

	<b>SUJET DE THESE</b>	
<b>Titre</b>	<b>Conception d'Agents Numériques d'Aide Collaborative dans l'e-Santé</b>	
<b>Libellé du laboratoire</b> adresse postale	<b>Institut de Recherche en Informatique et Systèmes Aléatoires</b> (IRISA - UMR 6074) Campus de Beaulieu, 263 avenue du Général Leclerc - Bâtiment 12, 35042 Rennes Cedex	
<b>Encadrants</b> Co encadrants Equipe/Groupe Adresse électronique, tél	<b>Jean-Marie Bonnin (Chef du département D2/IRISA)</b> Tayeb Lemlouma, Ahmed Bouabdallah OCIF (D2/IRISA) jm.bonnin@telecom-bretagne.eu, tayeb.lemlouma@irisa.fr, ahmed.bouabdallah@telecom-bretagne.eu	
<b>Résumé</b>		
<p>Le contexte de cette thèse s'inscrit dans le domaine de la télésanté (e-santé) que nous développons depuis quelques années au sein du département D2 de l'IRISA. Nous visons à résoudre les lacunes des systèmes actuels d'assistance aux personnes âgées, dépendantes et isolées. Le travail consiste à proposer une approche innovante basée sur : la maîtrise du contexte de la personne et de son environnement (<i>context awareness</i>), la personnalisation des services d'assistance et de confort et le développement d'un système de recommandation de règles collaboratif.</p> <p><i>Mots clés :</i></p> <p>Maisons/Villes Intelligentes (<i>smart homes/cities</i>); Objets communicants; Internet des Objets; Assistance à domicile; Sensibilité au contexte (<i>context awareness</i>); Systèmes de recommandation; Dépendance; Services de e-santé;</p>		
<b>Contexte</b>		
<p>En France, le nombre des personnes âgées de plus de 60 ans représente 20% de la population avec 800.000 personnes dépendantes (1,2 millions en 2040) [1]. Cette situation est similaire au niveau de l'Europe, avec un taux de dépendance de la population vieillissante qui s'approchera en 2050 [2] de 48,20% en France, 62% en Allemagne et 44,10% en Angleterre [2]. Avec les coûts croissants de la vie -en particulier pour les personnes âgées-, les difficultés de placer les personnes dans les maisons de retraites et l'inadaptation de l'hospitalisation face aux besoins des personnes dépendantes, le domaine de la Télésanté (e-santé) est devenu depuis quelques années, à émerger comme une alternative intéressante des Technologies de l'Information grâce aux différentes solutions de maintien à domicile [3,4]. Fournir une assistance consiste en substance à adopter soit une approche de détection et prédiction de danger (ex. détection de chute) soit en utilisant des systèmes centralisés connectant le sujet avec un centre d'assistance en cas de besoin. L'apport de ces systèmes ne se limite pas à l'ensemble des services automatiques et intelligents qui peuvent être fournis au mais le dépasse en assurant une optimisation continue du trafic réseau et de l'énergie consommée par l'utilisateur et ses dispositifs.</p>		
<b>Objectifs et challenges</b>		
<p>Le travail de cette thèse comporte les aspects suivants :</p> <p>1- Affiner la compréhension du contexte de la personne dépendante. L'approche proposée doit affiner les modèles abstraits de classification de la dépendance (tels que les groupes dans <i>AGGIR</i> et <i>SMAF</i>) et les échelles de mesure/prévention de risques d'activités (tels que les échelles de <i>Norton</i>, <i>Braden</i> et <i>Doloplus</i>) [23]. La compréhension du contexte doit s'effectuer avec un raisonnement "global" sur la base des fonctionnalités élémentaires fournies par les différents capteurs de l'environnement de l'utilisateur.</p> <p>2- Proposition d'un système collaboratif de recommandation de règles d'aide à la dépendance [17]. Les recommandations devront se baser sur les similarités des profils et des besoins affinés des personnes, tels qu'ils seront identifiés dans le point 1. Les règles de recommandation doivent faciliter l'aide à la dépendance vis à vis de la variété des activités BADL et IADL [11,12,13] d'une personne suivie.</p>		

3- Optimisation des échanges réseau et de la consommation d'énergie des différentes composantes du système proposé [14-15, 20-23]. Cette optimisation doit concerner les niveaux suivants: résidentiel (échange entre capteurs et nœuds central tel que la "home box") ; inter-utilisateurs (entre différentes résidences) ; entre le système de recommandation et les nœuds centraux [22].

4- Conception d'une extension du modèle KRAMER [17] dans le contexte de règles de e-Santé avec une préservation de la *privacy* des différents utilisateurs. La distribution des centres de recommandation doit assurer la fiabilité du système (en cas de défaillance) et assurer une aide en particulier lorsqu'il s'agit de situations urgentes.

### **Sujet détaillé**

En France, le nombre des personnes âgées de plus de 60 ans représente 20% de la population avec 800.000 personnes dépendantes (1,2 millions en 2040) [1]. Cette situation est similaire au niveau de l'Europe, avec un taux de dépendance de la population vieillissante qui s'approchera en 2050 [2] de 48,20% en France, 62% en Allemagne et 44,10% en Angleterre [2]. Avec les coûts croissants de la vie -en particulier pour les personnes âgées-, les difficultés de placer les personnes dans les maisons de retraites et l'inadaptation de l'hospitalisation face aux besoins des personnes dépendantes, le domaine de la Télésanté (e-santé) a commencé, depuis quelques années, à émerger comme une alternative intéressante des Technologies de l'Information grâce aux différentes solutions de maintien à domicile [3,4]. Fournir une assistance consiste en substance à adopter soit une approche de détection de danger (ex. détection de chute) soit en utilisant des systèmes centralisés connectant le sujet avec un centre d'assistance en cas de besoin. L'apport de ces systèmes ne se limite pas à l'ensemble des services automatiques et intelligents qui peuvent être fournis au mais le dépasse en assurant une optimisation continue du trafic réseau et de l'énergie consommée par l'utilisateur et ses dispositifs.

La majorité des solutions existantes [8] répondent à des besoins très partiels et restent inadaptées à la variété des profils des personnes dépendantes. Les services proposés sont statiques et manquent souvent de personnalisation par conséquent ils sont souvent abandonnés par l'utilisateur ou sa famille. Les raisons de ces lacunes sont principalement dues à la non maîtrise du profil de l'utilisateur et du contexte de son environnement. En effet, les besoins des personnes âgées et dépendantes sont très variés et sont fonction de plusieurs paramètres tels que le degré de dépendance, l'état de santé, la localisation de la personne, ses activités courantes, etc. En outre, les approches existantes sont souvent centralisées et statiques. Elles ne prennent pas en considération l'évolution des besoins dans le temps [5]. Dans ce contexte, les modèles d'évaluation de la dépendance et des besoins se basent sur des questionnaires manuels qui sont souvent sources d'erreurs et qui ne reflètent pas une connaissance affinée des besoins en temps réel de la personne. Par exemple, en France, le modèle AGGIR [6] est utilisé pour la classification de dépendance avec en plus l'utilisation d'une grande hétérogénéité de grilles manuelles (basées sur des modèles d'évaluation de risques, tels que les échelles de *Norton*, *Braden* et *Doloplus* [7]). Ces échelles sont souvent adaptées selon les spécificités de chaque centre hospitalier (CH) ou maison de retraite. Le point commun entre les différents modèles d'évaluation est l'adoption de la notion de "groupes" (ex. "groupes iso-ressources" de AGGIR ou "iso-SMAF" dans SMAF [10]) qui consiste à classer une personne dans un groupe de dépendance particulier et identifier un ensemble de besoins à satisfaire. Cette notion de groupe rend les systèmes d'aide à la dépendance rigides et non adaptés aux différents profils de la population dépendante. En outre, pour une personne donnée, la mise à jour de sa classification est souvent liée à une demande administrative que la personne doit initier envers les services de santé de son entourage. Ce fait ajoute une lourdeur vis-à-vis de l'assistance attendue et n'est pas adapté aux capacités des personnes âgées à réagir rapidement face à l'évolution de leurs besoins qui sont parfois urgents.

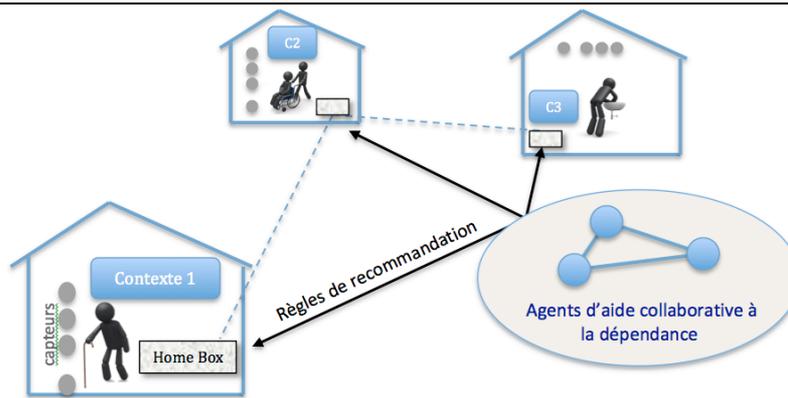


Figure 1. Approche collaborative d'aide à la dépendance

Un système de télésanté efficace doit fournir des services automatiques d'aide à la dépendance qui s'approchent le plus des besoins réels de la personne suivie. Il doit s'adapter d'une manière réactive aux différentes activités de la personne et au changement de son degré de dépendance [5] qui est voué naturellement à la dégradation avec l'âge. Il est donc nécessaire de comprendre le contexte dans lequel évolue la personne dépendante: au niveau local (résidence) et global (vis à vis de son suivi par les professionnels de la santé). Pour le maintien à domicile, cela devrait passer par la proposition de nouveaux systèmes intelligents qui permettent de faire collaborer les capteurs locaux/distants qui rendaient -jusqu'à maintenant- des fonctionnalités isolées (détection de présence, détection de fumé, etc.)

Afin de palier à l'hétérogénéité des profils, il est nécessaire de considérer une nouvelle structuration des différentes activités de la vie courante (ADL : *activity of daily living*). Le principe des ADL a été défini -pour la première fois- dans la littérature avec les échelles de Katz [11], Barthel [12] pour les activités de base et dans l'échelle de Lawton [13] pour les activités instrumentales (IADL). Une structuration optimale des activités des personnes assistées devrait permettre de recommander d'une manière automatique les règles d'assistance médicale et de confort directement liées au contexte de la personne assistée.

La majorité des systèmes de téléassistance dans le eSanté [8, 22] se basent sur un ensemble figé d'actions préconfigurées. Ces actions sont exécutées par une entité (locale ou distante) lorsqu'une situation précise est détectée. Malheureusement, l'étude des différentes activités possibles des personnes et de leurs degrés de dépendance qui changent, rend les situations concernées infinies. Les systèmes collaboratifs de recommandation représentent un enrichissement intéressant par rapport aux approches classiques qui sont basées sur une préconfiguration d'associations {règle, action}. L'approche collaborative permettrait de : (a) considérer des situations réelles et fréquentes (lorsque leurs scores sont élevés) ; (b) mieux comprendre des contextes globaux et leurs besoins (exemple l'évolution des besoins pour des profils similaires de personnes dépendantes, besoins liés à un secteur géographique, etc.); (c) partager (en préservant la vie privée [9]) des règles utiles servant à répondre -d'une manière personnalisée- à une variété de besoins et de préférences ou garantissant des alertes applicables à plusieurs contextes similaires.

KRAMER (*Kind of Reasoning that Abstracts Metasituations for Empowering Recommendations*) [16, 17] est un système qui permet à un utilisateur d'être alerté par des notifications dont le déclenchement dépend de la situation courante de l'utilisateur ainsi que de celle de ses proches. Ce service possède une dimension de média social car il permet à une personne quelconque de bénéficier -via un système de recommandation originale- de toutes les notifications introduites par l'ensemble des autres utilisateurs du service. L'approche développée introduit accessoirement une forme inédite de communication permettant à un utilisateur de partager sa situation avec ses proches. Dans le contexte de cette thèse, KRAMER représente un bon candidat pour les recommandations de règles d'aide à la dépendance pour des profils hétérogènes de personnes suivies.

Le travail de thèse inclut les aspects suivants :

1- Affiner la compréhension du contexte de la personne dépendante. L'approche proposée doit affiner les modèles abstraits de classification de la dépendance (tels que les groupes dans *AGGIR* et *SMAF*) et les échelles de

mesure/prévention de risques d'activités (tels que les échelles de *Norton*, *Braden* et *Doloplus*). La compréhension du contexte doit s'effectuer avec un raisonnement "global" sur la base des fonctionnalités élémentaires fournies par les différents capteurs de l'environnement de l'utilisateur.

2- Proposition d'un système collaboratif de recommandation de règles d'aide à la dépendance [17]. Les recommandations devront se baser sur les similarités des profils et des besoins affinés des personnes, tels qu'ils seront identifiés dans le point 1. Les règles de recommandation doivent faciliter l'aide à la dépendance vis à vis de la variété des activités BADL et IADL [11, 12, 13] d'une personne suivie.

3- Optimisation des échanges réseau et de la consommation d'énergie des différentes composantes du système proposé [14-15, 20]. Cette optimisation doit concerner les niveaux suivants: résidentiel (échange entre capteurs et nœuds central tel que la "home box") ; inter-utilisateurs (entre différentes résidences) ; entre le système de recommandation et les nœuds centraux.

4- Conception d'une extension du modèle KRAMER [17] dans le contexte de règles de e-Santé avec une préservation de la *privacy* des différents utilisateurs. La distribution des centres de recommandation doit assurer la fiabilité du système (en cas de défaillance) et assurer une aide en particulier lorsqu'il s'agit de situations urgentes.

## Bibliographie

- [1] Institut national de la statistique et des études économiques, <http://www.insee.fr>.
- [2] United Nations, Department of Economic and Social Affairs, <http://esa.un.org/unpd/wpp/>.
- [3] B. Blobel, P. Pharow et M. Nerlich, eHealth: Combining health telematics, telemedicine, biomedical engineering, and bioinformatics to the edge: global experts summit textbook. Amsterdam: IOS Press., 2008
- [4] Guide des valises de télémédecine ou autres moyens mobiles de télémédecine, CATEL <http://www.portailtelesante.org/article.php?sid=6751>, décembre 2011.
- [5] T. Lemlouma, S. Laborie et P. Roose: Toward a context-aware and automatic evaluation of elderly dependency in smart homes and cities. WOWMOM'13, pp. 1-6, 2013.
- [6] AGGIR (Autonomy Gerontology Iso-Resources Group) model. "The national standardized instrument determining the attribution of the specific dependence allowance in France," Minist. for Labour, Social Relations, the Family and Solidarity, Dec. 2008-821 (update of Dec- 2001-1084), Official J. of the French Gov.: JO of 21 august, 2008.
- [7] J. MORLIERE et M. HEIM, Evaluation Gérontologique Standardisée, intérêt et applications dans l'approche globale de la prise en charge des personnes âgées, apport de l'informatique dans son utilisation. Mémoire de Capacité de Gérontologie. Université de la méditerranée, Faculté de Médecine de Marseille, Octobre 2003.
- [8] M. D. Marco, F. Ricciardi et J. V. Brocke, Strategies and Solutions in eHealth: A Literature Review, Springer Journal on Critical Issues for the Development of Sustainable E-health Solutions Healthcare Delivery in the Information Age, pp 135-147, 2012.
- [9] N. Dong, H. Jonker et J. Pang, Challenges in eHealth: From Enabling to Enforcing Privacy, Lecture Notes in Computer Science Volume 7151, pp 195-206, 2012.
- [10] R. Hébert et al.: The Functional Autonomy Measurement System (SMAF): A clinical-based instrument for measuring disabilities and handicaps in older people. Journal of the Canadian Geriatrics Society, 4:141-147, 2001.
- [11] S. Katz et C. Akpom, A Measure of Primary Sociobiological Functions, Intl. Journal of Health Services, vol. 6, no. 3, pp. 493-508, 1976.
- [12] F. Mahoney et D.W. Barthel, Functional Evaluation: the barthel index, Maryland State Medical Journal 14(2), pp. 61-5, 1965.
- [13] M. Lawton et E. Brody, Assessment of Older People: self-maintaining and instrumental activities of daily living, Gerontologist, vol. 9, pp. 179-186, 1969.
- [14] D. Niyato, E. Hossain et S. Camorlinga, Remote Patient Monitoring Service Using Heterogeneous Wireless Access Networks: Architecture and Optimization, IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Volume:27 , Issue: 4, May 2009.
- [15] M. Bouet et G. Pujolle, RFID in eHealth systems: applications, challenges, and perspectives, Annals of telecommunications, Volume 65, Issue 9-10, pp 497-503, October 2010.
- [16] M. Szczerbak, F.Toutain, A. Bouabdallah, J-M. Bonnin, Collaborative Context Experience in a Phonebook.

- WAINA 2012: 26th International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops, 26-29 march 2012, Fukuoka, Japan, 2012, pp. 1275-1281
- [17] M. Szczerbak, F.Toutain, A. Bouabdallah, J-M. Bonnin, KRAMER - New Social Medium Based on Collaborative Recognition of Important Situations. The computer journal, september 2013
- [18] M. Szczerbak, Colloborative Situation Awareness. Thèse doctorat : Informatique, Institut Mines-Télécom-Télécom Bretagne-UEB, october 2013.
- [19] Athemium Solutions (Home Monitoring, Energy Saving, Life Automation..), <http://www.athemium.com>
- [20] H. Mshali, T. Lemlouma, D. Magoni, Context-Aware Adaptive Framework for e-Health Monitoring, the 11th IEEE International Conference on Green Computing and Communications (GreenCom 2015), Dec 2015, Sydney, Australia. Proceedings of the 11th IEEE Global Communications Conference, December 2015
- [21] H. Mshali, T. Lemlouma, D. Magoni, A Predictive Approach for Efficient e-Health Monitoring, the 17th IEEE Healthcom : e-Health Networking, Application & Services Conference, Oct 2015, Oct 2015, Boston, United States. 2015, Proceedings of the 17th IEEE e-Health Networking, Application & Services Conference, Oct 2015
- [22] T. Lemlouma, S. Laborie, P. Roose, A. Rachedi, K. Abdelaziz, mHealth Contents and Services Delivery and Adaptation Challenges for Smart Environments, Book Chapter, Chapter 17, pp. 295-314, Book : mHealth Multidisciplinary Verticals (752 pp.), ISBN 9781482214802, CRC Press (Taylor & Francis), November 2014
- [23] H. Mshali, T. Lemlouma, D. Magoni, Analysis of Dependency Evaluation Models for eHealth Services, GLOBECOM'14 - IEEE Global Communications Conference, 7 pp., December 8-12, 2014, Austin, TX, USA.
- [24] Zaineb Liouane, Tayeb Lemlouma, Philippe Roose, Frédéric Weis, Hassani Messaoud, A Genetic-based Localization Algorithm for Elderly People in Smart Cities, 19th ACM International Conference on Modeling, Analysis and Simulation of Wireless and Mobile Systems (MSWIM'16), November 2016, Malta. Proceedings of MSWIM 2016, Malta, 13-17 November, 2016.
- [25] Zaineb Liouane, Tayeb Lemlouma, Philippe Roose, Frédéric Weis, Hassani Messaoud, A Markovian-based Approach for Daily Living Activities Recognition, the International Conference on Sensor Networks (SENSORNETS'16), February 2016, Rome, Italy. Proceedings of the International Conference on Sensor Networks (SENSORNETS 2016), Rome, Italy, 19-21 February, 2016.
- [26] Rim Jouini, Tayeb Lemlouma, Karima Maalaoui, Leila Azzouz Saidan, Employing Grey Model forecasting GM(1,1) to historical medical sensor data towards system preventive in smart home e-health for elderly person, the 12th International Wireless Communications & Mobile Computing Conference (IWCMC 2016), Septembre 2016, Paphos, Chypre. Proceedings of the 12th International Wireless Communications & Mobile Computing Conference (IWCMC 2016), Paphos, Chypre, Septembre 5-9, 2016