

	Compte-rendu de fin de projet	

--

Projet ANR-13-TECS-00XX SAFE (Safe and Easy Environment for Alzheimer's disease) Programme TecSan 2013
--

A	IDENTIFICATION.....	2
B	RESUME CONSOLIDE PUBLIC	3
B.1	Instructions pour les résumés consolidés publics	3
B.2	Résumé consolidé public en français	3
B.3	Résumé consolidé public en anglais.....	5
C	MEMOIRE SCIENTIFIQUE.....	6
C.1	Résumé du mémoire	6
C.2	Enjeux et problématique, état de l'art	7
C.3	Approche scientifique et technique.....	7
C.4	Résultats obtenus	9
C.5	Exploitation des résultats.....	11
C.6	Discussion	11
C.7	Conclusions.....	12
D	LISTE DES LIVRABLES.....	13
E	IMPACT DU PROJET	13
E.1	Indicateurs d'impact	13
E.2	Liste des publications et communications.....	14
E.3	Liste des éléments de valorisation	17
E.3	Bilan et suivi des personnels recrutés en CDD (hors stagiaires)	18

A IDENTIFICATION

Acronyme du projet	SafEE
Titre du projet	Safe & Easy Environment for Alzheimer's disease and related disorders
Coordinateur du projet (société/organisme)	Renaud DAVID CMRR - Nice University Hospital (CHUN)
Période du projet (date de début – date de fin)	12/2013 05/2017
Site web du projet, le cas échéant	http://safee.cmrr-nice.fr/

Rédacteur de ce rapport	
Civilité, prénom, nom	Auriane Gros.
Téléphone	0661437170
Adresse électronique	auriane.safee@live.fr gros.a2@chu-nice.fr
Date de rédaction	03/04/2018

Si différent du rédacteur, indiquer un contact pour le projet	
Civilité, prénom, nom	
Téléphone	
Adresse électronique	

Liste des partenaires présents à la fin du projet (société/organisme et responsable scientifique)	INRIA, équipe STARS/ François BREMOND Solar Games/ Leon Chicheportiche Aroma Therapeutics/ Laurent MOY
---	--

B RESUME CONSOLIDE PUBLIC

B.1 INSTRUCTIONS POUR LES RESUMES CONSOLIDES PUBLICS

B.2 RESUME CONSOLIDE PUBLIC EN FRANÇAIS

Plateforme connectée pour un environnement sécurisé.

Titre 1 : Evaluation et prise en charge automatisée des troubles cognitifs et comportementaux chez les patients à risque ou souffrant de la maladie d'Alzheimer.

Paragraphe 1 : (environ 1200 caractères espaces compris)

Partout dans le monde, la prévalence croissante des troubles liés à l'âge, tels que la maladie d'Alzheimer (MA) et la fragilité, ainsi que son impact sur le déclin fonctionnel, remettent en question la durabilité des systèmes de santé. Dans le domaine de la MA et des troubles associés, les technologies de l'information et de la communication (TIC) ont montré des résultats prometteurs pour l'évaluation et la prise en charge des troubles fonctionnels et comportementaux. Le projet SafEE (Safe Easy Environment) est un projet collaboratif franco-taïwanais qui a visé à développer une plateforme connectée basée sur les TIC et capable de détecter, évaluer et prendre en charge, par le biais de solutions non pharmacologiques personnalisées, différents troubles cognitifs et comportementaux.

L'innovation du projet réside dans une nouvelle approche méthodologique pour prendre en charge les personnes âgées, basée sur une utilisation innovante des TIC basée sur l'association de l'évaluation et de l'intervention pour des modèles cognitifs et comportementaux spécifiques. Les résultats de cet essai auront des implications importantes pour de futures interventions dans le cadre de la prise en charge et de la prévention de la maladie d'Alzheimer que ce soit en France ou à Taiwan.

Titre 2 : Mise en place d'une plateforme associant des capteurs RGB-D et des objets connectés en EHPAD et au domicile des patients.

Paragraphe 2 : (environ 1200 caractères espaces compris)

Le développement de la plateforme SafEE a nécessité différentes étapes de développement. La collaboration entre les cliniciens et les chercheurs en France et à Taiwan a ainsi permis de développer des algorithmes robustes et de proposer une interface de visualisation aux équipes soignantes des troubles diurnes et nocturnes dans les deux pays.

Les interventions non médicamenteuses développées, afin de répondre aux troubles cognitifs et comportementaux détectés, étaient constituées de musicothérapie, d'aromathérapie et serious games. A cet effet, plusieurs solutions et objets connectés ont été développés de façon à ce qu'ils puissent être actifs de manière automatisée. L'automatisation exigeant un niveau de performance suffisant des algorithmes de reconnaissance d'activité, nous avons procédé au cours des premières expérimentations à une activation programmée. A la fin des expérimentations la diffusion des stimulations non pharmacologiques était autonome.

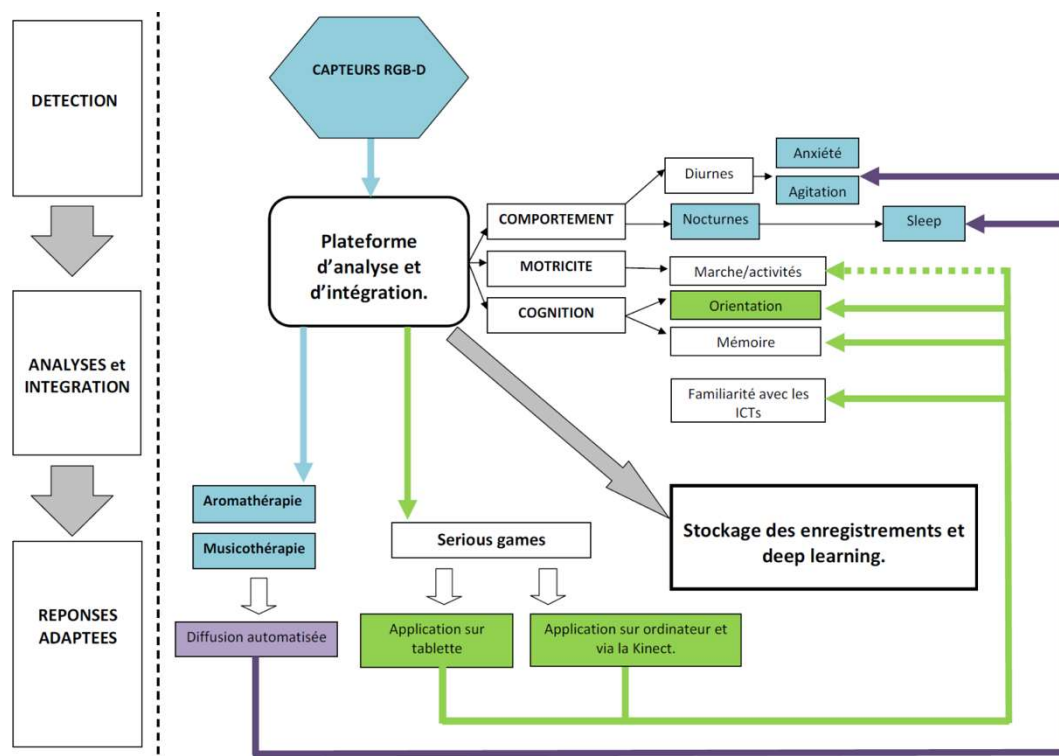
Résultats majeurs du projet (environ 600 caractères espaces compris)

Ce projet a permis de mettre au point une plateforme communicante entre la reconnaissance automatique d'activité et les solutions non-pharmacologiques élaborées. Cette plateforme est ainsi capable de 1) fournir aux professionnels soignants des retours continus sur des événements à risques immédiats et à long terme ; 2) combiner automatiquement une évaluation immédiate à des interventions non-pharmacologiques pouvant agir sur les troubles détectés ; 3) obtenir des éléments pertinents dans le cadre d'un diagnostic précoce à domicile des personnes fragiles à risque de développer une maladie d'Alzheimer.

Production scientifique et brevets depuis le début du projet (environ 500 caractères espaces compris)

Différents types de communications orales et écrites ont été réalisées pour promouvoir les résultats obtenus dans le cadre de ce projet. Le projet SafEE comportant à la fois des innovations technologiques et cliniques, des productions scientifiques ont été effectués dans ces deux domaines. De même, les objets connectés développés par le biais de la mise en place de cette plateforme ont pu être source de brevets.

Illustration



Informations factuelles

Le projet SafEE est un projet de recherche sur les nouvelles technologies en santé coordonné par le CHU de Nice. Il associe des partenaires français et Taïwanais comportant des cliniciens (CHUN, CoBTeK, TVGH, NCKUH), des laboratoires de recherche (INRIA, SMILE, NCKU) et des partenaires industriels (AromaThérapeutics, Solar Games). Les partenaires comportent des cliniciens (TVGH, NCKUH) et des ingénieurs de recherche. Le projet a commencé en décembre 2013 et a duré 42 mois. Il a bénéficié d'une aide ANR de 611 508,82 € pour un coût global de l'ordre de 1 158 726,00 € »

B.3 RESUME CONSOLIDE PUBLIC EN ANGLAIS

Connected platform for a safe environment

Title 1: Assessment and automated care of cognitive and behavioral disorders in patients at risk of or suffering from Alzheimer's disease.

Paragraph 1:

All over the world, the increasing prevalence of age-related disorders, such as Alzheimer's disease (AD) and frailty, as well as its impact on functional decline, is challenging the sustainability of health systems. In the field of AD and related disorders, information and communication technologies (ICTs) have shown promising results for the assessment and care of cognitive and behavioral disorders. The SafEE project (Safe Easy Environment) is a Franco-Taiwanese collaborative project that aims to develop a connected platform based on ICT and capable to detect, assess and treat, through personalized non-pharmacological solutions, various cognitive and behavioral disorders.

The project's innovation lies in a new methodological approach to caring for the elderly, based on an innovative use of ICT based on the combination of assessment and care for specific cognitive and behavioral models. The results of this trial will have important implications for future interventions in the treatment and prevention of Alzheimer's disease, in France or Taiwan.

Title 2: Development of a platform associating RGB-D sensors and connected objects in nursing homes and patients' homes.

Paragraph 2:

The development of the SafEE platform required different stages of development. Collaboration between clinicians and researchers in France and Taiwan led to the development of robust algorithms and the delivery of a graphical user interface to day-care teams in both countries.

The non-pharmacological interventions developed to respond to the detected cognitive and behavioral disorders consisted of music therapy, aromatherapy and serious games. For this purpose, several solutions and connected objects were developed that can be activated automatically. Since automation requires a sufficient level of performance of the activity recognition algorithms, during the first experiments we carried out a programmed activation. At the end of the experiments the delivery of the non-pharmacological stimulations became automatic.

Major results of the project:

This project made it possible to develop a communicating platform between the automatic recognition of activity and the non-pharmacological solutions developed. This platform is thus able to 1) provide healthcare professionals with continuous feedback on immediate and long-term risk events; 2) Automatically combine an online assessment with non-pharmacological interventions that can act on the detected disorders; 3) obtain relevant information in the context of an early diagnosis at home of frail people at risk of developing Alzheimer's disease.

Scientific work and patents since the beginning of the project

Various types of oral and written communications were delivered to promote the results achieved in this project. The SafEE project, which includes both technological and clinical innovations, resulted in relevant scientific works in these two fields. Similarly, the connected objects developed through the implementation of this platform could be source of patents.

Factual information

The SafEE project is a research project on new technologies in health coordinated by the University Hospital of Nice. It brings together French and Taiwanese partners with clinicians (CHUN, CoBTeK, TVGH, NCKUH), research laboratories (INRIA, SMILE, NCKUH) and industrial partners (AromaThérapeutiques,

Solar Games). The project started in December 2013 and lasted 42 months. He received ANR assistance of € 611,508.82 for an overall cost of € 1,158,726.00.

C MEMOIRE SCIENTIFIQUE

Mémoire scientifique confidentiel : non

C.1 RESUME DU MEMOIRE

Partout dans le monde, la prévalence croissante des troubles liés à l'âge, tels que la maladie d'Alzheimer (MA) et la fragilité, ainsi que son impact sur le déclin fonctionnel, remettent en question la durabilité des systèmes de santé. Dans le domaine de la MA et des troubles associés, les technologies de l'information et de la communication (TIC) ont montré des résultats prometteurs pour l'évaluation et la prise en charge des troubles fonctionnels et comportementaux. Le projet SafEE (Safe Easy Environment) est un projet collaboratif franco-taïwanais qui a visé à développer une plateforme connectée basée sur les TIC et capable de détecter, évaluer et prendre en charge, par le biais de solutions non pharmacologiques personnalisées, différents troubles cognitifs et comportementaux.

L'innovation du projet réside dans une nouvelle approche méthodologique pour prendre en charge les personnes âgées, basée sur une utilisation innovante des TIC basée sur l'association de l'évaluation et de l'intervention pour des modèles cognitifs et comportementaux spécifiques. Les résultats de cet essai auront des implications importantes pour de futures interventions dans le cadre de la prise en charge et de la prévention de la maladie d'Alzheimer. Le développement de la plateforme SafEE a nécessité pour commencer de détecter automatiquement des événements définis comme d'intérêt en EHPAD et au domicile des patients. A la différence d'autres systèmes logiciels, il est difficile de connaître les performances exactes des algorithmes de reconnaissance d'activité face à la grande variabilité des situations possibles. Afin de pouvoir dégager des algorithmes propres à la réalité-terrain et avec le plus de précision possible, les cliniciens ont ainsi annoté sur les vidéos les événements qu'ils ont perçus en utilisant un langage spécifiquement dédié à cet effet.

Les interventions non médicamenteuses développées, afin de répondre aux troubles cognitifs et comportementaux détectés, étaient constituées de musicothérapie, d'aromathérapie et serious games. A cet effet plusieurs solutions et objets connectés ont été développées de façon à ce qu'ils puissent être actifs de manière automatisée. L'automatisation exigeant un niveau de performance suffisant des algorithmes de reconnaissance d'activité, nous avons procédé au cours des premières expérimentations à une activation programmée. A la fin des expérimentations la diffusion des stimulations non pharmacologiques était autonome.

Ce projet a permis de mettre au point une plateforme communicante entre la reconnaissance automatique d'activité et les solutions non-pharmacologique élaborées. Cette plateforme est ainsi capable de 1) fournir aux professionnels soignants des retours continus sur des événements à risques immédiats et à long terme ; 2) combiner automatiquement une évaluation immédiate à des interventions non-pharmacologiques pouvant agir sur les troubles détectés ; 3) obtenir des éléments pertinents dans le cadre d'un diagnostic précoce à domicile des personnes fragiles à risque de développer une maladie d'Alzheimer.

Cette plateforme a été mise en place en France et à Taiwan. Les avancées technologiques ont été partagées et ont permis d'optimiser les résultats obtenus. Au final, la plateforme a pu être

mise en place dans les deux pays et a montré une bonne acceptabilité des équipes soignantes ainsi que des patients.

C.2 ENJEUX ET PROBLEMATIQUE, ETAT DE L'ART

La population âgée devrait augmenter considérablement au cours des 20 prochaines années, tant en Europe qu'en Asie. D'ici 2050, le nombre de personnes âgées de plus de 65 ans augmentera de 70% et le nombre de personnes âgées de plus de 80 ans augmentera de 170%. Environ la moitié de la population de plus de 75 ans présente des déficiences dans la vie quotidienne et a donc besoin d'un niveau élevé de soins. Ceci est compliqué lorsque la structure de la famille devient plus mobile en raison des exigences professionnelles actuelles. Associée au vieillissement de la population, la prévalence de la maladie d'Alzheimer (MA), actuellement estimée à 35 millions de personnes atteintes de démence dans le monde, passera à 65,7 millions en 2030 et 115,4 millions en 2050. La MA est associée au déclin cognitif ainsi qu'aux changements de comportement et à la perte d'autonomie pour les activités de la vie quotidienne. Bien qu'il n'existe pas encore de traitement curatif pour la MA, la détection et la prise en charge précoce peut retarder l'institutionnalisation et ralentir les troubles cognitifs et comportementaux. Les déficiences liées à l'âge comprennent des changements comportementaux fréquents et constituent un fardeau important pour les soignants et les aidants. Parmi ceux-ci, les troubles diurnes (comportements agités ou apathiques) et nocturnes (troubles du sommeil avec réveils fréquents) sont souvent observés. Les technologies de l'information et de la communication (TIC) sont actuellement omniprésentes dans notre vie quotidienne et sont conçues pour faciliter les activités quotidiennes. En parallèle, le déploiement des TIC dans l'environnement médical augmente également pour améliorer l'évaluation clinique des sujets âgés mais aussi pour proposer des options thérapeutiques capables de réduire les ressources humaines requises par le vieillissement de la population. Une limite actuelle à la généralisation de ces technologies est néanmoins que les personnes âgées restent généralement moins familiarisées que d'autres avec l'utilisation de ces nouvelles technologies.

Au regard de cet état de l'art, le projet SafEE a visé à développer une plateforme connectée permettant une meilleure détection et prise en charge des troubles comportementaux et cognitifs et à évaluer la faisabilité de sa mise en place en EHPAD et au domicile des patients souffrant ou à risque de développer une MA. Ce projet a permis une collaboration étroite entre les ingénieurs et cliniciens et entre les équipes française et taiwanaise que ce soit à travers les réunions mises en place ou les conférences ou publications partagées. L'accent a été mis plus particulièrement sur l'évaluation et la prise en charge des troubles comportementaux diurnes et nocturnes, notamment les troubles du sommeil en EHPAD et l'anxiété et l'apathie au domicile des patients souffrant de fragilité cognitive.

C.3 APPROCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

La mise en place de la plateforme SafEE a exigé en amont des développements techniques et scientifiques majeurs que ce soit dans les technologies d'évaluation ou de prise en charge non-pharmacologique.

Reconnaissance automatique d'activités.

Au niveau de l'évaluation, la reconnaissance automatique d'activité via les capteurs RGB-D nous a paru particulièrement intéressante pour une analyse dynamique et continue des troubles émotionnels comportementaux.

Nos efforts se sont axés plus particulièrement sur les troubles comportementaux qui représentent le fardeau le plus important que ce soit pour les soignants en EHPAD ou les aidants à domicile mais qui font aussi partie des premiers symptômes de la MA (à l'image de l'apathie). En EHPAD, étant donné le peu de temps passé en chambre par les patients, nous avons cherché à détecter des événements propres à la qualité du sommeil (heures effectives de sommeil, réveils nocturnes) afin d'apporter une mesure objective des troubles du sommeil. La détection automatique de ces derniers nous ont paru également particulièrement intéressant dans le sens où près de 44% des personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer présentent des troubles du sommeil et qu'il a été démontré qu'un sommeil de mauvaise qualité et des siestes à répétition faisaient partie des premiers symptômes de la maladie d'Alzheimer (Ju et al., 2013). A domicile, nous nous sommes particulièrement intéressés aux comportements de type anxieux (gestes répétitifs, gestes parasites), à l'apathie (locomotion, gestes avec buts) et à l'agitation (revenir sur ses pas, locomotion).

Différentes étapes de développement en France et à Taiwan ont ainsi permis de développer des algorithmes robustes et de proposer une interface de visualisation aux équipes soignantes des troubles diurnes et nocturnes dans les deux pays. Un rapport sur le développement des algorithmes et sur les interfaces de visualisation est présenté en **annexe 1**.

Solutions non-médicamenteuses.

Les interventions non médicamenteuses développées afin de répondre aux troubles détectés étaient constituées de musicothérapie, d'aromathérapie et serious games. A cet effet plusieurs solutions et objets connectés ont été développés de façon à ce qu'ils puissent être actifs de manière automatisée lors de la reconnaissance de symptômes touchant la composante comportementale émotionnelle. L'automatisation exigeant un niveau de performance suffisant des algorithmes de reconnaissance d'activité, nous avons procédé au cours des premières expérimentations à une activation programmée. Ainsi nous visualisions les événements au cours de la première semaine, définissions les moments d'agitation ou d'apathie les plus redondants, et diffusions en conséquence durant le reste du suivi.

En aromathérapie, un dispositif connecté muni d'une interface utilisateur a été conçu (partenaire : Aroma Therapeutics). Les mélanges d'huiles essentielles sont intégrées au sein de ce dispositif dans des capsules remplies de perles de polymères et répondent aux besoins spécifiques définis au niveau des troubles d'intérêt (anxiété, troubles du sommeil, agitation). Nos partenaires en serious games (Solar Games) ont développé dans le cadre de cette étude deux applications différentes, l'une destinée aux patients atteints de la maladie d'Alzheimer en EHPAD et l'autre destinée aux patients présentant une fragilité cognitive à domicile. La première application est un JukeBok interactif qui permet, tout en mobilisant la motricité par l'interface avec la Kinect, de jouer de la musique de façon ludique. La seconde application consiste en un entraînement cognitif développé sur tablette Android et qui vise à stimuler, via six mini-jeux, la mémoire auditive, la mémoire visuelle, la mémoire sémantique, l'attention visuelle et l'attention sélective.

Enfin, en musicothérapie, nous avons utilisé des séquences développées par notre partenaire Music Care qui sont basées sur une séquence musicale standardisée de vingt minutes. Ces séquences, selon leur découpage, permettent soit de stimuler le patient soit de réduire son anxiété. En effet la séquence en « L » aide progressivement à réduire l'anxiété par une

réduction du tempo musical, de la taille de l'orchestre, des fréquences et du volume. Alors que la séquence en J, par une augmentation du tempo, des instruments, de la fréquence et du volume permet de stimuler le patient.

Un rapport sur les solutions technologiques développées et leurs avancées au cours du projet est disponible **en annexe 2**.

C.4 RESULTATS OBTENUS

Evaluation automatisée par le biais de la reconnaissance automatique d'activités :

(livrables 1.1, 1.2, 2.1, 2.2, 2.3, 4.1, 4.2, 4.3)

Afin de parvenir à une évaluation automatisée des comportements diurnes et nocturnes à domicile et en EHPAD, plusieurs techniques complémentaires ont été développées en France et à Taiwan telles que :

-L'analyse de modèle basée sur l'angle d'Euler: à partir d'un dispositif basé sur un capteur inertiel, nous avons développé une analyse de modèle de marche plus fiable basée sur l'analyse d'angle d'Euler. Ce type d'analyse a permis d'augmenter la précision de détection de 94% à 99%, et de réduire le taux d'erreur de 0,43 à 0,31.

-L'analyse de l'équilibre : à partir d'un dispositif portable différents paramètres basés sur la vitesse d'oscillation du corps dans les directions antéro-postérieure (AP) et médiale-latérale (ML) ont été développés. Les algorithmes développés comprenaient 12 caractéristiques liées à l'inertie, 19 caractéristiques liées à la démarche, et 2 caractéristiques liées à l'équilibre.

-L'analyse du comportement nocturne: dans le cadre de ce projet différents algorithmes permettant de comprendre les comportements nocturnes (tels que la qualité de sommeil et la fréquence de sortie du lit) ont été développés.

Ce développement a nécessité différentes phases. L'une des étapes majeures a notamment été d'analyser la précision des algorithmes développés. Une des principales problématiques techniques a été le débranchement des appareils de diffusion (olfactive ou sonore) au cours de l'expérimentation par le personnel d'entretien ou des problèmes de définition des images recueillies par les capteurs.

La précision de la reconnaissance d'activité a ainsi été évaluée sur les frames de suffisamment bonne qualité. Cette précision a évolué tout au long du projet. Nous présentons un rapport sur les résultats et les évolutions de ces derniers pour les comportements diurnes et nocturnes en **annexe 3**.

Rapport sur le système global développé (acceptabilité et performance) :

(livrables 3.2, 3.3, 4.4, 5.2, 5.3)

Acceptabilité du système par les équipes soignantes en EHPAD.

Afin de tester l'acceptabilité de la mise en place de cette plateforme nous avons interrogé le personnel soignant de l'EHPAD à différents temps de l'expérimentation (T=6). Le personnel interrogé (N=7) était constitué du médecin coordinateur, de l'infirmier, de la psychologue et de quatre aides-soignantes (deux de jour et deux de nuit).

Au niveau de la charge de travail, le personnel soignant a signalé une réduction de la charge de travail entre T1 (début de l'expérimentation) et T6 (fin de l'expérimentation) avec un passage d'un score de 9.8 en moyenne avec un écart-type de 8.1 à un score de 9 en moyenne avec un écart-type de 11.7. Néanmoins cette réduction n'a pas montré de différence statistiquement significative ($p=0,625$).

Le premier questionnaire proposé à l'équipe soignante était composé de cinq questions (composées elles-mêmes de différents choix) pour lesquelles le personnel devait répondre par un chiffre de 1 à 3 (1 : peu à pas adapté ; 2 : adapté ; 3 : très adapté).

En recueillant les réponses du personnel à la fin de l'expérimentation (T6), il ressort que, selon eux :

- L'interface est tout à fait adaptée pour les patients présentant une maladie d'Alzheimer mais également pour les accompagnants familiaux et les professionnels de santé.
- Les cibles de l'interface qui sont, selon eux, les plus adaptées sont l'agitation, la cognition et la sécurité et celles les moins adaptées sont l'apathie et les interactions sociales.
- L'interface est tout à fait adaptée à la stimulation et à l'évaluation du patient, mais est peu adaptée à la rééducation du patient.
- Elle est tout à fait adaptée que ce soit à domicile, dans les accueils de jours, en EHPAD ou dans les hôpitaux.
- Elle doit être utilisée tous les jours et n'est pas adaptée à une fréquence moindre.

Le deuxième questionnaire proposé était constitué de questions fermées à choix unique oui-non. A la fin de l'expérimentation le personnel soignant a estimé que l'interface permettait de mieux évaluer les capacités du patient et de ces troubles, qu'elle était adaptée aux capacités du patient, qu'elle permettait d'élever le bien-être du patient, qu'elle était simple d'utilisation, qu'elle permettait une stimulation multimodale du patient, qu'elle permettait d'être plus serein face à la sécurité du patient, qu'elle réduisait la pression psychologique engendrée par le travail, qu'elle améliorait la qualité de travail, qu'elle ne nécessitait pas de formations au préalable et qu'elle n'empêchait pas les interactions naturelles avec les autres patients.

L'ensemble du personnel soignant a noté l'interface 9/10 à la fin de l'expérimentation, la note était de 8/10 au début de l'expérimentation.

Il a été relevé une différence en France et à Taiwan quant à la réduction de la charge de travail. En effet, en France, le personnel soignant a estimé que la plateforme ne permettait pas de baisser leur charge de travail alors qu'à Taiwan les soignants ont indiqué l'inverse.

Il est à noter également qu'à Taiwan les médecins ont souligné l'intérêt de cette plateforme comme aide pour la prescription médicamenteuse.

Performance du système sur les scores cognitifs et comportementaux en EHPAD.

En EHPAD une évaluation de l'amélioration des performances cognitives et comportementales a été effectuée sur six patients. Ces patients ont été suivis durant trois mois par les capteurs RGB-D et ont eu trois évaluations neuropsychologiques et neuropsychiatriques, au début, au milieu et à la fin de l'expérimentation.

Les résultats ont ainsi pu mettre en évidence :

- une réduction des symptômes neuropsychiatriques relevés au sein du NPI.
- une diminution de l'apathie (via l'Inventaire Apathie).
- une amélioration des fonctions cognitives issues de la BREF.
- mais une augmentation des scores de dépression et de solitude (MADRS et échelle de solitude).

Dans la perspective de continuer ce projet en réalisant une étude d'efficacité, nous avons procédé à un calcul du nombre de sujets nécessaires pour mettre en évidence un effet significatif des interventions non-pharmacologiques sur les composantes comportementales et cognitives. Cela a permis de mettre en évidence que seulement 17 patients devraient être inclus pour montrer des différences significatives à la BREF (et 22 à une puissance de 90%).

Performance du système sur les troubles comportementaux à domicile.

À domicile nous nous sommes également intéressés à l'évolution des troubles comportementaux détectés par les capteurs RGB-D aux trois temps de l'expérimentation. Ces résultats ont permis de mettre en évidence :

- une augmentation progressive des interactions sociales durant les six mois de suivi.
- une augmentation des gestes répétitifs et des gestes parasites.
- une augmentation (entre la mesure 1 et la mesure 3) des gestes avec buts.
- une diminution des déplacements associée à une augmentation des positions assises.
- une diminution des déambulations de type revenir sur ses pas.

Acceptabilité du système par les patients à domicile.

Un rapport sur l'acceptabilité du système au domicile des patients est disponible en **annexe 4**.

C.5 EXPLOITATION DES RESULTATS

Afin d'exploiter nos résultats en regard de la revue de la littérature nous avons réalisé différents tableaux mettant en évidence les capacités de la plateforme pour évaluer (en comparaison avec d'autres capteurs) et prendre en charge les troubles d'intérêt.

Ces tableaux sont présentés dans **l'annexe 5**.

C.6 DISCUSSION

L'objectif principal du projet SafEE qui visait au développement d'une plateforme automatisée d'évaluation et de prise en charge des troubles cognitifs et comportementaux dans le cadre de la MA a été atteint. Des preuves d'acceptabilité et d'efficacité ont également été mises en évidence.

De manière plus spécifique nous avons souhaité analyser nos résultats et les interpréter afin de vérifier quel apport cette plateforme possédait par rapport à d'autres types de capteurs. Ces interprétations détaillées dans les tableaux présentés au sein du rapport en annexe 5 ont ainsi montré que:

- la reconnaissance automatique des activités étudiées dans notre étude semble pertinente pour l'évaluation de l'apathie notamment via les événements détectés « gestes avec buts » et « interaction sociale ».
- la reconnaissance des activités d'intérêt dans notre étude peut être intéressante pour l'évaluation de l'agitation physique non agressive. Néanmoins, l'évaluation de l'agitation physique agressive nécessite la reconnaissance de gestes et activités plus fins (lancer, mordre, etc...). Enfin, la reconnaissance vocale apparaît nécessaire pour compléter l'évaluation de l'agitation verbale.
- les troubles détectés par les événements définis dans notre étude ne concernent que trois domaines de l'échelle d'anxiété d'Hamilton. En revanche, l'amélioration des capacités de détection par le biais de la reconstruction du squelette (pour la reconnaissance des postures) et l'avancée des caméras de détection avec l'apport de l'infrarouge permettraient d'évaluer huit items sur les quatorze en n'utilisant qu'un seul type de dispositif.
- les outils technologiques déjà utilisés pour l'évaluation des troubles du sommeil apparaissent comme les plus complets et dépassent les capacités de reconnaissance d'activité utilisées au sein de notre étude. En effet, par rapport aux objets connectés, la seule activité que pourrait reconnaître les capteurs RGB-D que ces différents objets ne permettent pas est la prise de médicament. En ce sens le développement de nouveaux

algorithmes ne semblent avoir de sens qu'en complémentarité des mesures permises par les objets connectés.

- en ce qui concerne les solutions non-pharmacologiques développées, les synergies d'aromathérapie développées rassemblaient les composants les plus référencés pour les symptômes d'intérêt. En revanche, les serious games ne permettaient pas d'entraîner les différentes capacités de régulation des émotions car ne disposaient pas de module de gestion de la respiration, d'entraînement à la pleine conscience ou à la relaxation. De même les séquences musicales utilisées ne contenaient pas de mélodies connues qui pourtant ont montré leur efficacité pour le renforcement de l'aspect motivationnel.

C.7 CONCLUSIONS

En conclusion, cette étude avait pour objectif principal de développer une plateforme basée sur les nouvelles technologies et permettant d'évaluer et de prendre en charge les troubles cognitifs et comportementaux. Ce développement nécessitait à la fois un développement des algorithmes de reconnaissance d'activité permettant la détection des comportements déterminés comme saillants et des interventions non-pharmacologiques. Le premier développement effectué a été celui des interventions non-pharmacologiques qui ont ensuite évoluées tout au long du projet. Les principaux constats réalisés à la fin du projet portaient sur la nécessité de développer des objets connectés les plus robustes possibles, qui nécessitaient le moins de manipulation par les patients ou le personnel soignant et dont le fonctionnement était au maximum automatisé et communicant. Au niveau des serious games nous avons constaté l'importance de la diversification, la personnalisation et la mobilité de ces derniers. En effet les patients, particulièrement à domicile, étaient en demande de pouvoir les utiliser dans les transports ou lors de leurs déplacements. Pour cette raison, les entraînements cognitifs, initialement proposés sous un format fixe (ordinateur et Kinect) ont été développés sous un format nomade (tablette).

Notre second objectif était de vérifier l'acceptabilité de cette plateforme par les patients et le personnel soignant. Cette acceptabilité s'est avérée bonne à chaque temps de l'expérience que ce soit en France ou à Taiwan et cela malgré certains problèmes techniques ayant eu lieu en EHPAD plus particulièrement.

Néanmoins, et si les capteurs RGB-D permettaient de rassurer les patients à domicile, certains ont signalé le fait qu'ils avaient modifié leurs habitudes de vie en rendant leurs gestes moins naturels. Les premières données des capteurs RGB-D semblent confirmer ce constat en montrant une augmentation des gestes répétés et des gestes parasites au milieu du suivi. Ces événements ont en revanche diminué à la fin de l'expérimentation ce qui mettait en évidence un effet d'habituation. Au niveau de l'efficacité de cette plateforme, nous avons relevé, que ce soit à domicile ou en EHPAD, une amélioration des scores à la BREF et particulièrement dans la tâche du Go/NoGo. Le fait que ce paradigme permette d'évaluer une forme de contrôle comportemental corrélée aux capacités émotionnelles dans la composante cognitive laisse supposer que cette plateforme pourrait constituer une prise en charge des capacités cognitives de régulation des émotions. De même, la réduction des allers-retours sans buts et l'augmentation des gestes avec buts chez la patiente à domicile au fil du suivi laisse supposer une action de la plateforme mise en place sur les troubles comportementaux. Il paraît ainsi intéressant que ces premières pistes d'efficacité soient infirmées ou confirmées par une prochaine étude incluant davantage de patients. Nos perspectives de recherches sont de mener une seconde étude d'efficacité en étudiant notamment la corrélation entre les scores aux échelles neuropsychiatriques et les données issues des capteurs RGB-D. Nous sommes

également en train de mettre en place une étude collaborative avec l'EHPAD de l'Institut Claude Pompidou par la mise en place d'une diffusion automatisée de séquences sonores utilisant les capteurs RGB-D pour la prise en charge des troubles comportementaux et la prévention des chutes (financé par un appel d'offre interne du CHU de Nice).

D LISTE DES LIVRABLES

Date de livraison	N°	Titre	Nature (rapport, logiciel, prototype, données, ...)	Partenaires (souligner le responsable)	Commentaires
T0+12	1.1	Rapports sur les comportements comme indicateurs médicaux.	Rapport.	NCKUH, CHUN, CoBTeK	/
T0+18	1.2	Rapport sur les spécifications d'évaluation.	Rapport.	CHUN	/
T0+24	1.3	Rapport sur les corrélations entre les évaluations et les mesures du dispositif.	Rapport.	NCKUH, CHUN	/
T0+8	2.1	Rapport et logiciel de reconnaissance d'activité.	Rapport.	INRIA	/
T0+12	2.2	Rapport pour la détection des événements nocturnes (toux ; ronflement).	Rapport.	SMILE	/
T0+18	2.3	Rapport et logiciel pour l'analyse des mouvements.	Rapport + Logiciel.	SMILE	/
T0+18	3.1	Dispositif de guidage.	Logiciel.	SMILE, SG	/
T0+18	3.2	Stimulation cognitive	Logiciel.	SG	/
T0+18	3.3	Diffuseurs olfactifs.	Prototype.	AromaTh	/
T0+8	4.1	Spécification de l'architecture du système.	Rapport.	INRIA	/
T0+12	4.2	Rapport de conception d'une base de données personnelles et d'un dossier de santé.	Rapport.	TVGH	/
T0+24	4.3	Un manuel d'utilisation pour le système.	Rapport.	TVGH	/
T0+25	4.4	Un rapport global du fonctionnement du système.	Rapport.	SMILE	/
T0+27	5.1	Rapport sur le système de guidage.	Rapport.	NCKUH, TVGH	/
T0+30	5.2	Rapport sur l'acceptabilité utilisateurs.	Rapport.	TVGH, CHUN	/
T0+36	5.3	Rapport de l'efficacité globale du système.	Rapport.	TVGH, CHUN	/

E IMPACT DU PROJET

E.1 INDICATEURS D'IMPACT

Nombre de publications et de communications (à détailler en E.2)

		Publications multipartenaires	Publications monopartenaires
International	Revue à comité de lecture	15	8
	Ouvrages ou chapitres d'ouvrage	/	2
	Communications (conférence)	8	8

France	Revue à comité de lecture	3	2
	Ouvrages ou chapitres d'ouvrage	/	/
	Communications (conférence)	7	5
Actions de diffusion	Articles vulgarisation	2	/
	Conférences vulgarisation	2	/
	Autres	/	/

Autres valorisations scientifiques (à détailler en 0)

	Nombre, années et commentaires (valorisations avérées ou probables)
Brevets internationaux obtenus	
Brevet internationaux en cours d'obtention	
Brevets nationaux obtenus	
Brevet nationaux en cours d'obtention	
Licences d'exploitation (obtention / cession)	
Créations d'entreprises ou essaimage	
Nouveaux projets collaboratifs	Projet collaboratif EHPAD. Projet multicateurs avec APHP Broca.
Colloques scientifiques	
Autres (préciser)	

E.2 LISTE DES PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS

International

Revue à comité de lecture

Publications multipartenaires

1. Ecological Assessment of Autonomy in Instrumental Activities of Daily Living in Dementia Patients by the means of an Automatic Video Monitoring System, *Frontiers in Aging Neuroscience* (INRIA/CHUN/CoBTeK.)
2. The role of Information and Communication Technologies in clinical trials with patients with Alzheimer's disease and related disorders, *Frontiers in Aging Neuroscience* (INRIA/CHUN/CoBTeK).
3. Wei-Hsin Wang, Yu-Liang Hsu, Ming-Chyi Pai, Hao-Li Wu, and Pau-Choo Chung, "Using self-comparison for Alzheimer's disease evaluation," *Alzheimer's & Dementia: The Journal of the Alzheimer's Association*, vol. 10, no. S4, pp. 369, 2014. (SCI)
4. W-H. Wang, P-C. Chung, Y-L. Hsu, and M-C. Pai, "Use of ICT in Dementia from Assessment to Intervention: The Taiwanese Contribution to the SafeEE Project," *Gerontechnology*, vol. 13, no. 2, pp. 82-83, 2014.
5. Yu-Liang Hsu, Pau-Choo (Julia) Chung, Wei-Hsin Wang, Ming-Chyi Pai, Chun-Yao Wang, Chien-Wen Lin, Hao-Li Wu, and Jeen-Shing Wang, "Gait and Balance Analysis for Patients with Alzheimer's Disease Using an Inertial-Sensor-Based Wearable Instrument," *Journal of Biomedical and Health Informatics*, vol. 18, no. 6, pp. 1822-1830, 2014.
6. M. Tsolaki, A. König, C. Crispim, F. Bremond, A. Karakosta and P.H. Robert, Functional assessment of patients with dementia and mild cognitive impairment with the help of a multiple sensor system, *Alzheimer's & Dementia*, July 2015.
7. B. Fosty, G. Ben-Sadoun, G. Sacco, A. König, V. Manera, P. Foulon, J. Brisswalter, P. Robert and F. Bremond. Accuracy and reliability of the RGB-D camera for measuring walking speed on a treadmill, *Gait & Posture*, 2016
8. Gros, A, David, R, Chung, PC, Chicheportiche, L, Moy, L, De Stoutz, J, Guetin, S, Bremond, F, Robert, P (2016). First results from the SafeEE project: Safe & Easy Environment for Alzheimer's disease and related
9. In the *Gerontechnology* journal Vol 15 (suppl): 12s
 - o A. Dantcheva, P. Bilinski, J.C. Broutart, P. Robert and F. Bremond. Emotion facial recognition by the means of automatic video analysis, in the *Gerontechnology* journal Vol 15 (suppl): 12s doi: <http://dx.doi.org/10.4017/gt.2016.15.s.939.00>, 2016.

- B. Fosty and F. Bremond. Visual recognition of gait parameters, in the Gerontechnology journal Vol 15 (suppl): 109s doi: <http://dx.doi.org/10.4017/gt.2016.15.s.837.00>, 2016.
 - C. Crispim-Junior, A. Koenig, R. David, P. Robert and F. Bremond. Automatic prediction of autonomy in activities of daily living of older adults, in the Gerontechnology journal Vol 15 (suppl): 12s doi:10.4017/gt.2016.15.s.875.00, 2016.
 - F. Negin, J. Bourgeois, E. Chapoulie, P. Robert and F. Bremond. Praxis and Gesture Recognition, in the Gerontechnology journal Vol 15 (suppl): 12s doi:10.4017/gt.2016.15.s.875.00, 2016.
 - M.K. Phan Tran, P. Robert and F. Bremond. An assistive system to improve game usability for patients with cognitive, in the Gerontechnology journal Vol 15 (suppl): 157s doi: <http://dx.doi.org/10.4017/gt.2016.15.s.758.00>, 2016.
10. A. Dantcheva and F. Bremond. Gender estimation based on smile-dynamics, in the IEEE Transactions on Information Forensics & Security T-IFS-06012-2016.R2, 2016.
 11. G. Ben-Sadoun, G. Sacco, V. Manera, J. Bourgeois, A. Konig, P. Foulon, B. Fosty, F. Bremond, F. d'Arripe-Longueville and P. Robert Physical and Cognitive Stimulation Using an Exergame in Subjects with Normal Aging, Mild and Moderate Cognitive Impairment, in the Journal of Alzheimer's Disease 53 (2016) 1299~1314 DOI 10.3233/JAD-160268 IOS Press, 2016.
 12. PA. Kenigsberg, JP. Aquino, A. Berard, F. Bremond, K. Charras, T. Dening, RM Drees, F. Gzil, B. Hicks A. Innes, M. Nguyen, L. Nygard, M. Pino, G. Sacco, E. Salmon, H. Van Der Roest, H. Villet, M. Villez, P. Robert and V. Manera. Assistive technologies to address capabilities of people with dementia: from research to practice, - Dementia: the international journal of social research and practice - to be published online, 2017.
 13. V. Manera, G. Ben-Sadoun, T. Aalbers, H. Agopyan, F. Askenazy, M. Benoit, D. Bensamoun, J. Bourgeois, J. Bredin, F. Bremond, C. CRISPIM-JUNIOR, R. David, B. De Schutter, E. Ettore, J. Fairchild, P. Foulon, A. Gazzaley, A. Gros, S. Hun, F. Knoefel, M. Olde Rikkert, M.K. Phan Tran, A. Politis, A. Sophie Rigaud, G. Sacco, S. Serret, S. Thümmeler, M.L. Welter and P. Robert. Recommendations for the use of Serious Games in neurodegenerative disorders: 2016 Delphi panel, Frontiers in Psychology, section Human-Media Interaction - open access publication, July 2017.
 14. F. Negin, J. Bourgeois, P. Robert and F. Bremond. A Gesture Recognition Framework for Cognitive Assessment, in the Gerontechnology journal, to appear, 2018.
 15. F. Negin, P. Rodriguez, M. Koperski, A. Kerboua, J. Gonzalez, J. Bourgeois, E. Chapoulie, P. Robert and F. Bremond. PRAXIS: Towards Automatic Cognitive Assessment Using Gesture Recognition, in the Expert Systems With Applications journal, ESWA-D-17-04080R1, to appear, 2018.

Publications monographiques

1. Wei-Hsin Wang, Yu-Liang Hsu, Ming-Chyi Pai, Chun-Yao Wang, Chien-Wen Lin, Hao-Li Wu, and Pau-Choo (Julia) Chung, "Alzheimer's Disease Classification Based on Gait Information," in *IEEE World Congress on Computational Intelligence 2014 (WCCI 2014)*, Beijing, China, 6~11 July, 2014.
2. Wei-Hsin Wang, Hao-Li Wu, Pau-Choo Chung, and Ming-Chyi Pai, "An HMM-based Gait Comparison on Inertial Sensors: Using Alzheimer's Disease Patients as Examples," in *International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN 2015)*, Killarney, Ireland, 12~17 Jul, 2015.
3. Wei-Hsin Wang, Pau-Choo Chung, Yu-Liang Hsu, Guo-Liang Yang, and Chien-Wen Lin, and Ming-Chyi Pai, "An Inertial Sensor based Balance and Gait Analysis System," in *IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS 2015)*, Lisbon, Portugal, 24~27 May, 2015.
4. S. Bak and F. Bremond, Person re-identification employing 3D scene information, *Journal of Electronic Imaging Letters*, Special theme: "PANORAMA: Ultra Wide, Context- and Content-Aware Imaging", September/October issue 2015.
5. S. Bak, M. Biagio, R. Kumar, V. Murino and F. Bremond, Exploiting Feature Correlations by Brownian Statistics for People Detection and Recognition, *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics: Systems*, IEEE-TSMC 2016.
6. C. Crispim-Junior, K. Avgerinakis, V. Buso, G. Meditskos, A. Briassoulis, J. Benoit-Pineau, Y. Kompatsiaris and F. Bremond. Semantic Event Fusion of Different Visual Modality Concepts for Activity Recognition, *Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence - PAMI* to appear, 2016.
7. Gros, A., Bensamoun, D., Manera, V., Fabre, R., Zacconi-Cauvin, A.-M., Thümmeler, S., Benoit, M., Robert, P., and David, R. (2016). Recommendations for the Use of ICT in Elderly Populations with Affective Disorders. *Frontiers in Aging Neuroscience* 8.
8. W. H. Wang, Y. L. Hsu, P. C. Chung, and M. C. Pai, "Predictive Models for Evaluating Cognitive Ability in Dementia Diagnosis Applications Based on Inertia- and Gait-Related Parameters," *IEEE Sensors Journal*, vol. 18, pp. 3338-3350, 2018.

Ouvrages ou chapitres d'ouvrage

Publications monographiques

1. C. Crispim, Q. Ma, B. Fosty, R. Romdhane, F. Bremond and M. Thonnat. Combining Multiple Sensors for Event Detection of Older People. July 14, 2015.
2. W. H. Wang et al., "Alzheimer's disease classification based on gait information," *2014 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN)*, Beijing, 2014, pp. 3251-3257

Communications (conférence)

Publications multipartenaires

1. W.H. Wang, P.C. Chung, Y.M. Kuo, and S.C. Yang, "A Status-Transition-Based Sleeper's Behavior Detection

- System with Multi-devices," in *9th Asian-Pacific Conference on Medical and Biological Engineering (APCMBE 2014)*, Tainan, Taiwan, 9~12 Oct., 2014.
2. Wei-Hsin Wang, Yu-Liang Hsu, Ming-Chyi Pai, Chun-Yao Wang, Chien-Wen Lin, Hao-Li Wu, and Pau-Choo (Julia) Chung, "Alzheimer's Disease Classification Based on Gait Information," in *IEEE World Congress on Computational Intelligence 2014 (WCCI 2014)*, Beijing, China, 6~11 July, 2014.
 3. Wei-Hsin Wang, Hao-Li Wu, Pau-Choo Chung, and Ming-Chyi Pai, "An HMM-based Gait Comparison on Inertial Sensors: Using Alzheimer's Disease Patients as Examples," in *International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN 2015)*, Killarney, Ireland, 12~17 Jul, 2015.
 4. Wei-Hsin Wang, Pau-Choo Chung, Yu-Liang Hsu, Guo-Liang Yang, and Chien-Wen Lin, and Ming-Chyi Pai, "An Inertial Sensor based Balance and Gait Analysis System," in *IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS 2015)*, Lisbon, Portugal, 24~27 May, 2015.
 5. M.K. Phan Tran, F. Bremond and P. Robert. Assistance for Older Adults in Serious Game using an Interactive System, *The Games and Learning Alliance conference (GALA 2015)*, in Rome 9-11 December 2015.
 6. M.K. Phan Tran, P. Robert and F. Bremond. A virtual agent for enhancing performance and engagement of older adults with dementia in Serious Game, *The 3rd Workshop Affect, Compagnons Artificiel et Interaction (WACAI 2016)*, in Brest, France, 13-14 June 2016.
 7. Wei-Hsin Wang, Pau-Choo Chung, Yu-Liang Hsu, and Ming-Chyi Pai, "An Inertial Sensor based Device for the Evaluation of Alzheimer Patients," in *Symposium on Engineering, Medicine and Biology Applications (SEMBA 2016)*, Taoyuan, Taiwan, 22~24 Jan., 2016. (NCKUH/TVGH/SMILE)
 8. A. Dantcheva, P. Bilinski, H. Nguyen, J.C. Broutart and F. Bremond. Expression Recognition for Severely Demented Patients in Music Reminiscence-Therapy. In *Proceedings of the 25th European Signal Processing Conference, (EUSIPCO)*, Greek island of Kos from August 28 to September 2, 2017.

Publications monopartenaires

1. Video Covariance Matrix Logarithm for Human Action Recognition in Videos. The International Joint Conference on Artificial Intelligence, IJCAI 2015, Buenos Aires, Argentina from July 25th to July 31st, 2015 (INRIA)
2. In Proceedings of the 10th International Conference on Computer Vision Systems (ICVS 2015), Lecture Notes in Computer Science (LNCS), Springer Verlag, Copenhagen, Denmark, 06 - 09 July 2015. (INRIA)
3. In Proceedings of the IS&T/SPIE Electronic Imaging, at San Francisco, United States, 8-12 February, 2015. (INRIA)
4. P. Chau, K. Subramanian and F. Bremond. Adaptive Intelligent Controller for Multi-Object Tracking. Copenhagen, Denmark, 06 - 09 July 2015.
5. S. Das, M. Koperski, F. Bremond and G. Francesca. Action Recognition based on a mixture of RGB and Depth based skeleton. In Proceedings of the 14th IEEE International Conference on Advanced Video and Signal-Based Surveillance, AVSS 2017, in Lecce, Italy, 29 August - 1st September, 2017.
6. C.F. Crispim-Junior, J. Vlasselaer, A. Dries and F. Bremond. BEHAVE - Behavioral analysis of visual events for assisted living scenarios. In Proceedings of the Fifth International Workshop on Assistive Computer Vision and Robotics (ACVR), part of ICCV, in Venice, Italie, 28 August, 2017.
7. S. Das, M. Koperski, F. Bremond and G. Francesca. A Fusion of Appearance based CNNs and Temporal evolution of Skeleton with LSTM for Daily Living Action Recognition. In Proceedings of the 14th IEEE International Conference on Advanced Video and Signal-Based Surveillance, AVSS 2017, in Lecce, Italy, 29 August - 1st September, 2017.
8. S. Das, M. Koperski, F. Bremond and G. Francesca. A Fusion of Appearance based CNNs and Temporal evolution of Skeleton with LSTM for Daily Living Action Recognition. In *ArXiv Computer Vision and Pattern Recognition (cs.CV)*, arXiv:1802.00421 [cs.CV], 1st Feb 2018.

France

Reuves à comité de lecture

Publications multipartenaires

1. Olfaction, émotions et comportements. *European Psychiatry*. Gros A. et al., novembre 2015.
2. NPG. Place des nouvelles technologies dans les pathologies neuropsychiatriques. David R et al., février 2016.
3. David R., Bremond F, Robert P.H, Herbert J.F, Le Cozannet R., Chung P.C, Katsougiannou M, Chicheportiche L, Guetin S., Guerin O, **Gros A.** (2017) Poster P2-08 "Combining ICT-Based Assessment and Non-pharmacologic Stimulation Approaches for the Management of Frail or Cognitively Impaired Elderly Individuals at Home" The Alzheimer's Association International Conference® 2017- London, England July 16-20

Publications monopartenaires

1. Bensamoun, D., Gros, A., Manera, V., König, A., Guérin, O., Robert, P., and David, R. (2016). Troubles neuropsychiatriques et solutions technologiques. *Soins Gériatrie* 21, 18-20. (Annexe 2).
2. David, R., Gros, A., Deutsch, L., König, A., Guerin, O., Robert, P., and Bensamoun, D. (2016). Place des nouvelles technologies en neuropsychiatrie. *NPG Neurologie - Psychiatrie - Gériatrie*.

Communications (conférence)

Publications multipartenaires

1. Colloque "Emotions : mécanismes et mesures en situation écologique", Lyon, Décembre 2017. Comportements et émotions dans la maladie d'Alzheimer, vers un phénotypage 2.0 ?*
2. Colloque du GDR MediaTec, Montpellier, Novembre 2017. Olfaction et santé, Quelle place dans les troubles neuropsychiatriques ?*
3. 3e congrès Olfaction et Perspectives, CCI, Paris, Mars 2017. Place de l'olfaction dans l'évaluation et le traitement des troubles neuropsychiatriques*
4. Séminaire Chimie Maladie d'Alzheimer: du diagnostic à la thérapie, focus sur l'olfaction. 29/05/2016. (CoBTeK + CHUN).
5. Congrès Français de Psychiatrie (CHUN/ CoBTeK) Lille. Avoir du nez. 27/11/2015.
6. Hygiène, risque et qualité. Ateliers sensorialité Lyon. 23/09/2015.
7. Work Shop Nice. Développer des applications pour les troubles affectifs. 12/11/2015. (INRIA/CHUN/COBTEK/SOLAR GAMES)

Publications monopartenaires

1. Recommandations actuelles sur l'utilisation des TIC et des serious games dans les pathologies neuropsychiatriques. Congrès Français de Psychiatrie. 26/11/2015.
2. Place des nouvelles technologies pour l'évaluation et la stimulation en neuropsychiatrie. Congrès de la Société de Psychogériatrie de Langue Française. 03/09/2015.
3. La place des arômes pour stimuler la mémoire en EHPAD. Printemps des EHPAD. Faculté de médecine. Nice. 15/03/2016.
4. Musiques et odeurs, les avancées dans la recherche et dans la pratique. Maison de la Médecine et de la Culture. ICP Nice. 20/03/2016.
5. L'odorat régit nos émotions. Neuroplanète. CUM Nice. 21/11/2017.

Actions de diffusion

Publications monopartenaires

Articles de vulgarisation

1. Techco Startup Night Downtown, Jan 5th 2016, CES Las Vegas (Aroma Therapeutics)
2. Show stoppers, Jan 6th, 2016 CES Las Vegas

Conférences vulgarisation

1. Fête de la Science. Valrose-Nice. 13/10/2017 (CHUN)
2. La semaine du cerveau. Le cerveau du futur. MAMAC Nice. 13/03/2018 (CHUN)

LISTE DES ELEMENTS DE VALORISATION

Le projet SafEE a permis de :

- mettre en place un logiciel d'interface de suivi des activités d'intérêt à disposition des EHPADS.
- développer des produits tels que des objets connectés (Aroma Therapeutics) et un logiciel de stimulation cognitive (Solar Games).
- déposer des brevets (Aroma Therapeutics).
- remporter un prix de création d'entreprise.
- renforcer des collaborations internationales avec Taiwan.
- remporter un AOI pour poursuivre le projet dans une visée d'évaluation d'efficacité.

E.3 BILAN ET SUIVI DES PERSONNELS RECRUTES EN CDD (HORS STAGIAIRES)

Identification				Avant le recrutement sur le projet			Recrutement sur le projet				Après le projet				
Nom et prénom	Sexe H/F	Adresse email (1)	Date des dernières nouvelles	Dernier diplôme obtenu au moment du recrutement	Lieu d'études (France, UE, hors UE)	Expérience prof. Antérieure, y compris post-docs (ans)	Partenaire ayant embauché la personne	Poste dans le projet (2)	Durée missions (mois) (3)	Date de fin de mission sur le projet	Devenir professionnel (4)	Type d'employeur (5)	Type d'emploi (6)	Lien au projet ANR (7)	Valorisation expérience (8)
Christine Pintaric	F	pintaric.c@chu-nice.fr	04/2018	Doctorat	France	ARC	CHU Nice	ARC moniteur	15 mois	Sept 2017	CDI	CHU Nice	Responsable moniteur ARC terrain	Promoteur	Oui, missions et responsabilités complémentaires suite au projet.
Marine Habault	F	habault.m@chu-nice.fr	04/2018	Master	France	Chef de projet junior	CHU Nice	Ingénieur Innovation	9 mois	Mai 2017	CDD	CHU Nice	Chef de projet confirmé	Promoteur	Oui, a augmenté son nombre de portefeuille projet.
Auriane Gros	F	Gros.a2@chu-nice.fr	04/2018	Doctorat	France	Orthophoniste	CHU Nice	Responsable scientifique	3 ans	Avril 2018	CDI	CHU Nice	Enseignant-chercheur	Promoteur	Oui, qualification MCU (CNU 69)
Laura Giustiniani	F	giustiniani.l@chu-nice.fr	04/2018	Master	France	Chef de projet	CHU Nice	Responsable financier	15 mois	Dec 2017	CDD	CHU Nice	Cadre administratif du pôle Neurosciences	Promoteur	Oui, évolution des fonctions
Thi Lan Anh Nguyen	F	thi-lan-anh.nguyen@inria.fr	Soutenance de thèse prévue le 20 juin 2018	Master	Vietnam, Corée du Sud		Inria	doctorant	3 ans	Déc. 2017	étudiant	recherche publique : Inria	étudiant	partenaire du projet	Oui, fin de thèse
Farhood Negin	H	farhood.negin@inria.fr	Soutenance de thèse prévue le 30 juin 2018	Master	Turquie		Inria	doctorant	3 ans	Déc. 2017	étudiant	recherche publique : Inria	étudiant	partenaire du projet	Oui, fin de thèse
CABELLO Arnaud	H	arnaud@aromatherapeutics.fr	13/04/18	Designer (Kedge Design)	Toulon, France	M1-M2 Ecole de Design	Aroma Therapeutics	Ingénieur innovation & retours d'usages	12	31/12/17	Encore sur le projet	PME/TPE	ingénieur	partenaire	oui

SCHELL Benjamin	H	benjamin@aromatherapeutics.fr	13/04/18	Sup de web	Marseille, France	M1-M2 Communication	Aroma Therapeutics	Marketing Communication web	12	31/12/17	Encore sur le projet	PME/TPE	Resp digital et applications	partenaire	oui
Wang Wei-Shin	M	oneway1027@gmail.com	31/12/2016	Master of Electrical Engineering, National Cheng Kung University	Outside EU hors UE	2 years	SMILE	Parttime Research Assistant	36	31/12/2016	study	University	Research study on elderly behavior analysis	partenaire du projet	oui
Hung Wei-Kai	M	s33641868@hotmail.com	31/12/2016	B.S. of Electrical Engineering,	hors UE	0 years	SMILE	Parttime Research	12	31/12/2016	Serve on compulsory military service	administrative enforcement agency	alternative military service	partenaire du projet	oui
Ting Yi-Tzu	F	imdindini88@gmail.com	31/12/2016	B.S. of Electrical Engineering,	hors UE	0 years	SMILE	Assistant	24	31/12/2016	Work in game company	Game intelligence company	Video analysis for game intelligence	partenaire	oui
Lin Chien-Ching	M	leonard.cclin@gmail.com	31/12/2016	B.S. of Computer Engineering	hors UE	0 years	SMILE	Parttime Research Assistant	12	31/12/2016	MS study	National Cheng Kung University – dept. of EE	Student (Master degree)	partenaire du projet	oui
Lo Ji-Chen	M	loggy007@gmail.com	30/06/2016	B.S. of Electrical Engineering	hors UE	0 years	TVGH	Engineer	12	30/6/2016	MS study	National Chiao Tung University -Department of Computer Science	Student (Master Degree)	partenaire du projet	oui
Chen-Ju Hsuan	F	together0100@gmail.com	20/6/2015	Master of gerontology National Cheng Kung University	hors UE	0 years	NCKU hospital	Engineer	20	20/6/2015	Work as research assistant	National Cheng Kung University Hospital	Research assistant on Alzheimer early detection	partenaire	oui
Hung Yu-Ting	M	mickeys86125@hotmail.com	20/6/2015	B.S. of Electrical Engineering,	hors UE	0 years	SMILE	Parttime Research	20	20/6/2015	work	Data Communications Branch, Chunghwa Telecom Co., Ltd.	commissioner	partenaire du projet	oui
Yeh Shou-Heng	M	ahernyeah@hotmail.com	20/6/2015	B.S. of Electrical Engineering,	hors UE	0 years	SMILE	Assistant	20	20/6/2015	work	Video analysis company	System integration on image analysis for industrial inspection	partenaire du projet	oui
Yang Guo-Liang	M	makeyousee@hotmail.com	20/6/2015	B.S. of Electrical Engineering,	hors UE	0 years	SMILE	Parttime Research	20	20/6/2015	Serve military compulsory service	CENTRAL POLICE UNIVERSITY	trainee	partenaire	oui

Chu Ming-Ching	F	mingchingchu@gmail.com	20/6/2015	B.S. of Electrical Engineering,	hors UE	0 years	TVGH	Assistant	4	20/6/2015	MS study	Travel abroad for further study	Further studey abroad	partenaire	oui
----------------	---	------------------------	-----------	---------------------------------	---------	---------	------	-----------	---	-----------	----------	---------------------------------	-----------------------	------------	-----

Annexe 1 : Rapport sur le développement d'algorithmes de reconnaissance automatique d'activités via les capteurs RGB-D et les interfaces de visualisation mises en place en France et à Taiwan.

L'objectif de l'analyse vidéo est la reconnaissance des événements ou scénarios prédéfinis par des experts à l'aide d'un langage de modélisation de scénarios. Elle permet de matérialiser chaque sujet sous la forme d'un cylindre dont les dimensions et la position dans l'espace seront variables et mesurables suivant les mouvements et déplacements de celui-ci.

La reconnaissance automatique des événements s'est déroulée en plusieurs étapes :

- Acquisition des séquences vidéo.
- Modélisation des scénarios par les experts du domaine : cette étape consiste en la définition et la modélisation des scénarios et événements à reconnaître.
- Traitement vision : cette étape consiste à traiter les données vidéo selon une segmentation des images afin d'obtenir les régions en mouvement, la détection des objets mobiles et le suivi dans le temps des objets mobiles dans la scène.
- Reconnaissance des événements : après le traitement bas niveau des images et la détection des objets, l'étape finale consiste en la reconnaissance automatique des postures et des événements prédéfinis par les cliniciens.

A la différence d'autres systèmes logiciels, il est difficile de connaître les performances exactes des algorithmes de reconnaissance d'activité face à la grande variabilité des situations possibles et donc des paramètres existants (présence d'ombres, luminosité, etc...). Néanmoins il est capital de connaître leur niveau de précision si nous souhaitons les utiliser dans le domaine de la santé. Afin de pouvoir dégager des algorithmes propres à la réalité-terrain et avec le plus de précision possible, il est ainsi indispensable que le clinicien annote sur les vidéos les événements qu'il perçoit. Beaucoup d'outils d'annotations existent, chacun avec son propre format (tels que Viper-GT, LabelMe, Vatic, Anvil). Les formats existants décrivent des objets ou des personnes en utilisant des boîtes englobantes ou des polygones et en leur associant des descriptions textuelles et des métadonnées génériques comme le format, l'encodage et la date de création. Dans le cadre de cette étude nous avons utilisé l'outil Viper-GT qui permet d'annoter la vérité terrain des événements dans une interface graphique Java. Il permet la visualisation des événements et le marquage image par image (frame par frame) des métadonnées des fichiers vidéos stockées au format Viper.

Afin d'annoter ces événements nous avons développé un langage basé sur une ontologie dédiée pour la reconnaissance d'activité des comportements que nous avons jugé d'intérêt. Dans un premier temps nous avons défini un ensemble de comportements avec des relations de subsumption. Par exemple nous avons défini un état « state », incluant « inactif » et « actif » incluant eux-mêmes les comportements « avec interaction », « sans interaction », « engagé dans une activité » et « sans but ». Au fil des visualisations et des annotations nous avons réduit ce vocabulaire aux comportements les plus visibles et significatifs selon nous. Il se constituait ainsi de la position incluant « assis » et « debout », les gestes incluant « avec buts », « répétés » et « parasites » et les interactions « avec un humain », « avec un animal ».

Ensuite nous avons effectué une programmation du langage ontologique défini en EHPAD et à domicile selon les comportements plus spécifiquement recherchés.

Afin que les évènements reconnus soient, par la suite, facilement identifiable et interprétable par le clinicien nous avons également développé une interface de visualisation des évènements que ce soit en France ou à Taiwan (figure 1).

Figure 1: Interfaces de visualisation des évènements en France (a) et à Taiwan (b).

A)



B)



Annexe 2 : Rapport sur les interventions non médicamenteuses développées.

En aromathérapie, un dispositif connecté muni d'une interface utilisateur a été conçu (partenaire : Aroma Therapeutics). Durant la durée du projet (3 ans) le dispositif a évolué selon les retours des cliniciens, patients, ingénieurs et chercheurs impliqués dans le projet. La figure 2 représente l'ensemble des avancées du dispositif au cours du temps.

Figure 2 : Evolution du dispositif « AromaCare » au cours de l'étude.



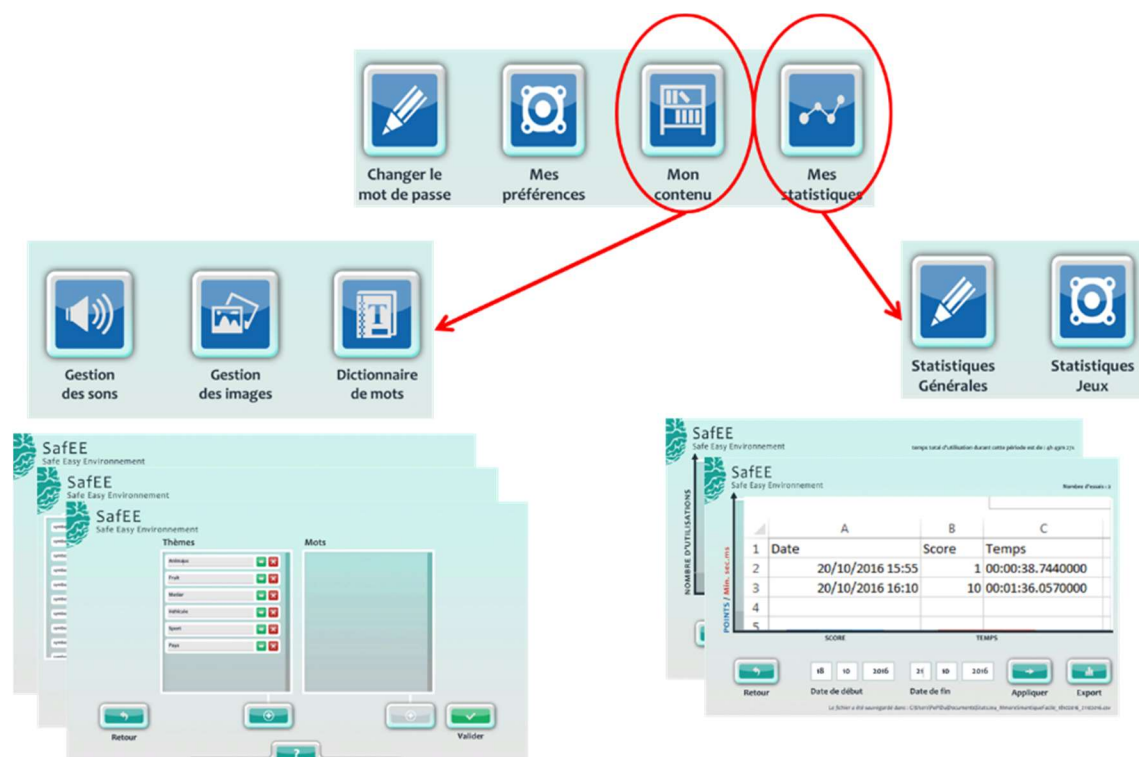
Deux synergies ont été développées suite à une recherche bibliographique décrivant les bienfaits de certaines huiles essentielles. Pour la prise en charge de l'apathie le mélange d'huiles essentielles élaboré se composait de romarin, citronnelle, citron, cyprès, cannelle, menthe poivrée et sauge. Pour la prise en charge des troubles du sommeil le mélange d'huiles essentielles élaboré se composait de lavande, ylang ylang, mandarine, marjolaine, orange douce et petitgrain notamment du fait des vertus anxiolytiques du linalol et de l'acétate de linalyle. La diffusion était définie selon un paramétrage spécifique qui a fait l'objet d'un brevet déposé (numéro 15.58234). Ce paramétrage est détaillé dans le tableau 1.

Tableau 1 : Paramétrage de la diffusion olfactive selon les troubles comportementaux observés.

	ON(SEC)	OFF (SEC)	CYCLE (SEC)		CYCLE (SEC)	CYCLE (MINUTES)
A	185	5	190	Apathie : G-F-E-D-C-B-A	1200	20
B	180	15	195	Agitation : A-B-C-D-E-F-G	1200	20
C	150	20	170	Anxiété : A-B-C-D-E-F-G	1200	20
D	140	30	170	Sommeil : A-B-C-D-E-F-G	1200	20
E	125	40	165			
F	120	50	170			
G	85	55	140			

Nos partenaires en serious games (Solar Games) ont développé dans le cadre de cette étude deux applications différentes, l'une destinée aux patients atteints de la maladie d'Alzheimer en EHPAD et l'autre destinée aux patients présentant une fragilité cognitive à domicile. La première application est un JukeBok interactif qui permet, tout en mobilisant la motricité par l'interface avec la Kinect, de jouer de la musique de façon ludique. La seconde application consiste en un entraînement cognitif développé sur tablette Android et qui vise à stimuler, via six mini-jeux, la mémoire auditive, la mémoire visuelle, la mémoire sémantique, l'attention visuelle et l'attention sélective. L'avantage de cette seconde application est qu'elle peut être personnalisée par le clinicien que ce soit au niveau de degré de difficulté ou du matériel proposé (figure 3). Elle permet également au personnel soignant de pouvoir visualiser les progrès du patient via un histogramme et de récupérer les scores précis par le biais d'un fichier csv téléchargeable.

Figure 1 : Application multimédia des jeux d'entraînements cognitifs proposés à domicile.



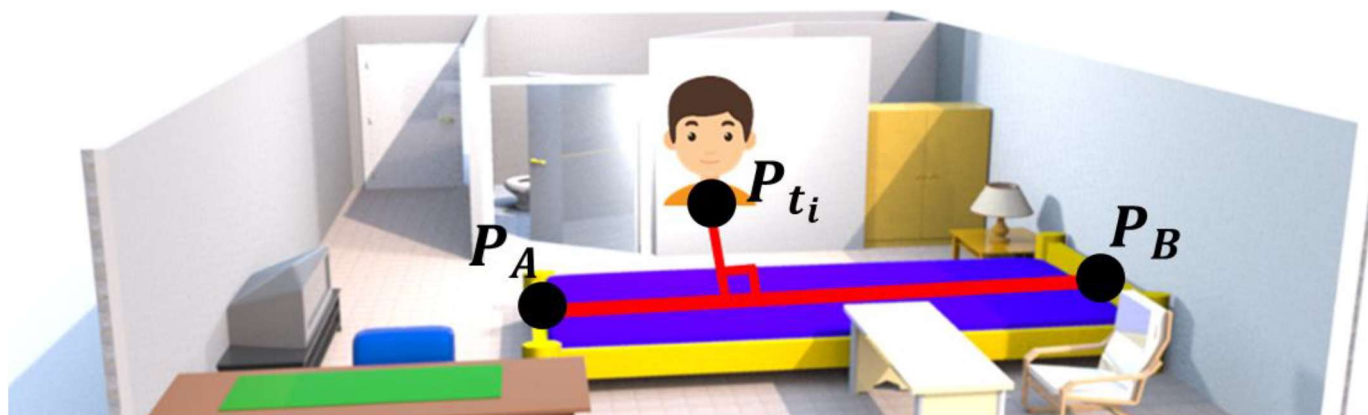
Annexe 3 : Rapport sur l'amélioration des performances des algorithmes de reconnaissance automatique des comportements nocturnes et diurnes au cours du projet.

Le premier modèle, le modèle A, consistait à combiner les indicateurs de temps et de position en créant plusieurs zones d'intérêt que sont la zone du lit et les zone hors du lit

La performance de ce modèle n'était pas satisfaisante du fait des « sauts d'images » résultant des frames non enregistrées et des détections de zones. En effet, lorsque le patient était proche du lit ou assis sur le lit l'évènement détecté était « get in bed » alors qu'il n'était pas en train de se coucher pour autant.

Par conséquent, une nouvelle méthode, la méthode B, a été développée (annexe 8). Afin de mieux reconnaître les activités « se coucher » et « sortir du lit » nous avons calculé la distance verticale entre la personne et une ligne de référence qui passe horizontalement au centre du lit. Celle-ci est représentée dans la figure 4.

Figure 2 : Représentation de la distance calculée dans la méthode B sur un plan en trois dimensions des chambres de l'EHPAD.



P_{t_i} est la position du patient durant l'intervalle de temps d'une frame. $i \in \{1, 2, 3, \dots, N\}$.

$P_{bed} \in \{P_A\}$, P_A et P_B représentent les deux points aux extrémités du lit.

Enfin, une nouvelle méthode, la méthode C, a été ajoutée à la méthode B afin de prendre en compte les sauts d'image.

La performance des trois modèles utilisées (A ; B et B+C) est décrite dans les tableaux 2 et 3.

Tableau 2 : Performances des différents modèles utilisés dans la détection de l'activité «se coucher».

Méthode	VP	FP	FN	Précision	Rappel	F1-score
A	6	14	10	0.3	0.37	0.33
B	9	2	8	0.81	0.52	0.64
B+C	12	6	5	0.6	0.70	0.68

Tableau 3 : Performances des différents modèles utilisés dans la détection de l'activité «se lever».

Méthode	VP	FP	FN	Précision	Rappel	F1-score
A	7	9	8	0.43	0.46	0.45
B	7	5	8	0.58	0.46	0.51
B+C	14	10	1	0.58	0.93	0.71

VP : vrais positifs ; FP : faux positifs ; FN : faux négatifs.

Précision : $VP/(VP+FP)$

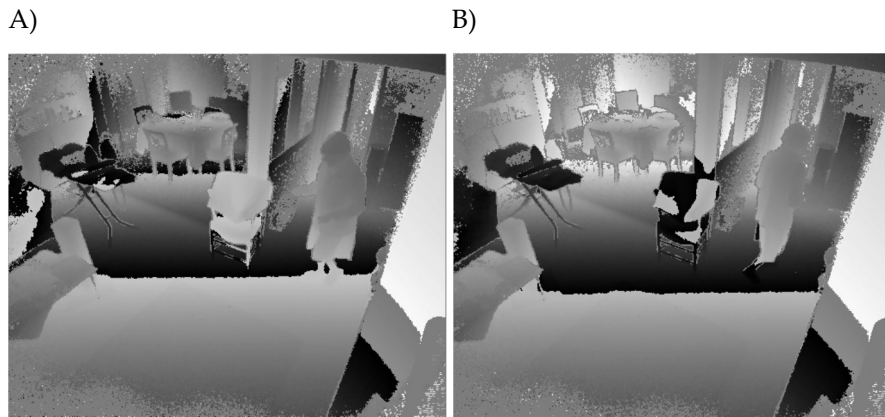
Rappel : $VP/(VP+FN)$

$F1 = 2 (précision \times rappel) / (précision + rappel)$

Nous pouvons remarquer que la méthode B permet une amélioration du nombre de vrais positifs, faux négatifs et faux positifs. L'ajout de la méthode C permet une diminution du nombre de faux négatifs mais augmente le nombre de faux positifs. La méthode B+C, bien que n'ayant pas augmenté la précision a en revanche nettement amélioré le rappel et la performance globale de l'algorithme pour la reconnaissance des activités « se coucher » et « se lever ».

Au domicile des patients, par le biais de la reconnaissance automatique d'activité, nous avons souhaité dégager une évolution des comportements d'intérêts au niveau émotionnel à trois temps du suivi (S1, M3, M6). Pendant la première semaine de suivi (S1) les solutions non-pharmacologiques n'avaient pas été mises en place. Afin d'effectuer une reconnaissance automatique des activités d'intérêts, des fichiers (xml1 et xml3) ont été générés dans la plateforme SUP (Scene Understanding Platform). Pour la reconnaissance de l'activité « revenir sur ses pas » (représentée dans la figure 5) nous avons calculé la relation entre deux marches consécutives (A et B) en comparant l'ensemble des points de positions de celles-ci.

Figure 5 : Représentation de l'évènement revenir sur ses pas à l'aller (A) et au retour (B).



L'information sur les propriétés spatiales a été extraite du fichier xml1 et convertie en données Python Pandas afin d'analyser et de visualiser les données. De la même manière le fichier xml3 a été converti en données Pandas et toutes les images (frames) ont été stockées dans une liste :

```
even= pd.read_pickle("~/xml3.pd")
frames = even[even['EventName']
=="move_with_displacement"]['End']
frames1 = even[even['EventName']
=="move_with_displacement"]['Start']
f= np.asarray(frames1)
g=[]
f1= np.asarray(frames)
for x in range(0, len(f)-1):
    if f[x+1] != f[x]:
        g.append(f[x])
    t = f1[x]
    g.append(t)
```

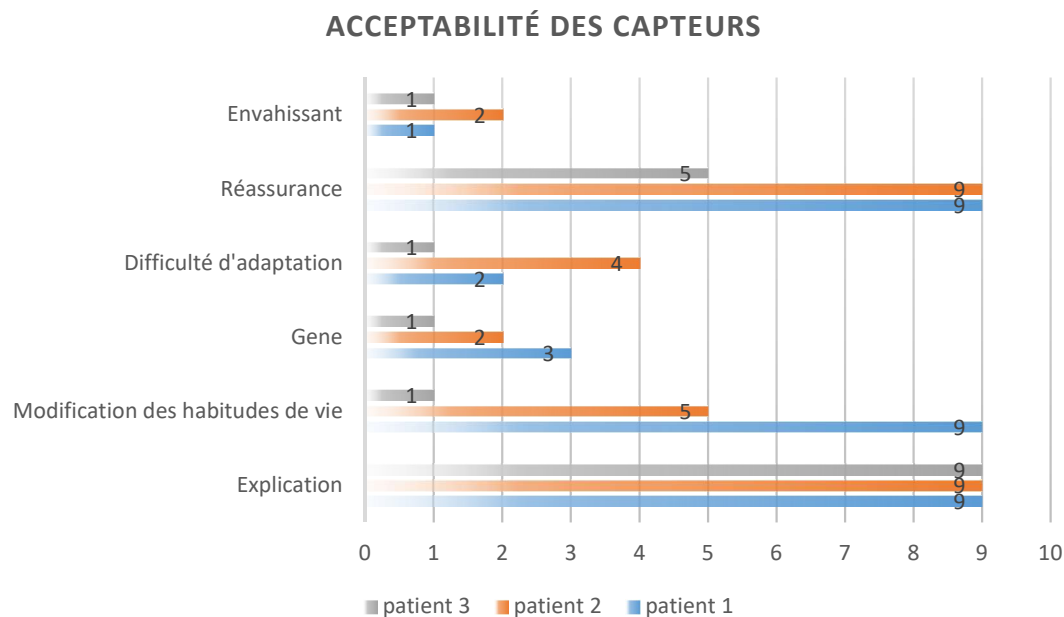
g est une liste comprenant l'ensemble des frames entre le début et la fin de l'évènement « revenir sur ses pas ». Nous avons ainsi, à partir de cette liste, comparé chaque paire de frames consistant en un aller et un retour.

Annexe 4: Rapport sur l'acceptabilité du système par les patients à domicile.

Un questionnaire d'acceptabilité a été soumis à trois patients suivis en France à domicile pendant six mois sur les capteurs d'évaluation et les solutions non-pharmacologiques mises en place.

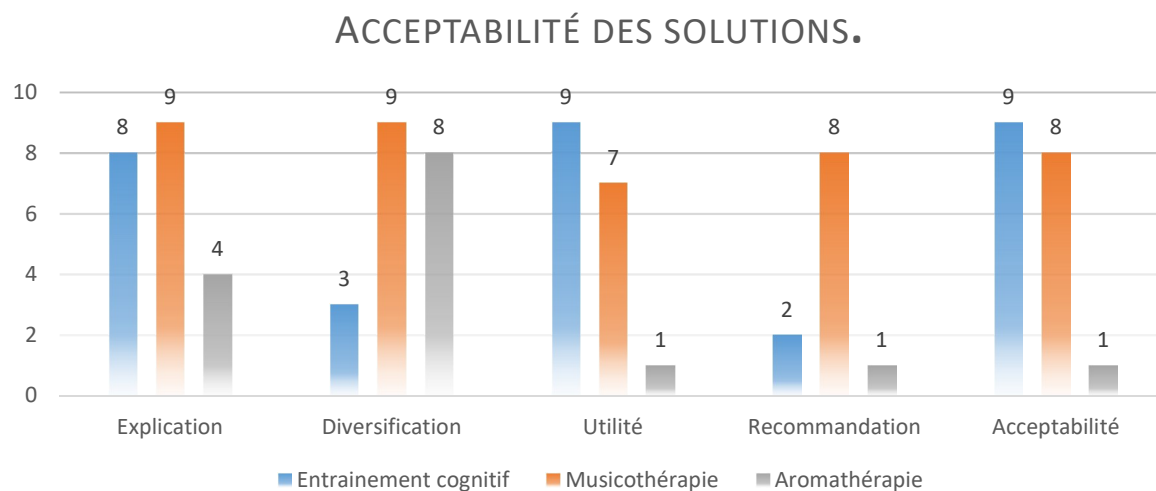
Les résultats de ces questionnaires sont présentés dans les figures 6 et 7.

Figure 6 : Acceptabilité des capteurs selon les patients fragiles (N=3) inclus à domicile.



Comme on peut le constater dans la figure ci-dessus, les patients ont trouvé majoritairement les capteurs peu envahissants et gênants. Ils n'ont pas eu de difficulté majeure à s'adapter aux capteurs vidéos et ont eu des explications suffisantes avant leur installation. De même, ils ont été rassurés par leur présence. En revanche, deux patients sur les trois interrogés ont signalé que les capteurs avaient généré des différences dans leurs habitudes de vie. Ce dernier point est particulièrement intéressant dans le sens où, afin que l'évaluation soit la plus écologique possible, il est important que les patients continuent à se comporter de manière naturelle.

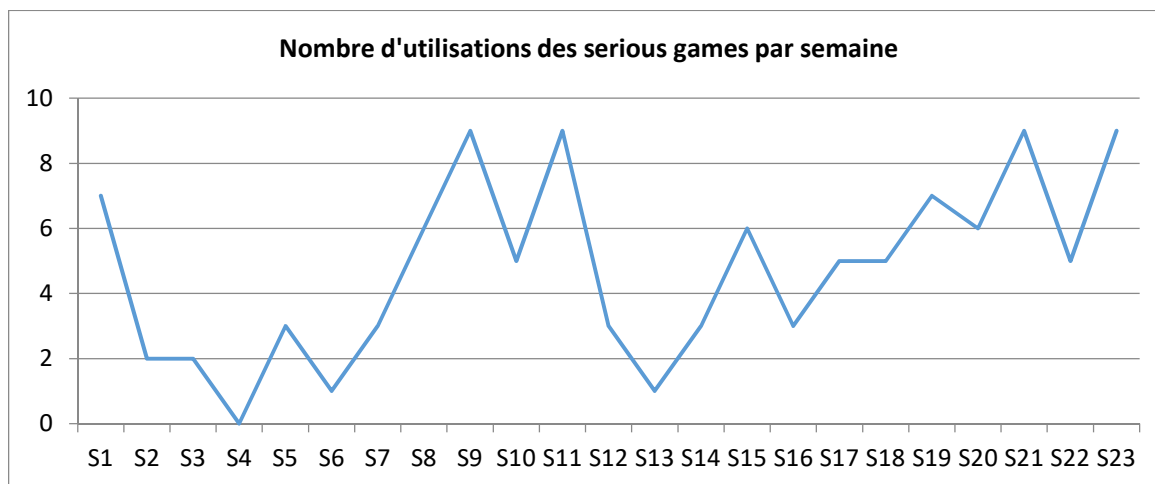
Figure 7 : Acceptabilité des différentes interventions non-pharmacologiques utilisées.



Comme nous pouvons le remarquer les solutions non-pharmacologiques ont été en général bien acceptées. L'aromathérapie a été la solution la moins acceptée et semble être la résultante de l'hyposmie fréquente dans le cadre du vieillissement.

L'acceptabilité des serious games a été également évaluée par le biais de la fréquence d'utilisation de ces derniers par la patiente. La figure 8 résume le nombre d'utilisation des serious games durant les vingt-trois semaines de suivi.

Figure 3 : Nombre d'utilisations des serious games durant les 23 semaines de suivi.



Comme on peut le constater dans la figure ci-dessus, on relève une baisse de l'utilisation de la tablette durant les premières semaines (en raison probablement de la période des fêtes de fin d'année) puis une augmentation soudaine, une diminution progressive et enfin une augmentation progressive jusqu'à la fin de l'expérimentation. La fréquence d'utilisation n'ayant pas subi de baisse progressive au fil du suivi nous pouvons supposer que l'acceptabilité est demeurée bonne tout au long de l'expérimentation.

Annexe 5 : Rapport comparant la corrélation entre les éléments symptomatiques décrits dans les échelles cliniques avec les mesures utilisables et utilisées au sein de notre étude.

Tableau 1 : Corrélation entre les éléments d'apathie décrits dans l'Inventaire Apathie avec les mesures utilisables en recherche et utilisées dans notre étude.

IA		Emoussement affectif	Perte d'initiative	Perte d'intérêt
Mesures utilisables en recherche.	Actigraphie.			√
	Paramètres physiologiques	√		
	Reconnaissance faciale	√		
Mesures utilisées dans notre étude.	Reconnaissance automatique des activités : « locomotion », « gestes avec buts », « interaction »		√	√

IA : Inventaire apathie. Paramètres physiologique : réponse cutanée, fréquence cardiaque et respiratoire. Reconnaissance faciale : reconnaissance des expressions émotionnelles faciales.

Tableau 5 : Corrélation entre les éléments d'agitation décrits dans l'échelle de Cohen-Mansfield avec les mesures utilisables en recherche et utilisées dans notre étude.

Echelle de Cohen-Mansfield		Agitation physique non agressive	Agitation verbale non agressive	Agitation et agressivité physique	Agitation et agressivité verbale
Mesures utilisées ou utilisables en recherche.	Actigraphie.	1/13 items√ (item 10)			
	Reconnaissance automatisée des gestes fins.	2/13 items√ (items 2, 6)		6/9 items√ (19, 20, 21, 22, 23,26)	
	Reconnaissance vocale.		2/4 items√ (items 14,16)		1/3 items √ (item 29)
Mesures utilisées dans notre étude.	Reconnaissance automatique des activités : « revenir sur ses pas », « locomotion », « gestes répétés ».	3/13 items √ (items 5, 7,10)			

Tableau 6 : Corrélation entre les éléments d'anxiété décrits dans l'échelle d'anxiété de Hamilton avec les mesures utilisables en recherche et utilisées dans notre étude.

Echelle d'anxiété de Hamilton ou <u>HARS</u>		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Mesures utilisées ou utilisables en recherche.	Capteurs physiologiques.		√		√					√	√				√
	Electromyographie		√					√							√
	Tests cognitifs					√									
	Caméra infrarouge									√					√
	Reconnaissance d'activité des postures						√	√				√			√
Mesures utilisées dans notre étude.	Reconnaissance automatique des activités : « gestes répétés », « gestes parasites », « revenir sur ses pas », « se coucher », « se lever »		√		√										√

1. Humeur anxieuse ; 2. Tension nerveuse ; 3. Craintes ; 4. Insomnie ; 5. Troubles de la concentration et de la mémoire ; 6. Humeur dépressive ; 7. Symptômes somatiques musculaires ; 8. Symptômes somatiques sensoriels ; 9. Symptômes cardio-vasculaires ; 10. Symptômes respiratoires ; 11. Symptômes gastro-intestinaux ; 12. Symptômes urinaires et génitaux ; 13. Autres symptômes du SNA ; 14. Comportement pendant l'entretien.

Tableau 7 : Corrélation entre les domaines décrits dans l'index de qualité du sommeil avec les mesures utilisables en recherche et utilisées dans notre étude.

Index de qualité du sommeil (PSQI)		Qualité	Latence	Durée	Efficacité	Troubles	Médic .	Fatigue le jour
Mesures utilisées ou utilisables en recherche	Objets connectés	√	√	√	√	√		
	Matelas intelligent	√	√	√	√	√		
	Capteurs portés	√	√	√	√	√		√
	Reconnaissance gestes fins.						√	
Mesures utilisées dans notre étude.	Reconnaissance automatique des activités.			√		√		

Medic : prise de médicament pour s'endormir.

Tableau 8 : Eléments recommandés dans les différents types de prise en charge utilisées par rapport aux éléments constitutifs utilisés dans ces domaines.

Harm : harmonie ; Ryth : rythme ; Temp : tempo ; Emot : émotion ; Attent : attention ; Relax : relaxation.

		Musique				Aromatherapie			Serious Games		
		Harm	Ryth	Temp	Mélodie connue	Citronellal citral	Linalol, Acétate de linalyle	cinéol 1.8	Emot	Attent	Relax
R E F E R E N C E S	Apathie		√	√	√	√		√	√		
	Anxiété.	√	√	√	√		√	√		√	
	Agitation.	√	√	√	√		√			√	
	Troubles du sommeil.		√	√	√		√				√
U T I L I S E S	Apathie	√	√	√		√		√			
	Anxiété.	√	√	√			√	√		√	
	Agitation.	√	√	√			√			√	
	Troubles du sommeil.	√	√	√			√				