



**HAL**  
open science

## Modèle d'apprentissage des habitudes pour la détection d'évènements à risques : Cas d'une expérimentation technologique en maisons partagées

Laura Maligne, Eric Campo, Adrien van den Bossche, Nadine Vigouroux, Frédéric Vella, Olivier Negro, Pierre Rumeau

### ► To cite this version:

Laura Maligne, Eric Campo, Adrien van den Bossche, Nadine Vigouroux, Frédéric Vella, et al.. Modèle d'apprentissage des habitudes pour la détection d'évènements à risques : Cas d'une expérimentation technologique en maisons partagées. Colloque National des Instituts Universitaires de Technologie (CNRIUT 2023), IUT Saint-Pierre, La Réunion, Jun 2023, Saint-Pierre, La Réunion, France. pp.1-3. hal-04296704

**HAL Id: hal-04296704**

**<https://hal.science/hal-04296704v1>**

Submitted on 20 Nov 2023

**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.

Public Domain

# Modèle d'apprentissage des habitudes pour la détection d'évènements à risques : Cas d'une expérimentation technologique en maisons partagées

---

Laura Maligne<sup>1,4</sup> Eric Campo<sup>1,2</sup> Adrien van den Bossche<sup>1,3</sup>  
Nadine Vigouroux<sup>3</sup> Frédéric Vella<sup>3</sup> Olivier Negro<sup>1</sup> Pierre Rumeau<sup>4</sup>

`laura.mlge@gmail.com eric.campo@univ-tlse2.fr vandenbo@univ-tlse2.fr  
vigouroux@irit.fr vella@irit.fr olivier.negro@univ-tlse2.fr rumeau.p@chu-toulouse.fr`

<sup>1</sup> IUT, Blagnac, Université Toulouse Jean Jaurès

<sup>2</sup> LAAS, UPR8001, CNRS, Toulouse

<sup>3</sup> IRIT, UMR5505, CNRS, Université Toulouse 3, Toulouse

<sup>4</sup> Laboratoire de Gérontechnologie La Grave, CHU Toulouse / CERPOP, Toulouse

**Thèmes** – Santé - Informatique - Électronique

**Résumé** – *Le travail présenté dans cet article a été réalisé par une équipe de recherche pluridisciplinaire dans le cadre d'un projet de recherche impliquant la plateforme Maison Intelligente située sur le campus de l'IUT de Blagnac. Ce travail mené en collaboration entre des laboratoires toulousains et le CHU de Toulouse en partenariat avec l'association ASF (Ages Sans Frontière) a consisté à déployer sur un lieu de vie, de 2 maisons partagées par des personnes âgées, un réseau de capteurs ambiants qui fournit des données d'observation objective pour l'analyse des comportements individuels et collectifs. Cet article présente l'architecture technologique conçue et testée sur la plateforme Maison Intelligente puis déployée sur site réel. L'analyse des données exploite les techniques d'apprentissage des comportements habituels et la détection de leurs dérives au cours du temps. Les résultats obtenus sur plusieurs mois de suivi mettent en exergue la relation entre les dérives constatées sur les modèles et des événements survenus comme les chutes ou retours d'hospitalisation. Un exemple de résultat significatif est montré et discuté.*

**Mots-Clés** – *Apprentissage du comportement actimétrique, réseau de capteurs ambiants, personnes âgées fragiles, habitats partagés.*

## 1 Introduction

Le mode d'habiter des personnes âgées fragiles et seules ainsi que la place des innovations numériques et technologiques au sein des établissements et des services dédiés aux personnes âgées [1] sont au cœur des préoccupations actuelles dans le champ de l'autonomie. L'équipe de chercheurs pluridisciplinaires de la plateforme Maison Intelligente de Blagnac (MIB)<sup>1</sup> a initié une collaboration avec l'association Ages Sans Frontière ASF (acteur majeur de l'économie sociale et solidaire dans le Tarn) et le Gérontopôle/CHU de Toulouse pour identifier les besoins des personnes cohabitant dans une Maison Partagée (MP)<sup>2</sup>. Les MP sont un concept décliné sous plusieurs formes en Europe [2]. Les 2 MP considérées ont 6 habitants chacune. Ces habitants ont, préalablement à l'étude ici rapportée, déjà participé à une analyse de besoins menée par l'équipe de chercheurs de la MIB [3]. L'étude présentée vise à structurer la plateforme technique d'un suivi longitudinal des comportements en collaboration avec ASF et le Gérontopôle. Cette étape de faisabilité concerne ici la mesure objective de la mobilité, et des entrées/sorties de chaque résident. Un des verrous étudiés est la combinaison de ces mesures pour en dégager des habitudes, des signes inhabituels et des indicateurs d'un changement de comportement. Dans ce papier, nous montrons les premiers résultats obtenus sur la modélisation des habitudes de mobilité basés sur les capteurs de mouvement.

## 2 Méthodologie

Le projet a suivi un processus méthodologique déjà éprouvé [4] par l'équipe de chercheurs et approuvé par le comité éthique de la recherche de Toulouse (2022-469). Il débute par une visite sur site pour rencontrer les résidents afin de leur présenter les objectifs du projet et procéder à la lecture et signature de la lettre d'information et du formulaire de consentement. Cette présentation est réalisée sous la forme d'un atelier participatif. On procède ensuite à l'installation des capteurs et à leurs tests de fonctionnement. Puis c'est l'observation longitudinale.

## 3 Infrastructure technologique

L'infrastructure complète a été conçue et testée dans un premier temps en environnement contrôlé au sein de la Maison Intelligente de Blagnac. Au total, ce sont 44 capteurs qui sont distribués recueillent les données d'activité dans les espaces privés et communs. Il s'agit de capteurs de mouvement infrarouge passifs, de contact d'ouverture de porte et de d'utilisation des 2 télévisions, communicant selon le protocole sans fil Z-Wave, le tout relié à un Raspberry Pi par chambre. Les Raspberry Pi

envoient leurs données journalières via le Wi-Fi de la maison (Figure 1) sur un ordinateur local. Cet ordinateur est connecté à un serveur de données sécurisé SFTP localisé en laboratoire, via la connexion ADSL de la MP. Un cahier d'observation des événements observés (chute, toux, non présence dans la MP, etc.) mis à jour par le personnel de suivi (gouvernants des MP) vient compléter les sources de données. Chaque lieu privatif est identifié par un numéro aléatoire et seulement connu des responsables scientifiques du projet.

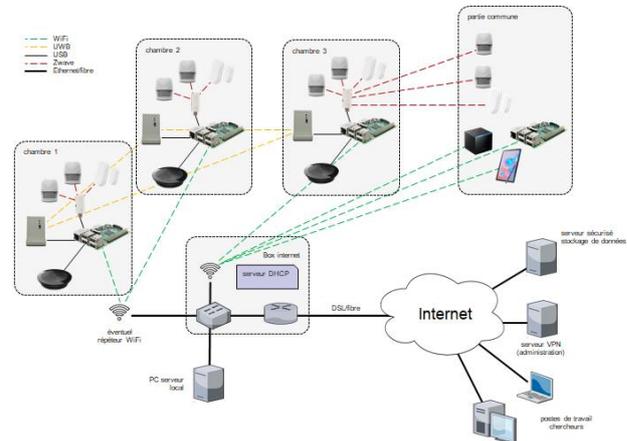


Figure 1 – Architecture globale déployée au sein des MP.

Les données recueillies sont incrémentées dans une base de données structurée ad hoc. La récupération des données dans des tables et l'uniformisation des pas de temps ont été effectuées sous Python. Enfin, des outils de monitoring de l'infrastructure ont été déployés (collectd, smokeping) afin d'en vérifier le bon fonctionnement à distance et un portail web chiffré et protégé par mot de passe a été développé pour permettre aux chercheurs de se connecter simplement.

## 4 Elaboration et représentation des modèles

Les données utilisées dans ce papier pour chaque pièce privative concernent uniquement les mouvements dans la chambre et dans la salle de bain, l'ouverture/fermeture de la porte menant à la chambre. Pour les lieux communs, nous disposons des mouvements dans la cuisine et dans le salon, de l'ouverture/fermeture de la porte d'entrée de la maison. Nous exploitons ces données sous forme de séries temporelles : pour chacune des pièces nous établissons un modèle avec des patrons qui se répètent selon la périodicité des données.

Le prétraitement comporte 3 phases : le nettoyage des données, la correction des valeurs manquantes et la normalisation des données. Deux types de détection sont mis en œuvre. Le suivi temps réel des indicateurs d'activités suivant des tranches horaires (taux de présence dans une pièce, fréquence de mouvement, nombre d'entrée/sortie...), basé sur des seuils prédéfinis ou moyennés pendant une période d'apprentissage, permet

<sup>1</sup> <http://mi.iut-blagnac.fr>

<sup>2</sup> <https://www.agessansfrontieres.fr/>

de détecter des évènements critiques appelant une intervention très rapide (chute, absence, agitation...). Le suivi longitudinal basé sur la dérive temporelle des modèles comportementaux individuels permet la détection de modifications progressives. Contrairement au modèle statique qui n'évolue pas une fois appris, sur une période de référence, nous avons choisi un modèle dynamique qui lui évolue continuellement via un moyennage des observations par fenêtre glissante sur 7 jours et est mis à jour quotidiennement. Une évolution significative du modèle au cours du temps est un indicateur d'une modification des habitudes d'activité et donc de comportement. Nous avons voulu le mettre en évidence sur des cas recensés d'évènements singuliers.

## 5 Résultats

La Figure 2 représente le modèle dynamique d'une résidente qui a chuté dans sa salle de bain le matin du 16 mai 2022.

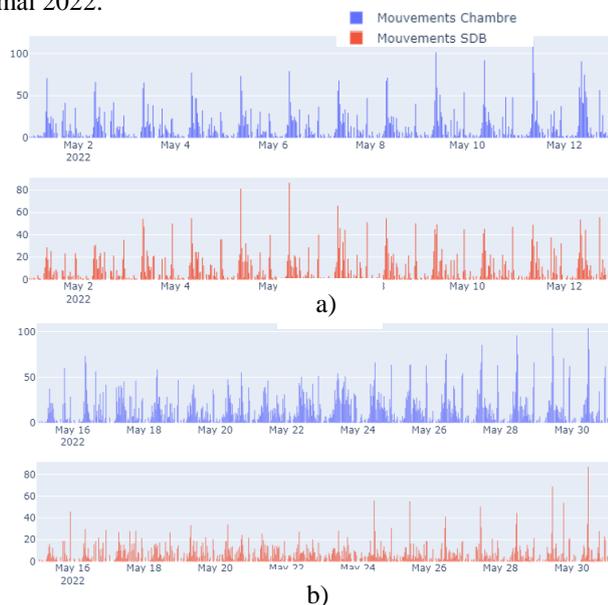


Figure 2 –Modèle dynamique avant a) et après la chute b) (SDB : salle de bains)

Elle est ensuite restée à la MP durant une quinzaine de jours avant d'être hospitalisée le 3 juin 2022 en raison d'une fracture au bassin. Son retour à la MP s'est effectué le 20 juin 2022. Nous remarquons que suite à la chute, l'activité dans la chambre augmente progressivement. Cela peut indiquer une difficulté dans les déplacements en dehors du lieu individuel et donc un isolement involontaire. Les cinq sous-séquences du modèle dynamique (Figure 3) montrent une évolution notable de l'activité. Les modèles A et B représentent le comportement habituel de la résidente avant sa chute. Les graphes C et D représentent respectivement l'activité moyenne au jour qui a suivi la chute et celle un peu plus d'une semaine après. Nous remarquons que le patron a changé : le pic d'activité en matinée est légèrement décalé

(autour de 10h au lieu de 9h avant) et le mouvement dans la chambre l'après-midi semble régulier ce qui indique une personne qui reste dans sa chambre, potentiellement du fait d'une mobilité réduite et plus difficile pouvant causer un isolement. Enfin, le graphe E montre la moyenne d'activité une semaine après le retour de la résidente à la MP suite à son hospitalisation. Nous retrouvons un patron similaire aux deux premiers jours avec moins de concentration des mouvements dans la chambre lors des après-midis. Nous pouvons supposer qu'il y a eu un retour à la normale et donc un rétablissement de la résidente ce qui a été attestée par le cahier d'observation du personnel.

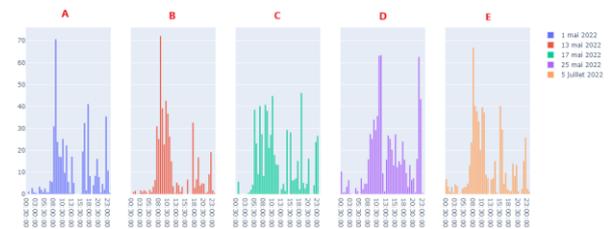


Figure 3 – Sous-séquences du modèle dynamique

## 6 Conclusions

Nous avons montré qu'en s'appuyant sur une étape préparatoire en environnement contrôlé, il était faisable de porter une infrastructure de monitoring complète sur site réel. Nous avons mis en évidence dans le cas d'une chute des changements comportementaux par évolution des modèles d'activité. Un travail en cours porte sur l'utilisation des algorithmes de classification non-supervisées K-means et DBSCAN à l'identification automatique des déviations en amplitude ou rythme chronologique pour prédire un risque d'évènement.

## 7 Remerciements

Les auteurs expriment leur gratitude à ASF pour le financement du matériel ainsi que les résidents de la MP de Brens (81) pour leur participation au projet.

## Références

- [1] J.P Aquino, M. Bourquin, *Les innovations numériques et technologiques dans les établissements et services pour personnes âgées*, Rapport de la filière Silver économie, 2019.
- [2] P. Rumeau, N. Vigouroux, E. Campo, E. Bougeois, F. Vella, A. Van Den Bossche, T. Val, J. Ancilotto, *Technological Services in Shared Housing: Needs Elicitation Method from Home to Living Lab*, IRBM, 42(2), 2021, p. 73-82
- [3] A. Labit. *Habiter et vieillir en citoyens actifs : regards croisés France-Suède*, La doc. française, 65, 2013, p. 101-120
- [4] N. Vigouroux, F. Vella, D. Istrate, E. Campo, L. Caroux, N. Lompre, P. Gorce, J. Jacquier-Bret, N. Pinede, M. Sacher, A. Serpa, A. Van den Bossche, *Multimodal observation method of digital accessibility for elderly people*, IRBM, 42(3), 2021, p. 135-145.