 22:02:38 2001
3 Wed May 02 22:02:40 2001
Wed May 02 22:02:41 2001
3 Wed May 02 22:02:42 2001
23 Wed May 02 22:02:43 2001
2 Wed May 02 22:02:44 2001
12 Wed May 02 22:02:45 2001
1 Wed May 02 22:02:45 2001
Wed May 02 22:02:47 2001
1 Wed May 02 22:02:48 2001
Wed May 02 22:02:50 2001
1 Wed May 02 22:02:50 2001
Wed May 02 22:02:51 2001
1 Wed May 02 22:02:54 2001
Wed May 02 22:02:56 2001
1 Wed May 02 22:02:57 2001
Wed May 02 22:02:59 2001
1 Wed May 02 22:03:02 2001
Wed May 02 22:03:06 2001



Que veut dire un commentaire valide ?



- Gardien utilise un seuil (variable) de temps et de nombre minimum d'activations de capteur(s) (changements d'état)
- Dans notre étude le seuil de temps = 30 secondes
- Et le seuil de nombre minimum d'activation de capteur(s) = 5



Plan de la présentation

1. Introduction au sujet
2. Objectifs de cette étude
3. Introduction au Gardien
4. **Méthodologie**
5. Résultats
6. Discussion
7. Conclusion



Améliorations techniques du système

- Temps de surveillance modifié de 10:00 à 8:00 le lendemain matin (22 heures)
- Ce temps a été divisé en périodes *diurne* et *nocturne* (11 heures chacune)
- Un 3^{ème} intervalle de temps appelé « *après-minuit* » (de 00:00 à 6:00 du matin) pour minimiser le « bruit »
- Le paramètre mesuré est la **durée cumulative** (en secondes) dans chaque intervalle de temps



Simplification de l'information issue du système

- Mouvements induits par le personnel ou visiteurs (exclus de l'analyse)
- Mouvements induits par le sujet :
 - Mouvements qui ont lieu au lit ou autour du lit
 - Mouvements pour aller aux toilettes
 - Mouvements dans la chambre
- Ces 3 types de mouvements sont mutuellement exclusifs, leur somme est égale à l'activité totale



Méthodes utilisées dans notre recherche dans la phase clinique

- Deux groupes de patients : Groupe **trouble cognitif** (N = 21) et groupe **témoin** ou **contrôle** (N = 6)
 - Trouble cognitif ayant le score MMS < 25
 - Contrôle ayant le score MMS \geq 25
- Consentement éclairé du patient et/ou de sa famille
- Données actimétriques utilisées seulement pour la recherche afin de trouver des données *normatives* chez le sujet âgé
- Nombre de nuits observées \geq 8 nuits (après avoir passé \geq 3 nuits dans la chambre intelligente)



Nombre de patients recrutés dans d'autres études actimétriques

- Satlin et al. (1991) ont étudié 27 patients [Maladie d'Alzheimer (MA) versus témoins]
- Aharon-Peretz et al. (1991) ont étudié 36 patients (Multi-infract dementia, MA et témoins)
- Lavie et al. (1992) ont étudié 50 sujets (Multi-infarct dementia, MA, major depressive disorder et témoins)
- Hilten et al. (1993) ont étudié 99 sujets sains répartis en plusieurs tranches d'âge et par sexe
- Pollak et al. (1997) ont étudié 25 patients déments et 18 non-déments
- Yesavage et al. (1998) ont étudié 61 patients ayant MA dans une étude de suivi
- Lemke et al. (1999) ont étudié 52 patients déprimés
- Paavilainen et al. (2005) ont étudié 16 patients déments



Recrutement des patients

- **Critères d'inclusion** : patients mobiles, hospitalisés ≥ 8 nuits
- **Critères d'exclusion** : patients en soin palliatif, grabataires ou ayant besoin d'aide pour se déplacer, infectés par des germes multirésistants, ayant des maladies cardio-respiratoires aiguës, ayant peur de se déplacer, ou susceptible de dégrader le matériel d'étude

Informations recueillies sur les patients (1)



- **Informations générales** : histoire, pathologies actuelles, évaluation sociale, traitement en cours
- **Évaluation gériatrique standardisée** :
 - Test d'équilibre et de démarche : test d'appui unipodal, test de Tinetti, "get up & go test"
 - Niveau d'autonomie : Activities of Daily living (ADL), Instrumental ADL (IADL)
 - État nutritionnel : Mini-Nutritional Assessment (MNA)
 - Risques d'escarre : échelle de Waterlow



Informations recueillies sur les patients (2)

Évaluation cognitive & psychologique :

- Mini-Mental State examination (MMS)
- Reisberg's dementia scale & Clinical Dementia Rating Scale (CDR)
- Neuro-psychiatric Inventory (NPI)
- Cohen-Mansfield Agitation Inventory (CMAI)
- Geriatric Depression Scale (GDS)



Informations recueillies sur les patients (3)

- **Évaluation externe :**
 - Échelle de Zarit
 - Qualitative Nocturnal Impression (QNI)*
- **Évaluation de l'acceptabilité du système :**
 - Brief Questionnaire for the Evaluation of Acceptability of Teleassistance Systems (BQEATS)*
- **Investigations :**
 - Bilan sanguin, bio-marqueurs nutritionnels
 - Tomodensitométrie cérébrale



Plan de la présentation

1. Introduction au sujet
2. Objectifs de cette étude
3. Introduction au Gardien
4. Méthodologie
5. Résultats
6. Discussion
7. Conclusion

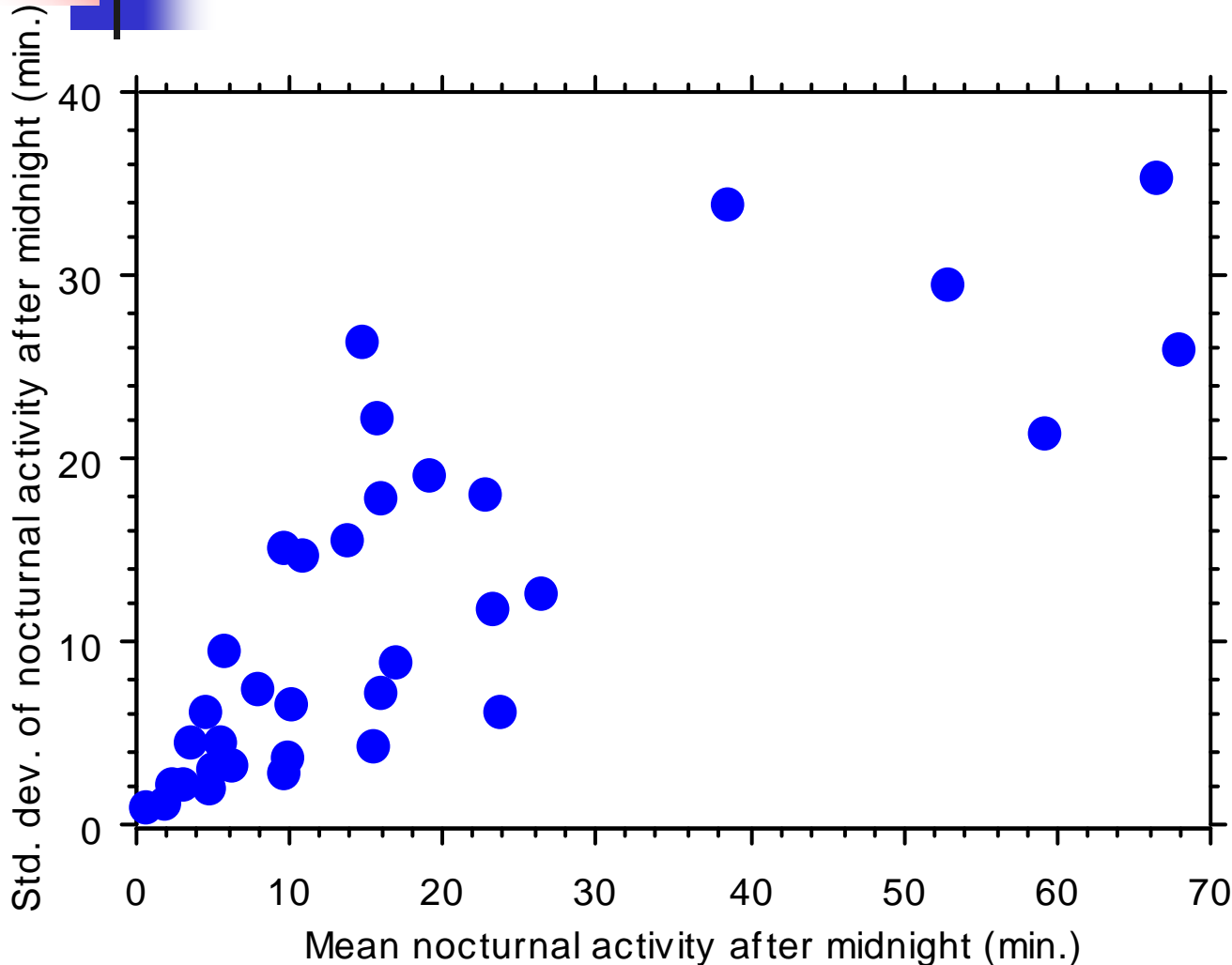
Caractéristiques cliniques et actimétriques des patients

Quelques caractéristiques initiales des patients

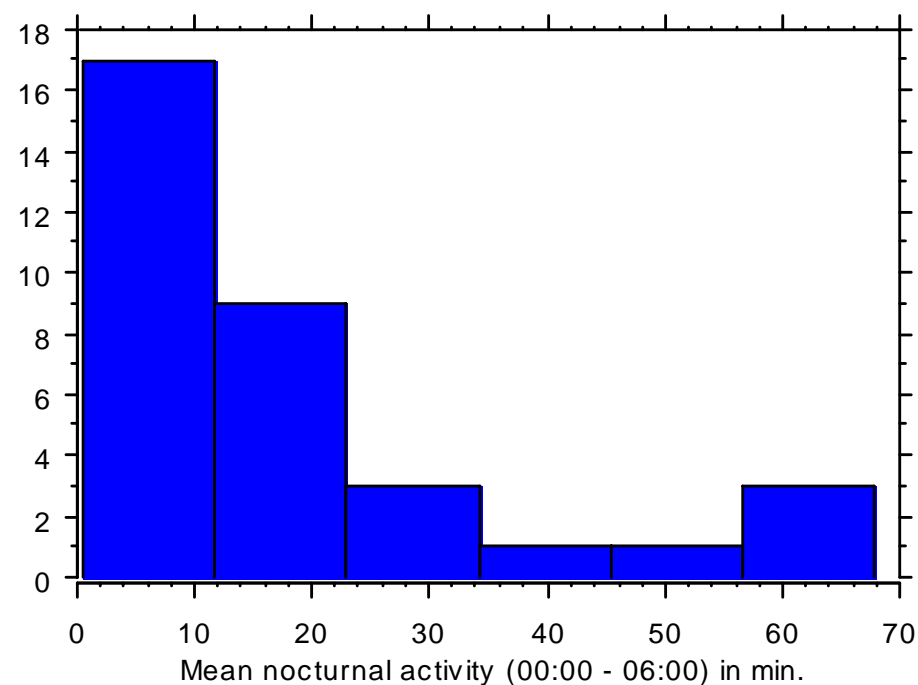
μ (ET)	Groupe contrôle (N = 6)	Groupe trouble cognitif (N = 21)	p
Âge – années	81.7 (7.2)	82.4 (6.0)	ns
Sexe – H/F (nombre de pt.)	2/4	9/12	ns
MMS	27.0 (1.3)	13.0 (5.2)	–
MNA	21.3 (6.2)	17.4 (5.5)	ns
Score Waterlow	15.8 (4.5)	11.8 (3.7)	0.05
GDS	12.8 (7.1)	14.2 (5.7)	ns
Médicaments psychoactifs (nombre de pt.)	4	20	ns
Signes extra- pyramidaux (nombre de pt.)	2	7	ns

Hétéroscédasticité de données

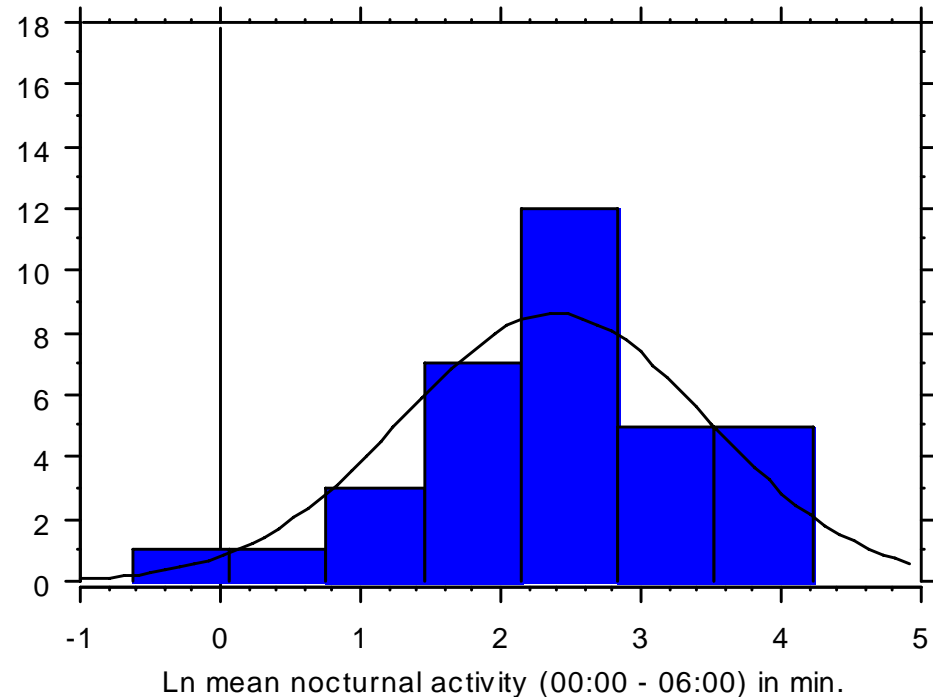
(M. Bland. Introduction to Medical Statistics, 3rd Ed.)



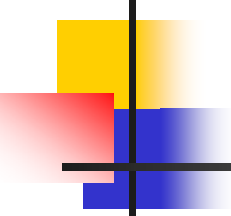
ρ de Spearman
= 0.81, $p < 0.01$
(N = 34)



L'histogramme de la ***durée moyenne*** d'activité nocturne totale (00:00 – 06:00) (min.) en axe-X pour 34 patients. L'axe-Y montre le **nombre de patients**



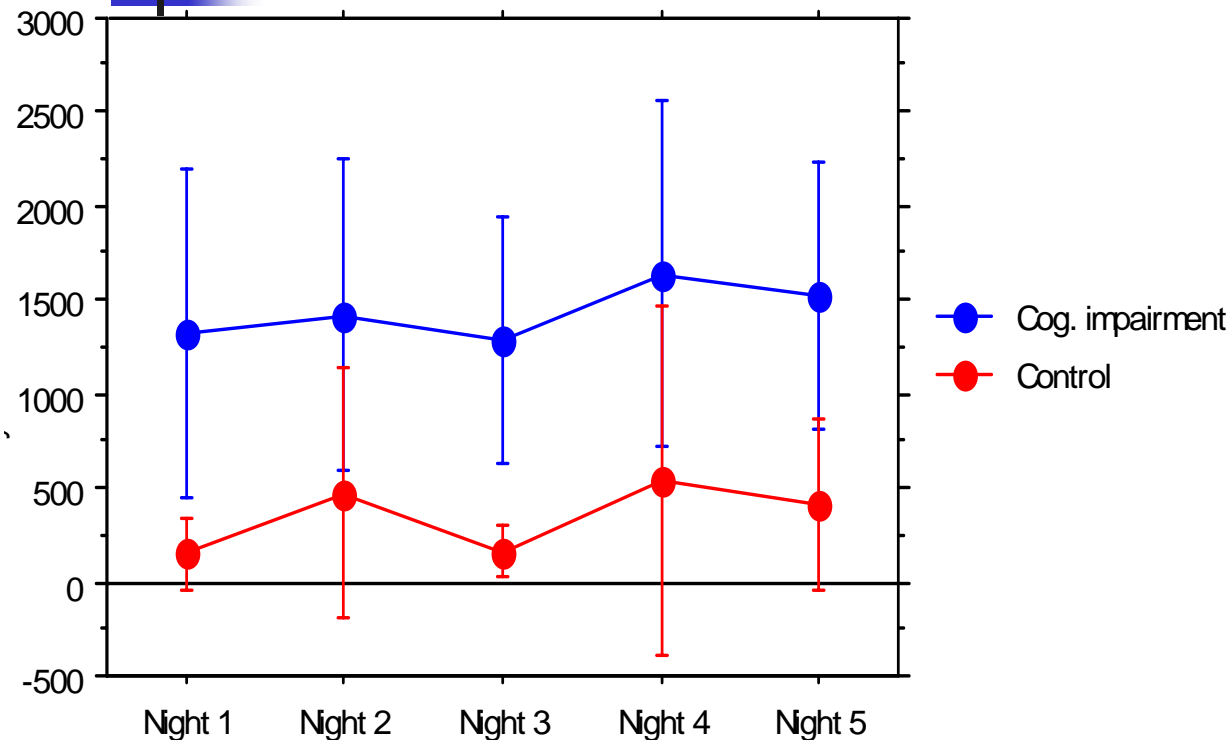
L'histogramme du ***logarithme naturel de la durée moyenne*** d'activité nocturne totale (00:00 – 06:00) (min.) en axe-X pour 34 patients. L'axe-Y montre le **nombre de patients**



Y a-t-il une stabilité intra-sujet de l'activité nocturne ?

- **Méthodes** : en comparant la durée d'activité nocturne (après minuit) chez 23 sujets entre la 1^{ère} et la 8^{ème} nuit
 - Par le test de Wilcoxon pour les données appariées
Non significatif
 - Par le coefficient de corrélation de Spearman
 $p < 0.01$
- Dans 2 études, la variabilité d'activité nocturne intra-sujet était basse (Aubert-Tulkens et al. 1987, Sadeh et al. 1991); alors que dans 2 autres études, la variabilité d'activité nocturne intra-sujet était considérable (Kronholm et al. 1987, Hilten et al. 1993)

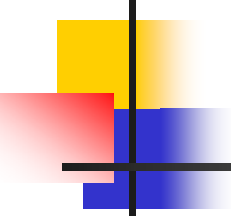
Y a-t-il une stabilité intra-groupe de l'activité nocturne ?



La figure montre la durée *moyenne* d'activité nocturne (\pm 95% IC) (00:00 – 06:00) en **secondes** (**axe-Y**) pour les groupes contrôle et trouble cognitif des nuits 1 à 5

p = non significatif dans chaque groupe pour la variation inter-nuit (test d'ANOVA pour les mesures répétées; alpha de Cronbach = 0.67 pour le groupe contrôle et 0.82 pour le groupe trouble cognitif)

Quantification de l'activité nocturne



Nouvelle échelle pour quantifier l'activité nocturne chez le sujet âgé

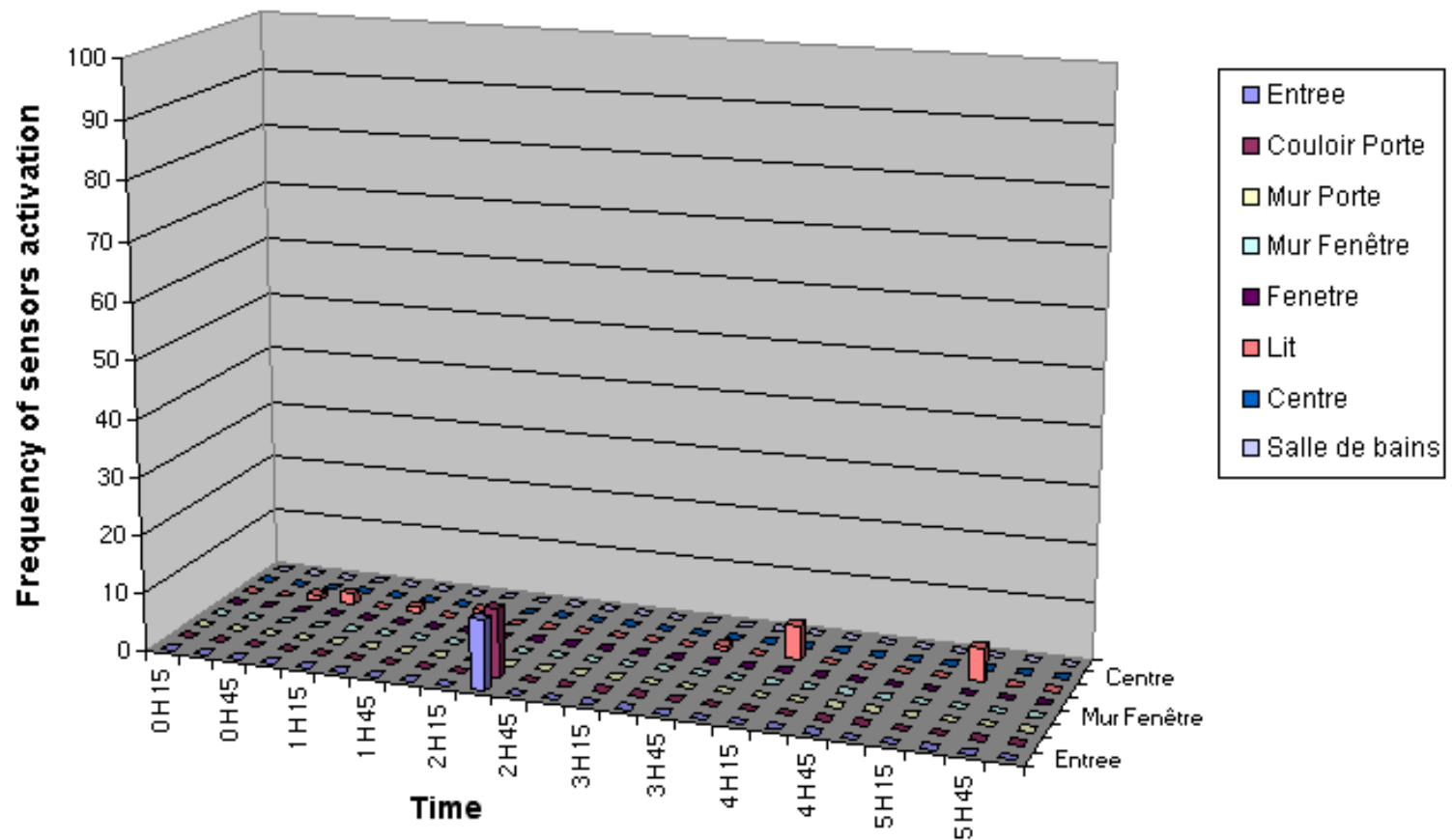
- Qualitative Nocturnal Impression (QNI)

- Définition :-

- Score 0 = pas de lever (après minuit) observé chez le patient (bonne nuit)
- Score 1 = lever 1 ou 2 fois du patient (nuit moyenne)
- Score 2 = lever quelques fois du patient (> 2 fois) (nuit médiocre)
- Score 3 = plusieurs déplacements durant toute la période (nuit agitée ou hyperactive)

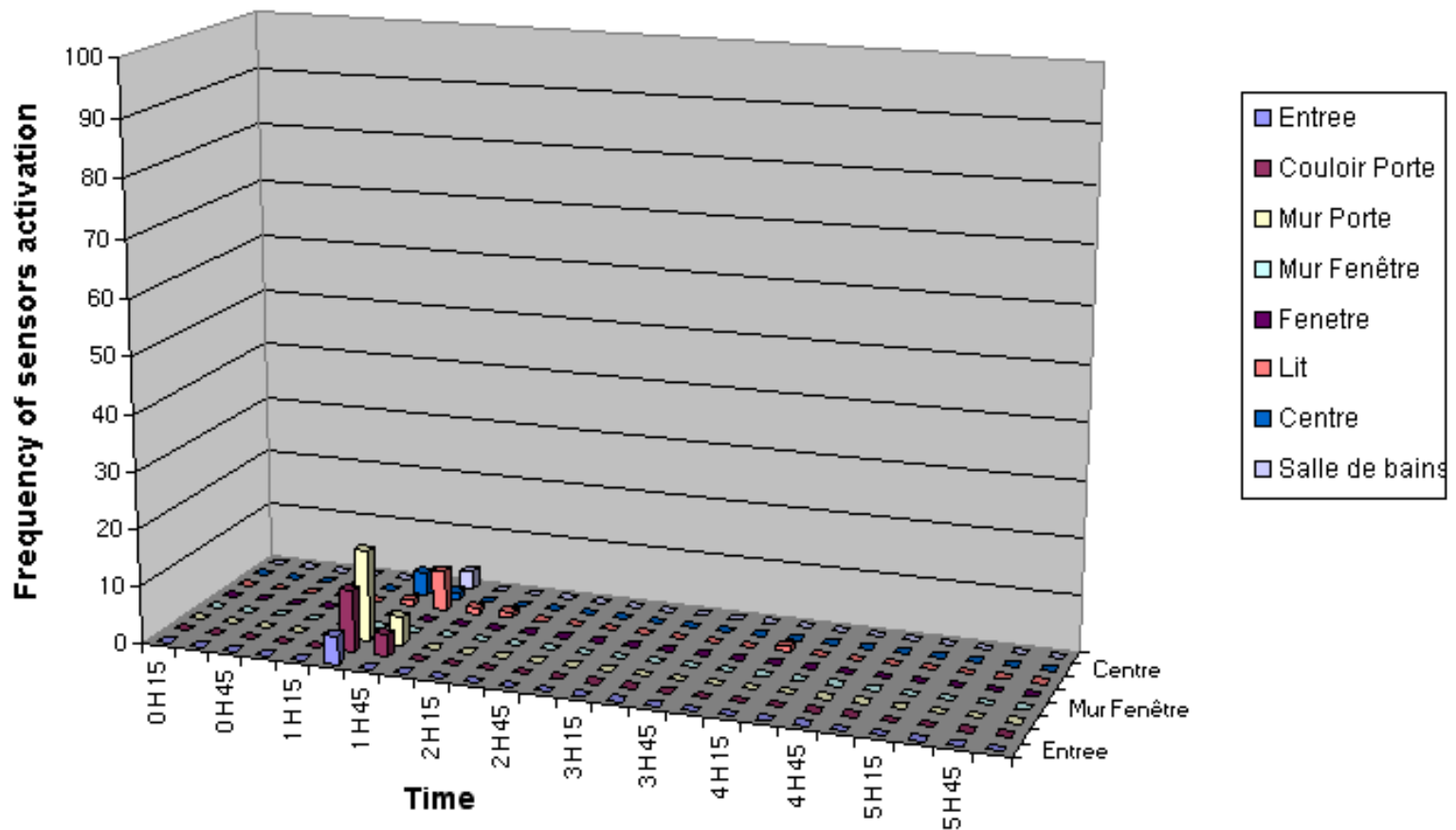
- Évaluée par **infirmiers** de nuits (**352 nuits**) et

- Évaluée par 3 **experts** individuellement (analyse des données du système à la fin d'étude) = **méthode de référence**

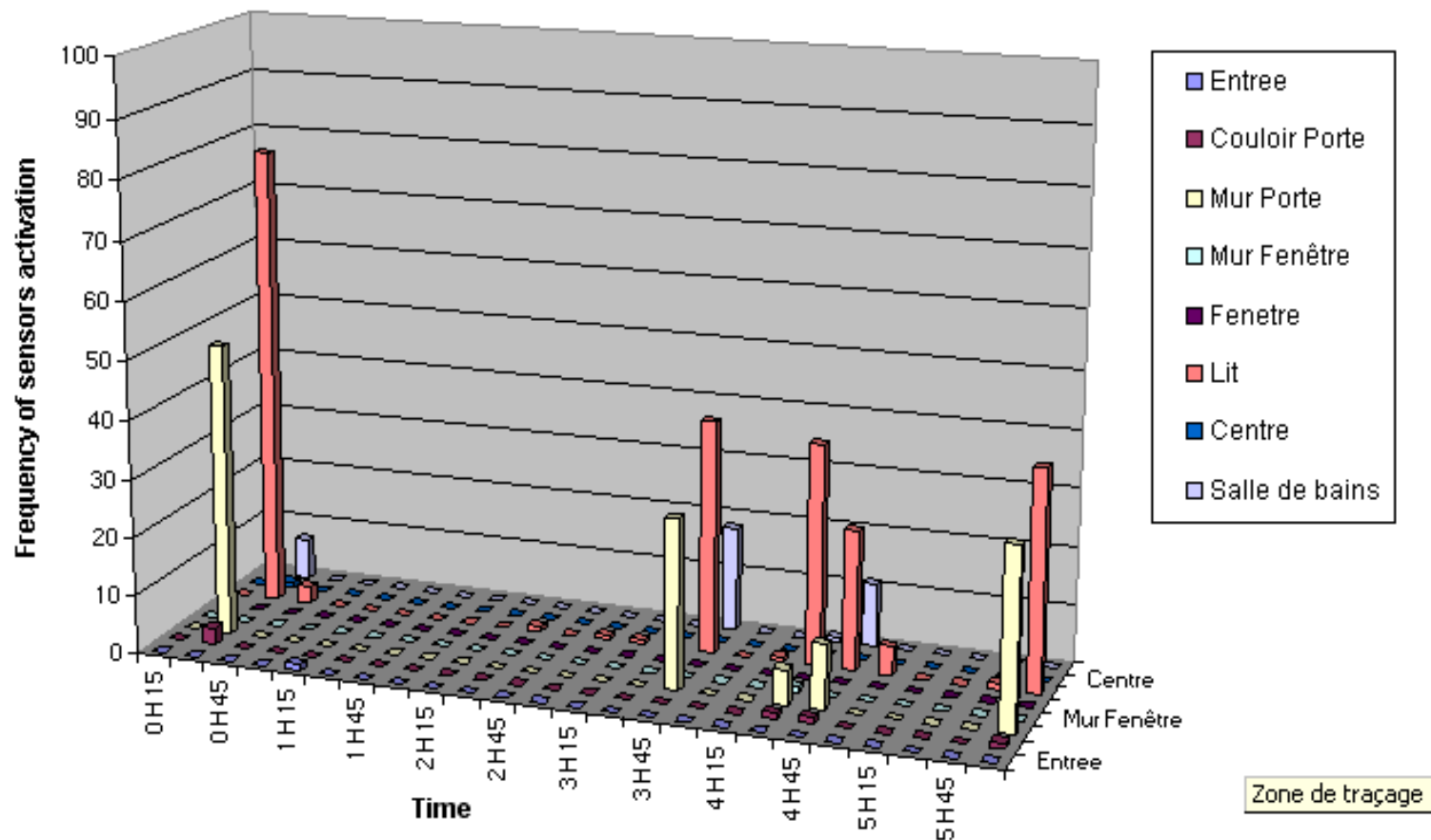


QNI score 1

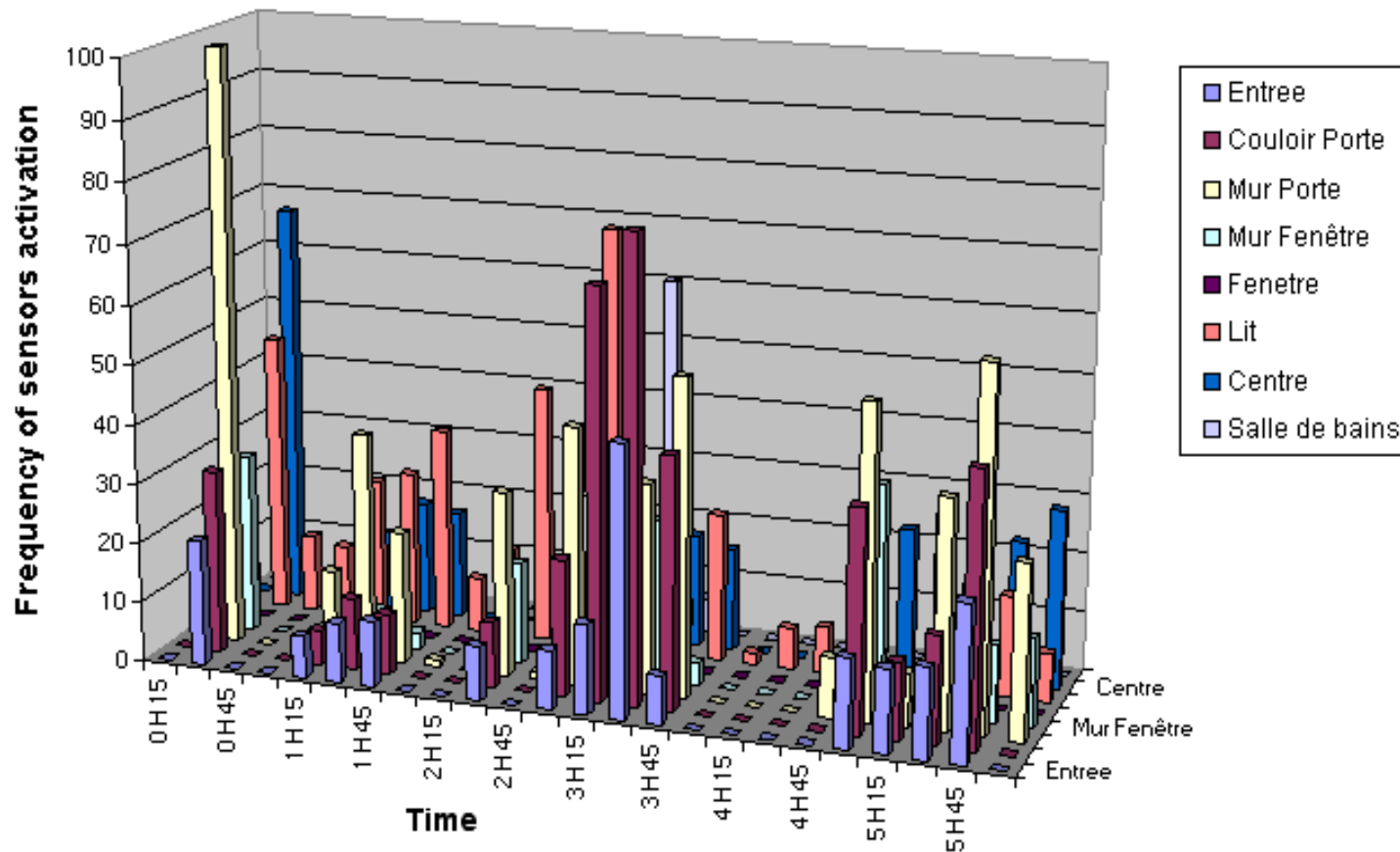
QNI coding 1 by experts & nurse



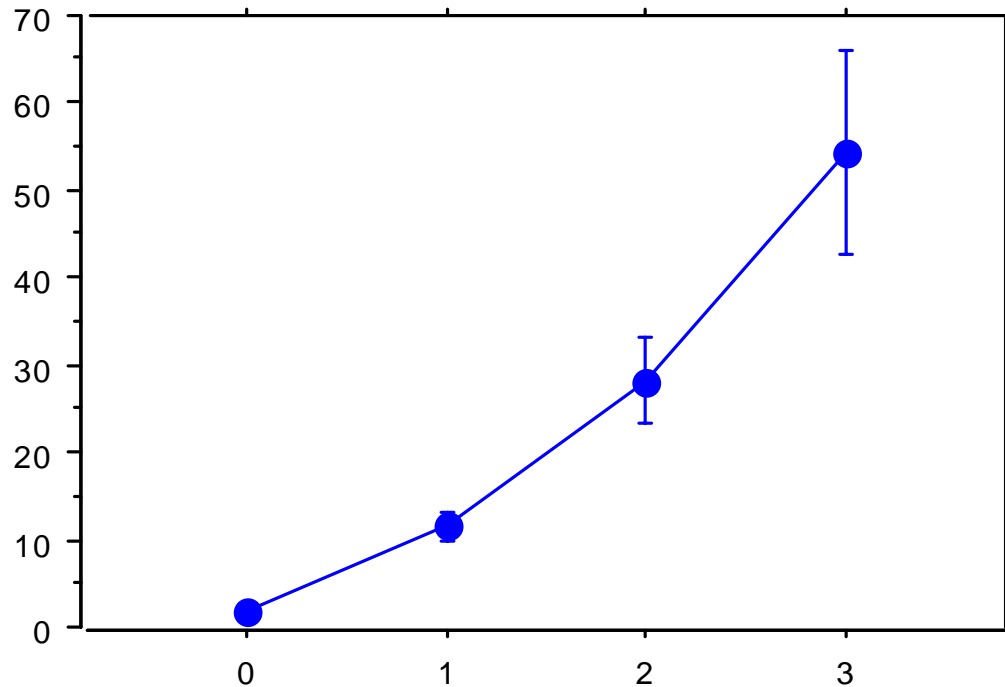
QNI coding 2 by experts & nurse



QNI coding 3 by experts & nurse

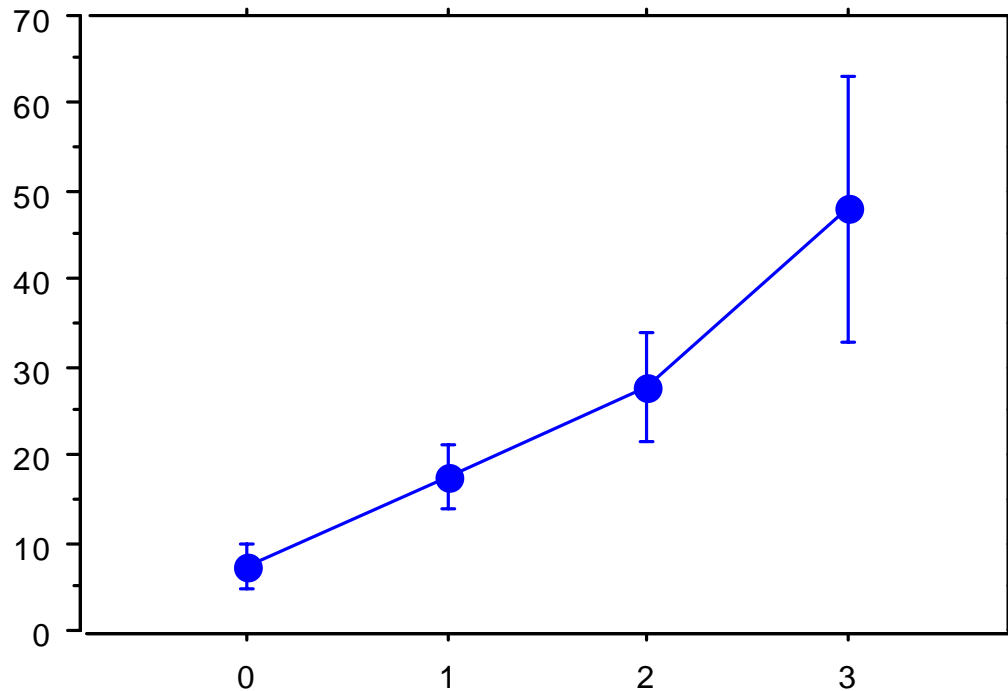


QNI : Experts



La figure montre des **scores** différents de **QNI** (**axe-X**) par les *experts* versus la durée *moyenne* (\pm 95% IC) d'activité nocturne totale en minutes (**axe-Y**) (00:00 – 06:00); $p < 0.01$

QNI : Infirmiers



La figure montre des **scores** différents de **QNI** (**axe-X**) par les *infirmiers* versus la durée *moyenne* (\pm 95% IC) d'activité nocturne totale en minutes (**axe-Y**) (00:00 – 06:00); $p < 0.01$

Facteurs prédictifs de l'activité nocturne



Facteurs prédictifs de la moyenne d'activité nocturne (1)

La moyenne d'activité nocturne (00:00 – 06:00) en minutes

μ (ET)	Groupe contrôle (MMS \geq 25)	Groupe trouble cognitif (MMS $<$ 25)	p
Activité totale	4.9 (3.3)	22.0 (21.3)	0.01
Activité au lit	2.1 (2.2)	9.5 (15.5)	ns
Activité aux toilettes	1.2 (1.7)	4.2 (4.9)	ns
Activité dans la chambre	1.6 (2.4)	7.9 (7.5)	0.01



Facteurs prédictifs de la moyenne d'activité nocturne (2) (*cf.* tableau 10.7)

- Comme il n'y avait pas de différence significative entre ces 2 groupes concernant plusieurs paramètres (*e.g.*, âge, sexe, ADL, IADL, MNA, GDS, NPI (sous-score) par médecin, CMAI par infirmier, prothèse, hypnotiques-sédatifs, signes extrapyramidaux, ...), nous avons mélangé tous les patients (= *pooling*) de ces 2 groupes et puis étudié la relation : *activité nocturne après-minuit* versus chacun de ces paramètres séparément (Lemke et al. 1999)
- Le niveau de signification (alpha) = **0.005** a été choisi (Hilten et al. 1993), étant donné le nombre de comparaisons a posteriori
- Pour chaque paramètre, il a fallu vérifier qu'il n'y avait pas de différence significative du score MMS dans les 2 groupes (contrôle de l'effet "cognition")



Facteurs prédictifs de la moyenne d'activité nocturne (3) (*cf.* tableau 10.7)

- Parmi tous ces paramètres, le NPI (sous-score) par médecin a montré une relation significative avec l'activité nocturne après minuit ($p = 0.005$)
- Le NPI (sous-score) est défini par la présence d'au moins une de ces 3 caractéristiques évaluée par médecin : agitation / agressivité, comportement moteur aberrant, trouble du sommeil
- L'activité nocturne (min.) dans le groupe 'présent' = 21.9 (19.7) et dans le groupe 'absent' = 6.3 (7.8)
- Il n'y avait pas de différence significative du score MMS dans les 2 groupes (*i.e.*, présent / absent) du NPI (sous-score) par médecin
- Il n'y avait pas d'interaction entre le MMS et le NPI (sous-score) par médecin quant à l'activité nocturne après minuit



Facteurs prédictifs de la variabilité d'activité nocturne

Caractéristiques du patient	ρ	p
MMS (n = 27)	-0.57	< 0.001
ADL (n = 27)	-0.56	< 0.001
NPI (score global) par médecin (n = 19) [#]	0.71	< 0.001

Paramètres : MNA, IADL, GDS, CMAI (par infirmier), taille, poids, âge, sexe, score de Waterlow, prothèse, signes extrapyramidaux, hypnotiques-sédatifs n'ont pas montré une association à niveau de signification **0.005**

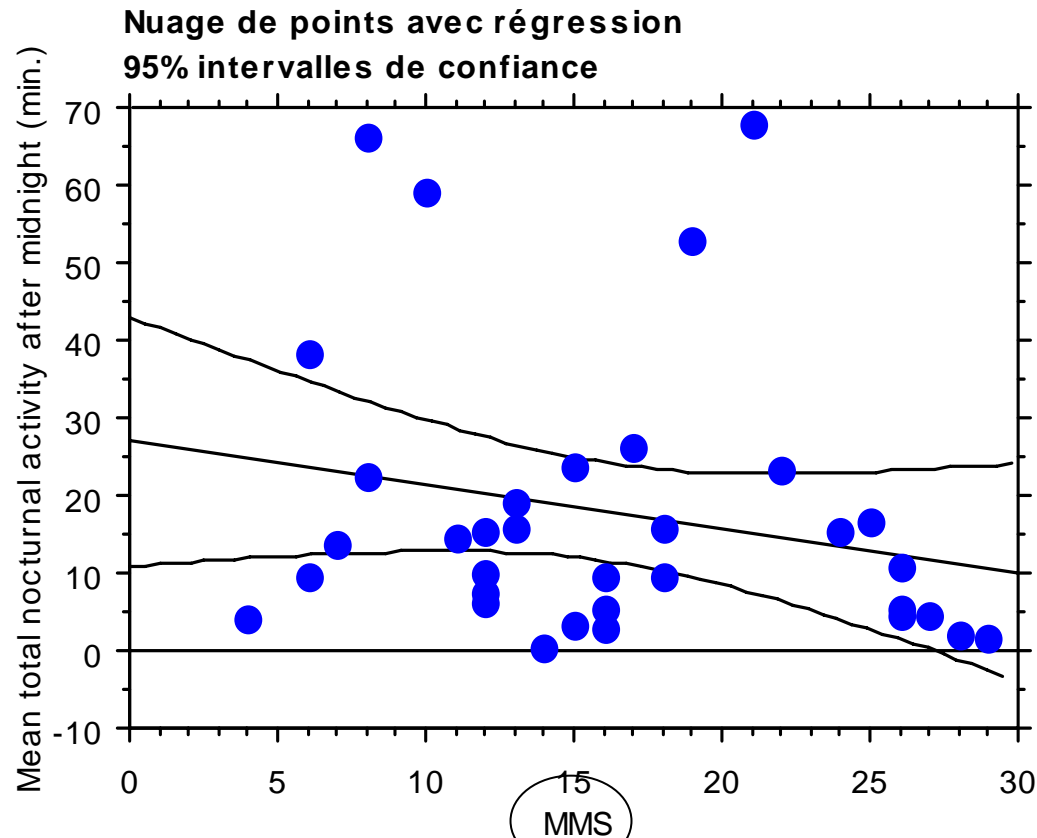
[#] NPI (score global) = somme de scores fréquence x gravité

Comparaison du niveau d'activité journée et nuit

Durée moyenne d'activité totale (min.)	Groupe contrôle (N = 6)[#]	Groupe trouble cognitif (N = 21)[#]	p
22 heures (10:00 – 08:00)	105.4 (63.4)	140.0 (61.3)	ns
Journée (10:00 – 21:00)	86.2 (49.8)	90.9 (39.1)	ns
Nuit (21:00 – 08:00)	19.2 (16.8)	49.1 (32.9)	0.02
Après minuit (00:00 – 06:00)	4.9 (3.3)	22.3 (19.7)	< 0.01

[#] Moyenne (ET)

Nuage de points pour montrer l'absence de corrélation entre déclin cognitif et activité nocturne



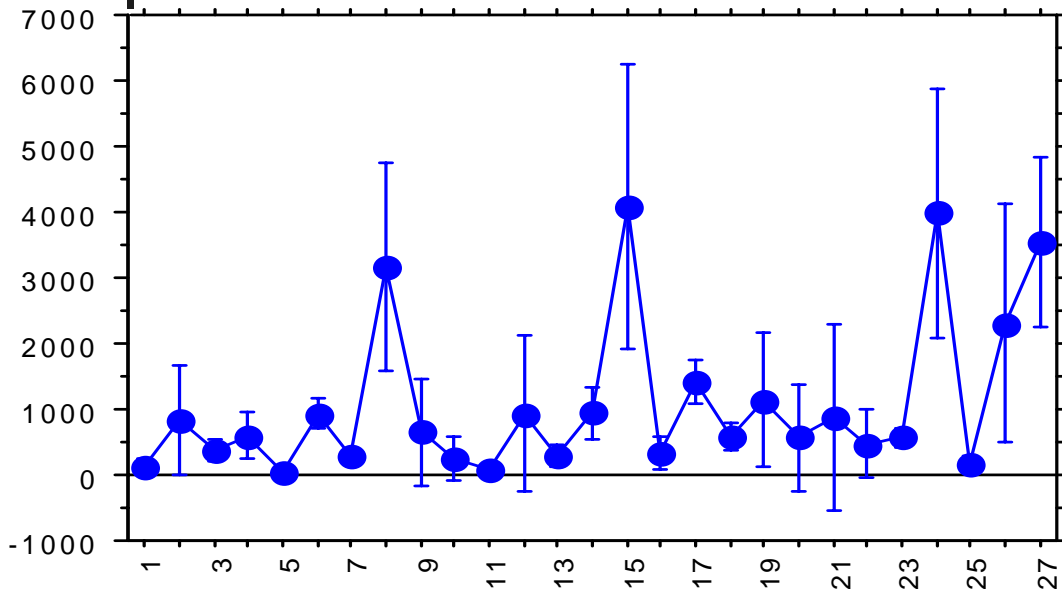
Mean total nocturnal activity after midnight (min.) = $26,89 - ,56 * \text{MMS}$; $R^2 = ,047$



Facteurs prédictifs de l'activité nocturne : modèles multivariés

- Modèle de régression multiple linéaire :
 - Durée moyenne d'activité nocturne après minuit (minutes) = $101.1 - 2.1(\text{score Waterlow}) - 1.8(\text{GDS}) - 6.9(\text{ADL})$
 - $R^2 = 0.46$; $p = 0.01$
- Modèles de régression multiple linéaire dans d'autres études :
 - Hilten et al. (1993) expliquant Mean Immobility Period par sexe et utilisation d'hypnotiques; $R^2 = 0.47$
 - Kronholm et al. (1993) expliquant (chez le sujet non-âgé) l'activité nocturne par détresse psychologique, problème de respiration, glucose sanguin, activité sympathique; $R^2 = 0.26$

Est-il possible de catégoriser les patients déments comme normo-, hypo-, ou hyper-actif la nuit ? (1)



La figure montre la durée *moyenne* d'activité nocturne ($\pm 95\%$ IC) (00:00 – 06:00) en **secondes** (**axe-Y**) de **27 patients** (numérotés en **axe-X**). Les patients du groupe contrôle représentent les n° 1, 7, 9, 11, 13, 16

Chez le groupe trouble cognitif, en prenant les valeurs de moyennes d'activité nocturne au-dessus du 90^{ème} percentile, on a 4 patients au-dessus de la borne supérieure. Ils sont les n° 8, 15, 24, 27 \rightarrow *Outliers*



Est-il possible de catégoriser les patients déments comme normo-, hypo-, ou hyper-actif la nuit ? (2)

- Les 4 *Outliers* ont été exclus → correspondaient à un syndrome confusionnel
- Pour les 17 patients du groupe trouble cognitif, on a calculé $\mu \pm 3$ erreurs standards
- Méthode analogique aux *Control Charts* (Schaum's Outlines : Statistics, 3rd Ed., 1999)
- 6.3 – 19.2 min. [*Upper control limit - Lower control limit*]
- 4 patients hypo-, 2 patients hyper- et 11 patients normo-actifs ont été identifiés

Impact du système Gardien sur les patients et leur famille

[Banerjee et al. 2006 (in press)]

- Développement d'un mini-questionnaire d'acceptabilité du système
 - Un score -5 signifie qu'il n'est pas du tout acceptable
 - Un score 5 signifie qu'il est très acceptable
- Le score moyen a été de 2.2 chez le groupe contrôle et de 1.8 chez le groupe trouble cognitif
- Le score moyen a été de 4.7 chez les aidants principaux du groupe contrôle et de 4.6 chez les aidants principaux du groupe trouble cognitif
- La consistance interne (l'alpha de Cronbach) du mini-questionnaire a été de 0.3 pour les aidants principaux et de 0.7 pour les patients

Modélisation de l'activité nocturne



Modélisation de l'activité nocturne dans d'autres études

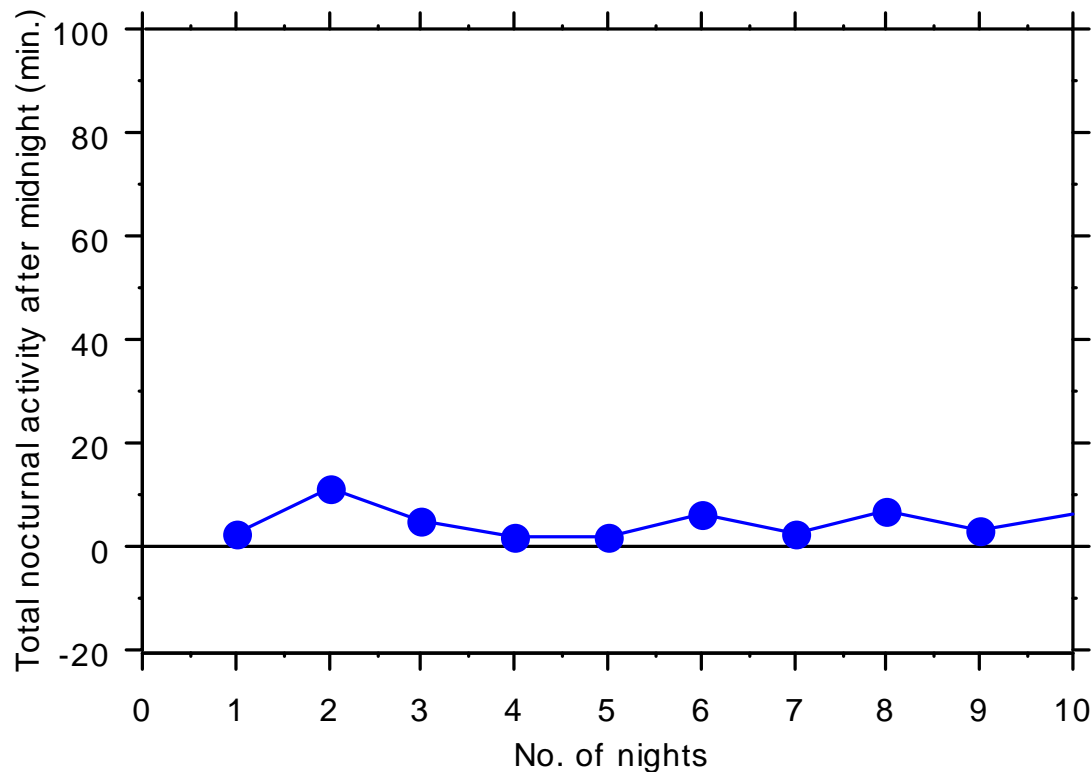
1. Satlin et al (1991) – 19 patients Alzheimer classifiés empiriquement utilisant l'actimétrie du poignet comme
 - Pacers : qui bougeaient sans arrêt
 - Non-pacers : qui ne bougeaient pas beaucoup
2. Honma et al. (1998) – case report sur 8 patients déments à l'hôpital utilisant l'actimétrie du poignet en
 - Type A : confusion nocturne
 - Type B : déambulation
 - Type C : aboulie
 - Type D : type « lying down »

Modélisation de l'activité nocturne

(Banerjee et al. 2004, 2005)

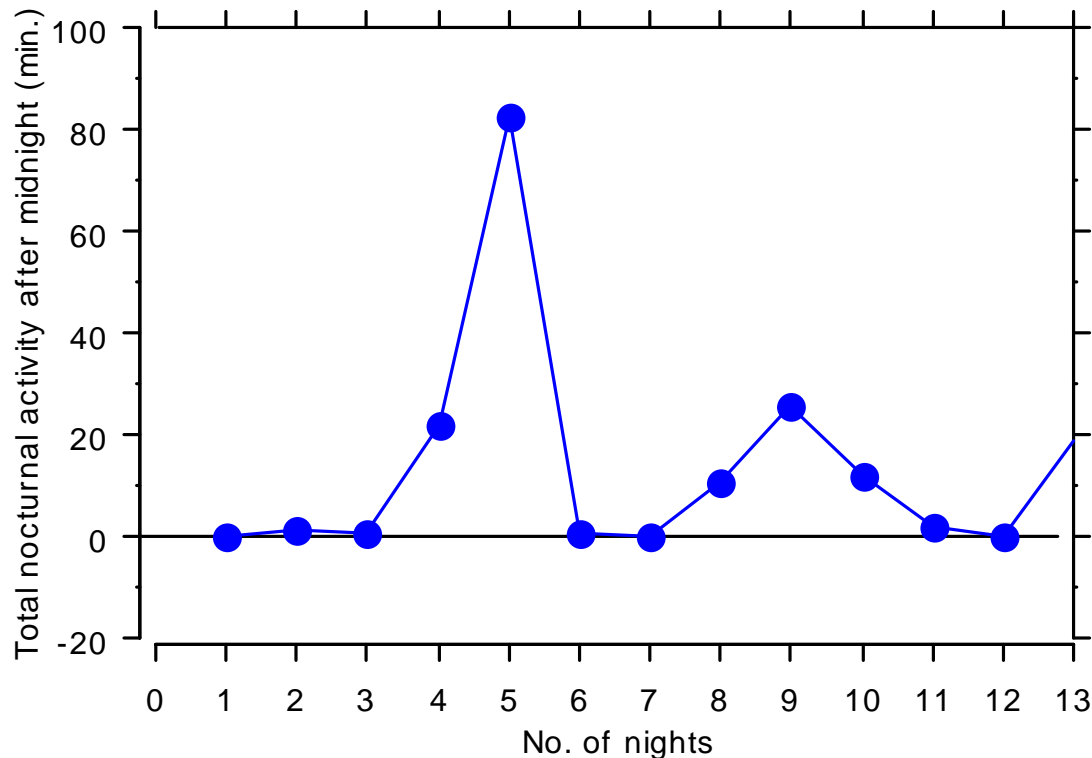
- Paramètres actimétriques propres à chaque groupe :
 - Durée *médiane* d'activité nocturne (après minuit) sur 7 nuits
 - *Écartype* d'activité nocturne durant leur séjour complet
- Comparés avec la **méthode de référence** = score médian QNI **par experts** sur 7 nuits (→ nombre entier)

Modèle : Stable



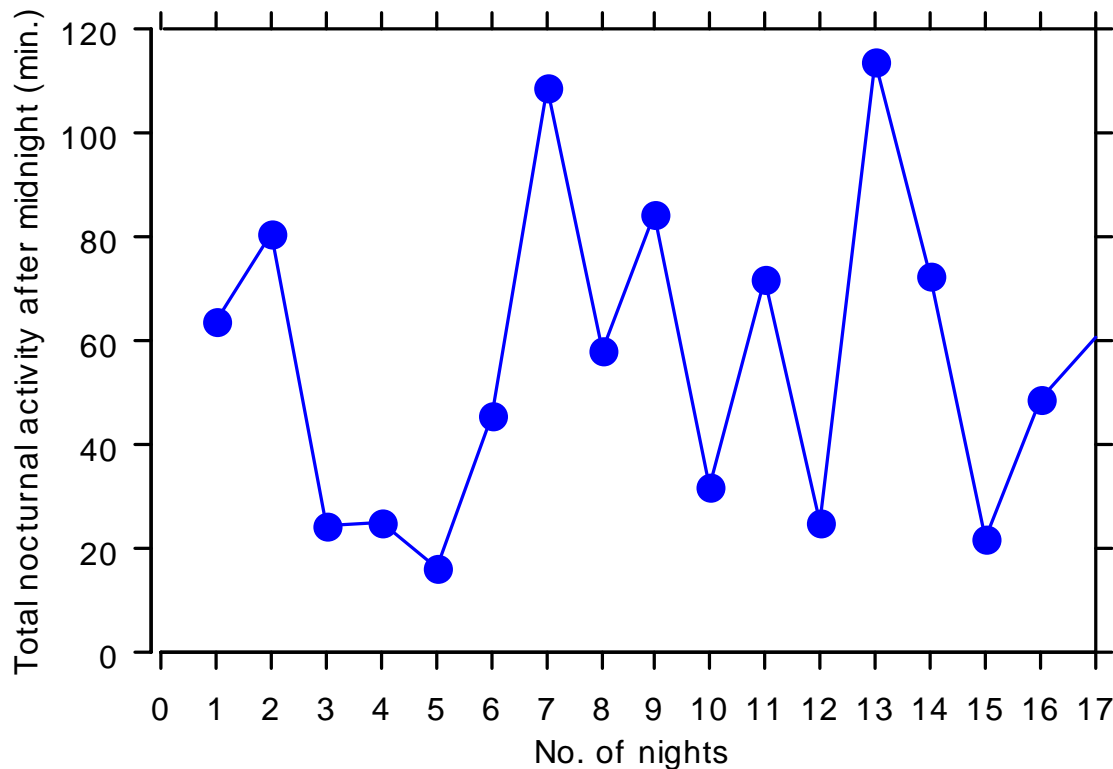
- Médiane et variabilité d'activité nocturne basses
- Score médian QNI par expert = 0 ou 1
- Jamais marqué un score QNI 3 pour une nuit durant leur séjour complet
- Peut être marqué un score QNI 2 pour une nuit ou plus

Modèle : Agitation nocturne paroxystique aiguë



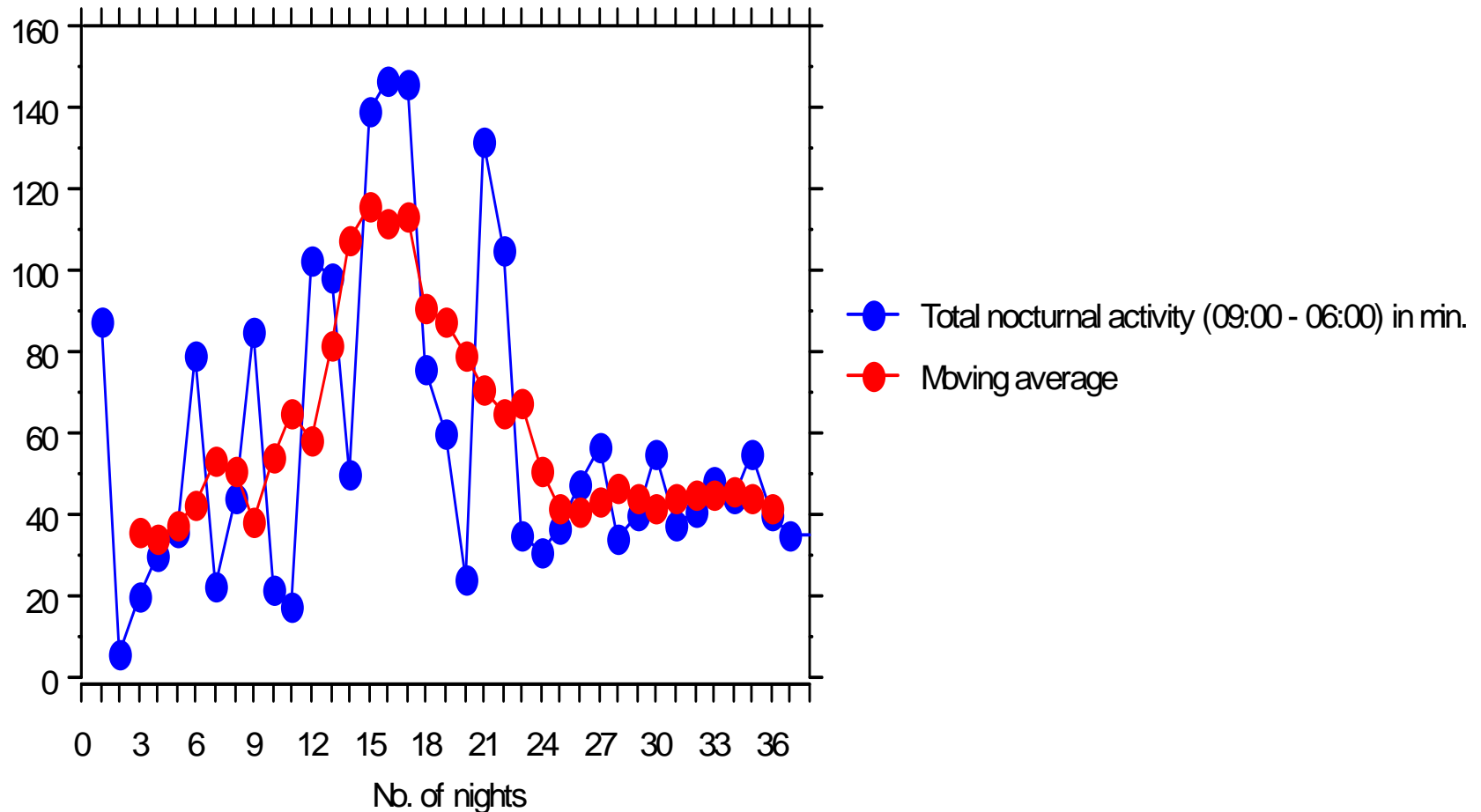
- Médiane d'activité nocturne basse, mais variabilité haute
- Score médian QNI par expert = 0 ou 1
- Au moins, une fois marqué un score QNI 3 durant leur séjour complet, signifiant l'hyperactivité nocturne dont la cause ne peut être identifiée

Modèle : Hyperactivité nocturne chronique



- Médiane d'activité nocturne haute, et usuellement variabilité haute
- Score médian QNI par expert = 2 ou 3
- Peut être ne pas marqué un score QNI 3 pour une nuit durant leur séjour complet

Modèle : Agitation nocturne aiguë sur chronique

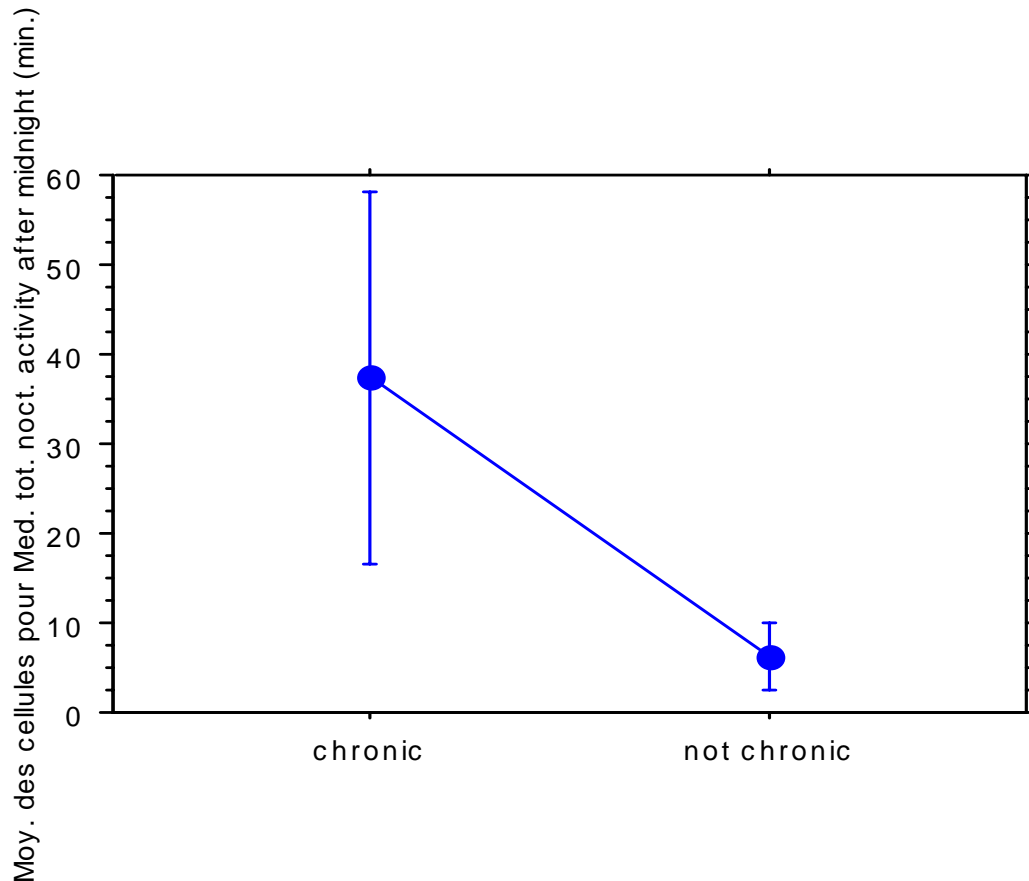




Types de modèles actimétriques observés

- Stable (12 patients dont 6 de groupe contrôle)
- Modèles pathologiques :
 - Agitation nocturne paroxystique aiguë (7 patients)
 - Hyperactivité nocturne chronique (8 patients)
 - *Agitation nocturne aiguë sur chronique (1 patient d'étude pilote)*

Détermination de la valeur seuil de la médiane d'activité nocturne



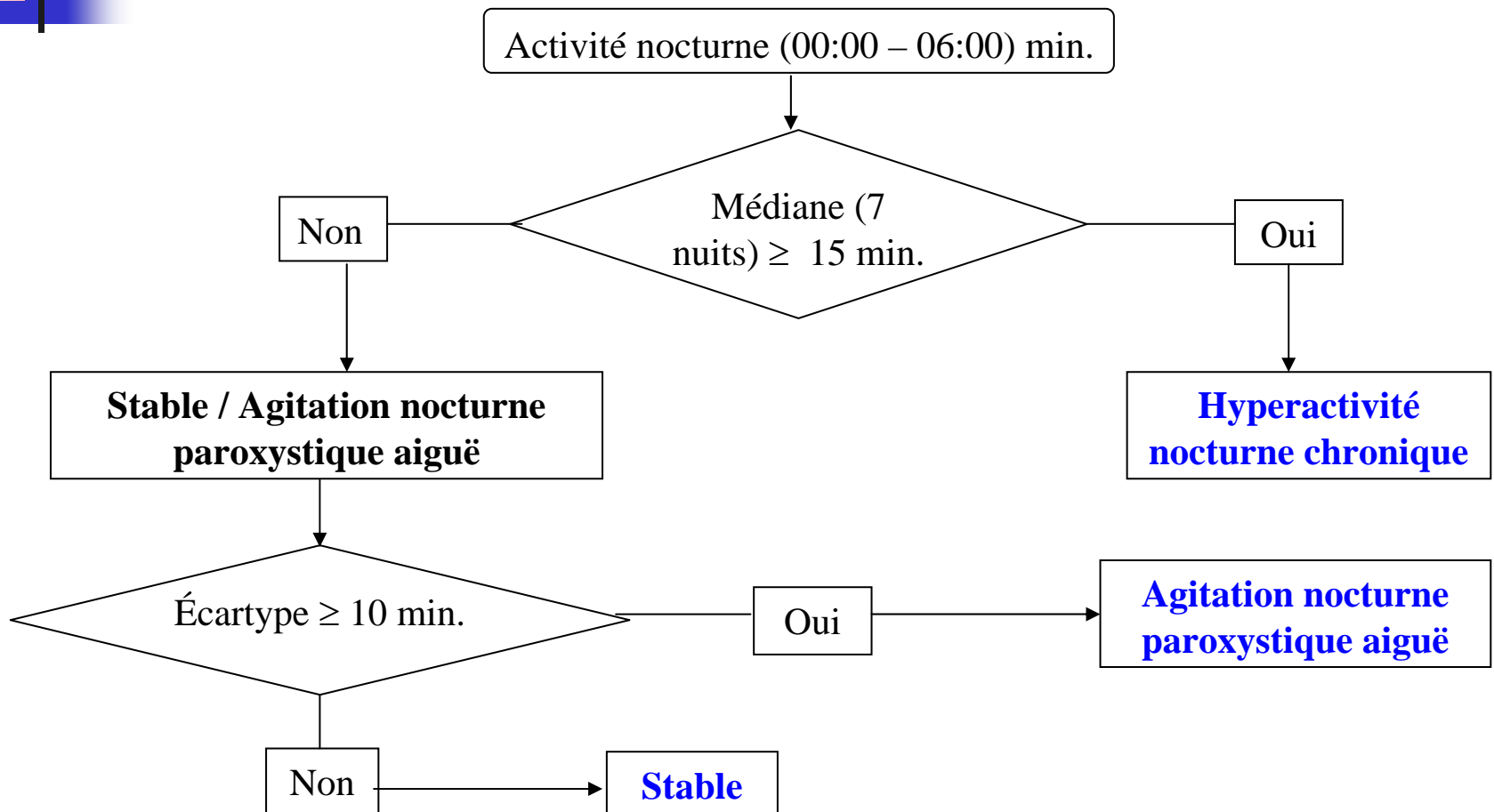
- La figure compare les moyennes de médianes de l'activité nocturne après minuit en minutes \pm 95% IC dans ces 2 groupes ci-dessous
 - Groupe 'chronique' hyperactivité nocturne comprend des patients ayant les scores médians QNI 2, 3 par experts
 - Groupe 'non chronique' comprend des patients ayant les scores médians QNI 0, 1 par experts
- $p < 0.01$



Pourquoi utiliser la valeur seuil de l'écartype d'activité nocturne ?

- Afin de distinguer les patients stables des patients 'agitation nocturne paroxystique aiguë'
- On a choisi une valeur seuil arbitraire de 10 minutes
- Écartype ≥ 10 minutes veut dire variabilité haute et écartype < 10 minutes veut dire variabilité basse
- Tableau de contingence 2 x 2 (test de Fisher)
- $p < 0.01$

Validation des modèles actimétriques : schéma





Facteurs prédictifs de l'activité nocturne : régression logistique

- Basé sur la valeur seuil de 15 minutes, on peut classer les patients ayant l'activité nocturne haute des patients ayant l'activité nocturne basse
- Modèle de régression logistique :
 - Score Waterlow $\rightarrow e^{\beta} = 10.9$ (1.2 – 103.0, 95% IC); $p = 0.04$
 - Score médian QNI (de 7 nuits) par *infirmiers* $\rightarrow e^{\beta} = 7.2$ (0.9 – 59.5, 95% IC); $p = 0.07$

Développement d'un système
de téléassistance permettant la
détection automatique de
l'hyperactivité nocturne



Introduction à l'analyse fréquence

- Rappel :
 - 'Résolution' de l'actigramme du Gardien = 15 minutes
 - Dans un intervalle de 15 minutes, il additionne le nombre de d'activations (ou changements d'état) de chaque capteur
- Fonction de signe :
$$f(x) = \begin{cases} -1 & \text{si } x < 0, \\ 0 & \text{si } x = 0, \\ 1 & \text{si } x > 0 \end{cases}$$
- Transformation des données de l'actigramme de 352 nuits à un nombre entier positif ou zéro correspondant à la fréquence de déplacements du patient
- Cette transformation est désignée comme « la fonction de fréquence »

Créer un algorithme de la détection automatique de l'hyperactivité nocturne



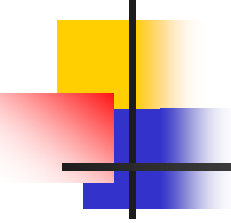
Méthode de référence = analyse par experts, c.a.d., analyse des données du système

- Nombre de nuits analysées comme non-agitées = 308 (87.5%) = score QNI 0, 1, 2
- Nombre de nuits analysées comme agitées = 44 (12.5%) = score QNI 3



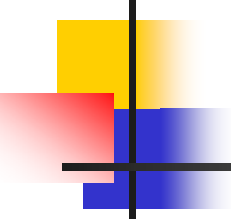
Définition de sensibilité et de spécificité

- **Sensibilité** - la *capacité* à détecter une agitation nocturne par le système, lorsque cela a aussi été considéré comme une agitation nocturne par la méthode de référence (infirmiers ou experts)
- **Spécificité** - la *capacité* à détecter une nuit non-agitée par le système, lorsque cela a aussi été considéré comme une nuit non-agitée par la méthode de référence (infirmiers ou experts)



Évaluation par différentes méthodes (1)

- Rapport d'activité nuit / jour : manque de spécificité
- Percentile : manque de sensibilité et de spécificité
- Variable standardisée : sensibilité et spécificité varient selon la variabilité d'activité nocturne chez le patient



Évaluation par différentes méthodes (2)

- Durée (minutes)
- Filtre glissant médian (7 nuits) : pas sensible pour les patients du type 'hyperactivité nocturne chronique'
 - On a essayé de séparer ce groupe par la valeur seuil (15 minutes) et puis de n'appliquer cet algorithme que sur les patients stables ou 'agitation nocturne paroxystique aiguë'
- Comptage de capteurs
- Fonction de fréquence

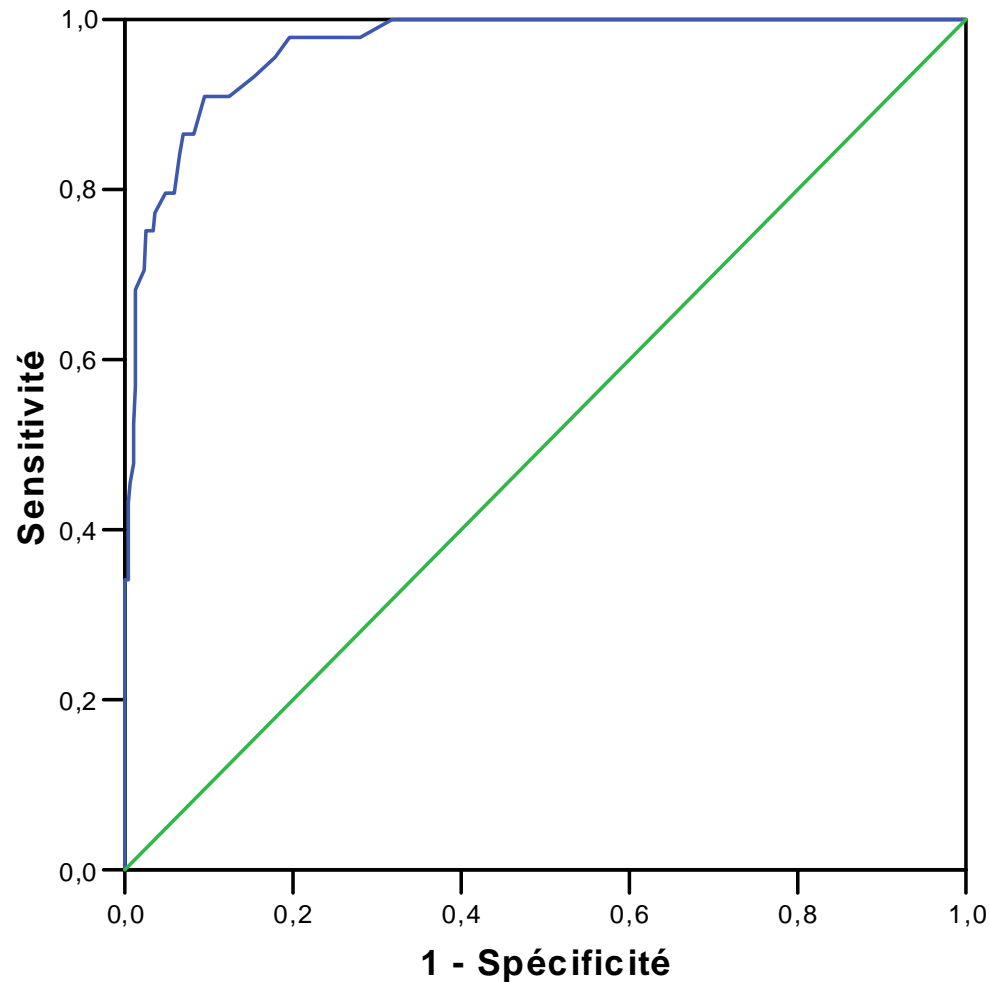


Comparaison des courbes ROC de différentes méthodes

Algorithme	Evaluation experts*	Evaluation infirmiers*	p
Durée (352 nuits)	0.88 (0.04)	0.85 (0.06)	ns
Filtre glissant médian (7 nuits) (298 nuits)	0.74 (0.10)	0.84 (0.11)	ns
Comptage de capteurs (352 nuits)	0.91 (0.04)	0.82 (0.08)	ns
Fonction de fréquence (352 nuits)	0.97 (0.02)	0.79 (0.08)	< 0.01

* Aire de courbe ROC (95% IC)

Courbe ROC : fonction de fréquence (évaluation par experts)





Validation de cet algorithme

- Créer un groupe expérimental ($N = 178$) et un groupe de validation ($N = 174$) par randomisation des nuits
- Tester l'hypothèse nulle :
 - H_0 = la proportion de nuits agitées est égale dans ces 2 groupes
 - Test de χ^2 ; $p = 0.06$
- Trouver une valeur seuil optimum dans le groupe expérimental = 31.5 de la courbe ROC (178 nuits)
- Appliquer cette valeur au groupe de validation afin de trouver la sensibilité et la spécificité

Validation de cet algorithme : résultats



- Aires des courbes ROC :
 - Groupe expérimental = 0.96 (± 0.04 , 95% IC)
 - Groupe de validation = 0.97 (± 0.02 , 95% IC)
- En utilisant la valeur seuil optimum du groupe expérimental dans le groupe de validation, on obtient :
 - Sensibilité = 89.3%
 - Spécificité = 89.7%
 - Indice de Youden (sensibilité + spécificité - 1) = 0.79
 - Valeur prédictive positive = 62.5%
 - Valeur prédictive négative = 97.8%



Quelles valeurs à utiliser pour définir une hyperactivité nocturne ?

Valeurs *cut-off* du système définies :

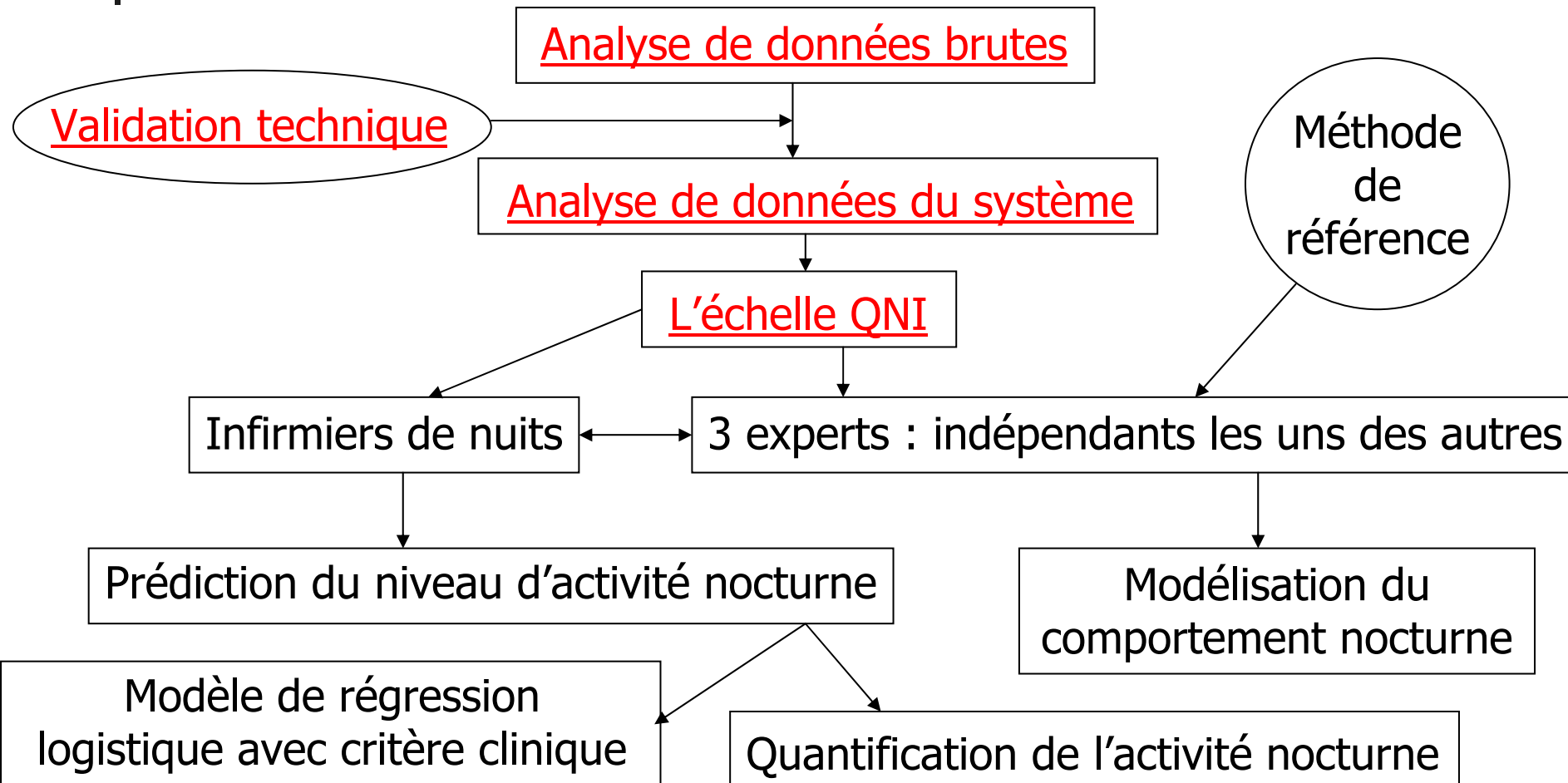
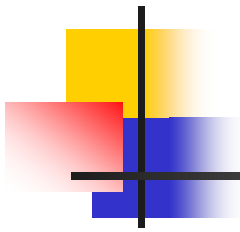
- Valeur de fonction de fréquence ≤ 20 = nuit normale
- Valeur de fonction de fréquence 21 – 31 = activité nocturne modérée
- Valeur de fonction de fréquence 32 – 50 = agitation nocturne
- Valeur de fonction de fréquence ≥ 51 = agitation nocturne sévère



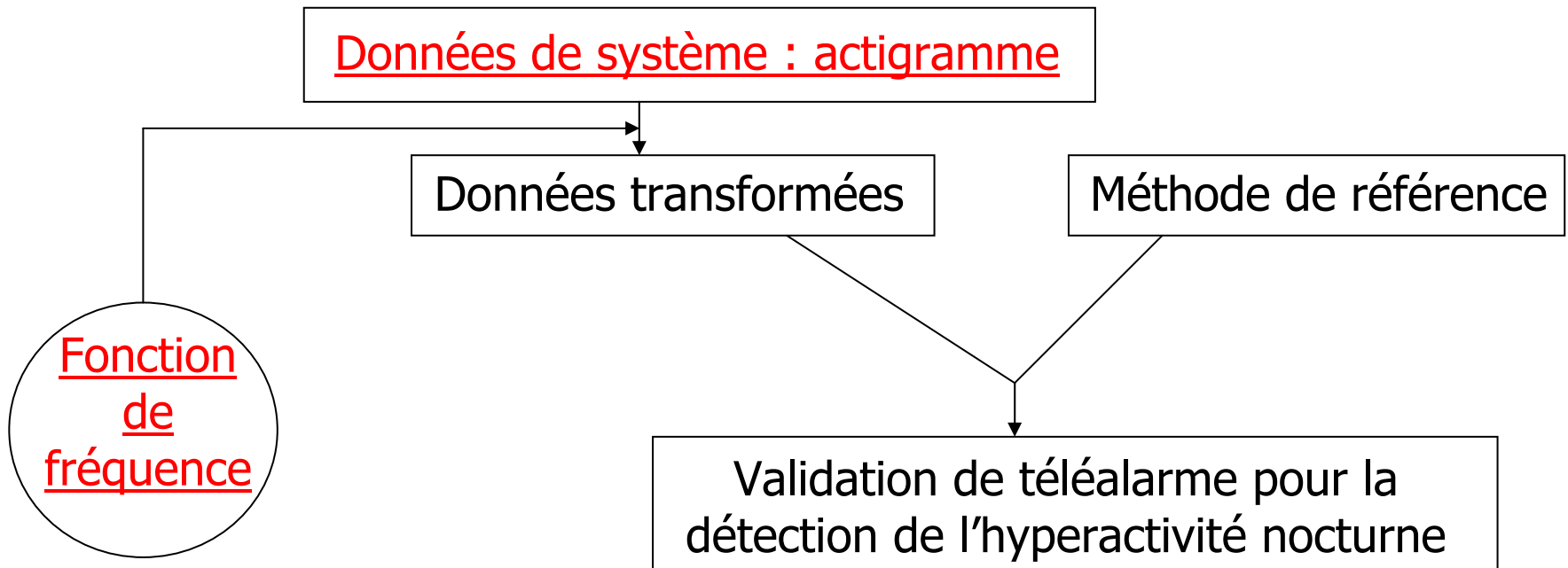
Est-il possible de définir une valeur *cut-off* pour l'hypoactivité nocturne ?

- Il y a eu 6 nuits (1.7%), qui ont eu la valeur de fonction de fréquence égale à zéro
- Il y a eu 43 nuits (12.2%), qui ont eu la durée totale de déplacements après-minuit égale à zéro
- Pour cette raison, il serait prudent de ne pas proposer une alarme d'hypoactivité nocturne

Synthèse du traitement de données (1)



Synthèse du traitement de données (2)



Améliorations du Gardien dans l'avenir



- Un seul logiciel pour plusieurs chambres
- En fonction 24/24 heures
- Équipé d'un réseau sans fils
- Pouvant additionner les actigrammes de plusieurs jours / nuits / 'après-minuit'
- Tirant des courbes d'activité de plusieurs jours / nuits / 'après-minuit'
- Calculant le temps total durant lequel le patient était en dehors de sa chambre
- Signalant une téléalarme de l'hyperactivité nocturne (basée sur la fonction de fréquence)

Améliorations du Gardien dans l'avenir



- Un seul logiciel pour plusieurs chambres
- En fonction 24/24 heures
- Équipé d'un réseau sans fils
- **Pouvant additionner les actigrammes de plusieurs jours / nuits / 'après-minuit'**
- **Tirant des courbes d'activité de plusieurs jours / nuits / 'après-minuit'**
- Calculant le temps total durant lequel le patient était en dehors de sa chambre
- Signalant une téléalarme de l'hyperactivité nocturne (basée sur la fonction de fréquence)



Plan de la présentation

1. Introduction au sujet
2. Objectifs de cette étude
3. Introduction au Gardien
4. Méthodologie
5. Résultats
6. **Discussion**
7. Conclusion



Discussion (1)

- Actimétrie embarquée ou non-embarquée ?
- Combien de nuits faut-il surveiller ?
- Chez le sujet âgé hospitalisé, existe-t-il une stabilité intra-sujet de l'activité nocturne ?
- Existe-t-il une stabilité intra-groupe de l'activité nocturne (groupes contrôle et trouble cognitif) ?



Discussion (2)

- Le système, est-il assez sensible pour détecter des petits mouvements au lit ?
- Pourquoi faut-il que le système ait une valeur prédictive négative haute ?
- Le système apporte-t-il un avantage concernant le diagnostic de l'hyperactivité nocturne par rapport à celui des infirmiers ?



Plan de la présentation

1. Introduction au sujet
2. Objectifs de cette étude
3. Introduction au Gardien
4. Méthodologie
5. Résultats
6. Discussion
7. Conclusion



Conclusion

- Description et développement du système Gardien
- Analyse et interprétation des données du patient
- Modélisation du comportement nocturne
- Aide à la décision automatique de l'hyperactivité nocturne
- Évaluation de l'acceptabilité du système



Remerciements

- Aux patients et à leur famille
- À l'équipe d'infirmiers du pavillon Élisée Chatin
- À tous les membres du jury
- À Dr. P Couturier
- À M. F Steenkeste
- À Mme. J DiPasquale, Pr. J-L Bosson,
Mme. V Bongard, Pr. P Janssen, Mlle. C Ducastel
- À l'Association France Alzheimer et les maladies
apparentées
- À la Fondation Agrica