

Projet ANR-2010-TECS-012

CIRDO Recherche industrielle

Programme TecSan 2010

A	Identification	3
B	Résumé consolidé public	3
B.1	recommandations pour les résumés consolidés publics	3
B.2	Résumé consolidé public en français	6
B.3	Résumé consolidé public en anglais	6
C	Mémoire scientifique	6
C.1	<i>Résumé du mémoire</i>	7
C.2	Enjeux et problématique, état de l'art	7
C.2.1	Contexte et enjeux de la recherche	7
C.2.2	Etat de l'art	8
C.3	Approche scientifique et technique	9
C.3.1	Etudes de terrains	9
A.	L'analyse du processus de chute	9
B.	Modélisation de la chute	10
C.	Prospection de l'acceptation de CIRDO par les acteurs du domicile	11
D.	Le système CIRDO	11
C.4	Résultats obtenus	12
C.4.1	Analyse vidéo	12
C.4.2	Analyse audio : reconnaissance automatique de la parole âgée	13
C.5	Exploitation des résultats	14
C.6	Discussion	15
C.6.1	Fusion des informations	15
C.6.2	Expérimentations : Acquisitions de données et enregistrement d'un corpus en conditions réalistes	16
	Protocole expérimental	16
	Configuration matérielle	17

Corpus.....	17
C.7 Discussion C8 /conclusion.....	17
C.8 Références.....	18
D Liste des livrables	20
E Impact du projet	23
E.1 Indicateurs d'impact	23
E.2 Liste des publications et communications	25
E.3 Liste des éléments de valorisation	27
E.4 Bilan et suivi des personnels recrutés en CDD (hors stagiaires)	29

Ce document est à remplir par le coordinateur en collaboration avec les partenaires du projet. L'ensemble des partenaires doit avoir une copie de la version transmise à l'ANR.

Ce modèle doit être utilisé uniquement pour le compte-rendu de fin de projet.

A IDENTIFICATION

Acronyme du projet	CIRDO Recherche industrielle
Titre du projet	Un Compagnon Intelligent Réagissant au doigt et à l'Oeil
Coordinateur du projet (société/organisme)	Université Claude Bernard Lyon 1 – Laboratoire d'InfoRmatique en Image et Systèmes d'information – Equipe SAARA
Période du projet (date de début – date de fin)	01/12/2010 31/08/2014
Site web du projet, le cas échéant	

Rédacteur de ce rapport	
Civilité, prénom, nom	Pr. Saida BOUAKAZ
Téléphone	04 72 44 58 83
Adresse électronique	
Date de rédaction	Septembre 2014

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)	LIRIS - SAARA – Saida Bouakaz LIG – GETALP – Michel Vacher GREPS – Marc-Eric Bobillier Chaumon CATEL – Jean-Baptiste Lavault IRSAP – Jean-Paul Vimont FSI – Bernard D'Oriano
---	---

B RESUME CONSOLIDE PUBLIC

Ce résumé est destiné à être diffusé auprès d'un large public pour promouvoir les résultats du projet, il ne fera donc pas mention de résultats confidentiels et utilisera un vocabulaire adapté mais n'excluant pas les termes techniques. Il en sera fourni une version française et une version en anglais. Il est nécessaire de respecter les instructions ci-dessous.

B.1 RECOMMANDATIONS POUR LES RESUMES CONSOLIDES PUBLICS

Les résumés publics en français et en anglais pourront être structurés de la façon suivante.

Titre d'accroche du projet

CIRDO RI : Compagnon Intelligent Répondant à l'CEil et à la voix

Titre d'accroche, si possible percutant et concis, qui résume et explicite votre projet selon une logique grand public : il n'est pas nécessaire de présenter exhaustivement le projet mais il faut plutôt s'appuyer sur son aspect le plus marquant.

Les deux premiers paragraphes sont précédés d'un titre spécifique au projet rédigé par vos soins.

Titre 1 : situe l'objectif général du projet et sa problématique

CIRDO RI : un projet de télélien social augmenté pour l'assistance au maintien à domicile des personnes âgées dans un cadre sécurisé.

Paragraphe 1 : (environ 1200 caractères espaces compris)

Le paragraphe 1 précise les enjeux et objectifs du projet : indiquez le contexte, l'objectif général, les problèmes traités, les solutions recherchées, les perspectives et les retombées au niveau technique ou/et sociétal

En raison de l'augmentation de l'espérance de vie dans les pays développés au cours de la dernière décennie, le maintien à domicile des Personnes Âgées (PA) dépendantes est un réel enjeu économique et sociétal.

Le but est de retarder autant que possible le passage vers une maison médicalisée. De telles démarches se positionnent par la mise en place de services innovants en vue d'améliorer la qualité de vie des seniors, de maintenir leur indépendance dans un cadre de vie normal tout en assurant leur sécurité. C'est dans ce contexte que se positionne le projet de recherche CIRDO RI dont l'idée principale est d'utiliser -dans le même processus- l'analyse vidéo et la reconnaissance de la parole pour détecter automatiquement les chutes et alerter les secours le cas échéant. Pour assurer une réactivité dans la détection de situations de détresse tout en préservant l'intimité de la personne, la solution développée opère de façon autonome en temps réel. CIRDO RI s'appuie sur la technologie e-lilo, développé par la société Technosens et adopte une pluridisciplinarité associant les sciences informatiques, sociales, des industriels de terrain, des formateurs et des acteurs de la télésanté.

Titre 2 : précise les méthodes ou technologies utilisées (150 caractères max espaces compris)

De la détection à l'identification des chutes et prospection de l'acceptation de l'outil

Paragraphe 2 : (environ 1200 caractères espaces compris)

Le paragraphe 2 indique comment les résultats attendus sont obtenus grâce à certaines méthodes ou/et technologies. Les technologies utilisées ou/et les méthodes permettant de surmonter les verrous sont explicitées (il faut éviter le jargon scientifique, les acronymes ou les abréviations).

L'analyse du processus de chute en situation domestique a été réalisée sur la base d'entretiens semi-directifs, de la méthode des incidences critiques et de la méthode de personnas réalisés auprès d'une soixantaine de personnes âgées. Des tests d'usage avec scénario ont été élaborés sur le démonstrateur CIRDO RI dans un living-lab.

Pour ce qui est de la prospection de l'acceptation technologique de CIRDO RI, nous avons utilisés des entretiens (individuels et collectifs), des focus group, des observations d'activité ainsi que la méthode du magicien d'Oz menée auprès des différents acteurs du domicile (environ 70 au total : personnes âgées, aidants familiaux, intervenants à domicile).

Le développement d'un système de Reconnaissance Automatique de la Parole (RAP) adapté aux personnes âgées a nécessité l'enregistrement de 3 corpus adapté à l'application : AD80 (voix jeunes et âgées, parole lue), ERES38 (voix âgée, parole spontanée), Voix Détresse (voix jeunes et âgées émues). Ces corpus ont permis l'adaptation du système d'analyse sonore temps-réel CIRDOX à ce type de population. La mise en place d'un système d'analyse de séquences vidéo pour la détection de chute a nécessité le développement de méthode originale pour l'identification de la silhouette dans un environnement non contrôlé (changement de lumière, décors, ...).

Le processus fusionnant les informations provenant du module de traitement vidéo et du module de traitement audio a été évalué sur les acquisitions réalisés lors l'acquisition de séquence vidéo en milieu réel type living-lab dans l'appartement DOMUS.

Résultats majeurs du projet (environ 600 caractères espaces compris)

Faits marquants diffusables en direction du grand public, expliciter les applications ou/et les usages rendus possibles, quelles sont les pistes de recherche ou/et de développement originales, éventuellement non prévues au départ.

Préciser aussi toute autre retombée= partenariats internationaux, nouveaux débouchés, nouveaux contrats, start-up, synergies de recherche, pôles de compétitivités, etc.

Fait marquant diffusé en direction du grand public

- Organisation de table ronde par IRSAP décembre 2011 : « Technologie et services à la personne : quels freins ? Quels gains ? (Service à la personne).

Piste de recherche et/ou de développement original

- Développement de démarche par triangulation méthodologique permettant d'analyse des conduites à risque et de prospecter l'acceptation située de technologies émergentes.

Retombées en matière de nouveaux projets de recherche & de Synergie de recherche

- Projet Vod@com proposé par M. Vacher dans le cadre de l'ANR sur le développement d'une solution de commande vocale au domicile de personnes fragilisée (GRePS & Getalp)
- Projet NudgeSYS soumis dans le cadre des appels à projet européen H2020 sur le développement d'une solution technologique d'éducation à la santé et aux "bonnes conduites". (Technosens & GRePS).
- Project: OMEGA Optimization-based forward Musculoskeletal simulation of pathological Gait :pre-proposal PRCI soumis par le LIRIS sur la perte progressive de la masse musculaire liée au vieillissement : la sarcopénie

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

Ne pas mettre une simple liste mais faire quelques commentaires. Vous pouvez aussi indiquer les actions de normalisation

Les travaux réalisés ont donné lieu à

5 publications dans des revues internationales à fort facteur d'impact

13 communications dans des conférences européennes et internationales (avec actes).

9 communications dans des conférences nationales

Certaines de ces publications sont le fruit d'une collaboration pluridisciplinaire entre les membres du consortium et impliquent des jeunes chercheurs. Ces résultats sont complétés par l'organisation/participation de tables rondes ainsi que des interventions lors des journées « services à la personne » et les journées télésanté-Catel.

Dans le cadre de la formation pour et par la recherche, le projet CIRDO RI a permis d'impliquer des étudiants (12) de master 2 aussi bien en informatique qu'en SHS.

Illustration

Une illustration avec un schéma, graphique ou photo et une brève légende. L'illustration doit être clairement lisible à une taille d'environ 6cm de large et 5cm de hauteur. Prévoir une résolution suffisante pour l'impression. Envoyer seulement des illustrations dont vous détenez les droits.

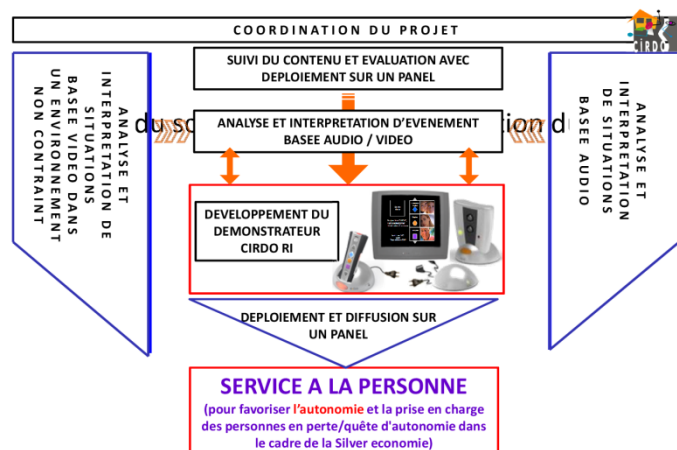


Figure 1: schéma général du système CIRDO RI

Informations factuelles

Rédiger une phrase précisant le type de projet (recherche industrielle, recherche fondamentale, développement expérimental, exploratoire, innovation, etc.), le coordonnateur, les partenaires, la date de démarrage effectif, la durée du projet, l'aide ANR et le coût global du projet, par exemple « Le projet XXX est un projet de recherche fondamentale coordonné par xxx. Il associe aussi xxx, ainsi que des laboratoires xxx et xxx). Le projet a commencé en juin 2006 et a duré 36 mois. Il a bénéficié d'une aide ANR de xxx € pour un coût global de l'ordre de xxx € »

Le projet CIRDO RI - Recherche Industriel est un projet de recherche développement coordonné par le professeur Saida Bouakaz. Il associe l'entreprise Technosens, les laboratoires LIRIS (UMR5206), LIG-Getalp (UMR 5217) et le GRePS (EA 4163) ainsi que deux organismes professionnels du service à la personne :le CATEL1 et l'IRSAP2 . Le projet a commencé en décembre 2010 et a duré 45 mois. Il a bénéficié d'une aide ANR globale de 733755 € pour un coût total de l'ordre de 1978030 €. Le montant de la subvention était réparti entre 6 partenaires dont 3 académiques, 1 industriel et 2 organismes professionnels du service à la personne.

B.2 RESUME CONSOLIDE PUBLIC EN FRANÇAIS

CIRDO RI est un projet qui vise à mettre au point un système d'assistance pour faciliter le maintien à domicile des personnes âgées et/ou dépendantes. Il a pour objectif de sécuriser les seniors et de favoriser leur autonomie pour soulager les familles et les aidants. L'idée principale du projet CIRDO RI est d'utiliser -dans le même processus- l'analyse vidéo et la reconnaissance de la parole pour détecter automatiquement et identifier les situations de stress et alerter les secours le cas échéant. Pour répondre aux contraintes fixées dans le projet CIRDO RI comme le respect de l'intimité, la préservation de l'information privée et la réactivité dans la détection de chutes, les solutions proposées opèrent en tâches de fond, sans l'intervention d'un opérateur, et en temps réel. Outre l'aspect technique, une étude a été réalisée sur l'évaluation psycho-sociale et psycho-ergonomique de ces technologies par des utilisateurs potentiels et leur entourage (famille, aidants...) au niveau de leur utilisabilité et de leur acceptabilité notamment. Des expérimentations conduites dans un milieu réaliste ont permis l'enregistrement de données audio et vidéo correspondant au cas d'usage.

B.3 RESUME CONSOLIDE PUBLIC EN ANGLAIS

Suivre impérativement les instructions ci-dessus.

CIRDO RI project is intended to establish new healthcare systems to ensure the safety at home of seniors. In particular, extending "e-lio" devise, CIRDO RI aims to develop a system which makes it possible for elderly to live with a sufficient degree of autonomy. To achieve this goal, generic purposes on video analysis and audio processing are discussed and implemented in the same process and run simultaneously. Through GPU implementation, the tasks are done in real time. To comply with the requirements set out in the CIRDO RI project as respect privacy and preserve personal data, the processing tasks is performed in background, without any human intrusion. To have different types of fall for our experiences, several scenarii were designed and performed by several persons. Besides the technical aspect, the project focuses on generic technology validation by potential users and their human environment (family, caregivers, etc.). Psychological and ergonomic assessment on the use was conducted. It focused on the usefulness, usability and acceptance of the tool. This study has been complemented by investigation of knowledge acquired by professionals (geriatricians, caregivers' school and associations)

C MEMOIRE SCIENTIFIQUE

Minimum 5 - Maximum 10 pages. On donne ci-dessous des indications sur le contenu possible du mémoire. Ce mémoire peut être accompagné de rapports annexes plus détaillés.

Le mémoire scientifique couvre la totalité de la durée du projet. Il doit présenter une synthèse auto-suffisante rappelant les objectifs, le travail réalisé et les résultats obtenus mis en perspective avec les attentes initiales et l'état de l'art. C'est un document d'un format semblable à celui des articles scientifiques ou des monographies. Il doit refléter le caractère collectif de l'effort fait par les partenaires au cours du projet. Le coordinateur prépare ce rapport sur la base des contributions de tous les partenaires. Une version préliminaire en est soumise à l'ANR pour la revue de fin de projet.

Un mémoire scientifique signalé comme confidentiel ne sera pas diffusé. Justifier brièvement la raison de la confidentialité demandée. Les mémoires non confidentiels seront susceptibles d'être diffusés par l'ANR, notamment via les archives ouvertes .

¹ <http://www.catel.pro/>

²

C.1 RESUME DU MEMOIRE

Ce résumé peut être repris du résumé consolidé public.

CIRDO RI est un projet qui vise à mettre au point un système d'assistance pour faciliter le maintien à domicile des personnes âgées et/ou dépendantes. Il a pour objectif de sécuriser les seniors et de favoriser leur autonomie pour soulager les familles et les aidants. L'idée principale du projet CIRDO RI est d'utiliser -dans le même processus- l'analyse vidéo et la reconnaissance de la parole pour détecter automatiquement et identifier les situations de stress et alerter les secours le cas échéant. Afin de répondre aux contraintes fixées dans le projet CIRDO RI comme le respect de l'intimité, la préservation de l'information privée et la réactivité dans la détection de chutes, les solutions proposées opèrent en tâches de fond, sans l'intervention d'un opérateur. L'implémentation des algorithmes relatifs à l'analyse vidéo sur GPU a permis d'assurer une exécution en temps réel. Outre l'aspect technique, une étude a été réalisée sur l'évaluation psycho-sociale et psycho-ergonomique de ces technologies par des utilisateurs potentiels et leur entourage (famille, aidants...) au niveau de leur utilisabilité et de leur acceptabilité notamment. Des expérimentations conduites dans un milieu réaliste ont permis l'enregistrement de données audio et vidéo correspondant au cas d'usage.

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

Présenter les enjeux initiaux du projet, la problématique formulée par le projet, et l'état de l'art sur lequel il s'appuie. Présenter leurs éventuelles évolutions pendant la durée du projet (les apports propres au projet sont présentés en C.4).

C.2.1 CONTEXTE ET ENJEUX DE LA RECHERCHE

Le maintien à domicile des Personnes Âgées (PA) dépendantes devient une priorité dans nos sociétés pour des raisons tant économiques que sociétales. Ce concept, « vieillir chez soi », a vu le jour en raison de l'augmentation de l'espérance de vie dans tous les pays développés au cours de la dernière décennie. Un moyen consiste à retarder le passage vers une maison médicalisée. Dans ce contexte, le but de l'Ambient Assisted Living (AAL) ou assistance à la vie autonome de développer des programmes visent à mettre en place des services innovants en vue d'améliorer la qualité de vie des personnes âgées, de maintenir leur indépendance dans un cadre de vie normal sachant que les personnes âgées sont les plus touchées par des maladies physiques ou cognitives.

C'est dans ce contexte que se positionne notre projet de recherche CIRDO RI (projet ANR-CNSA). Une approche de « conception centrée utilisateur » [1] et une démarche de recherche pluridisciplinaire associent des chercheurs en informatique, en psychologie ergonomique et psychologie sociale, des industriels de terrain, des formateurs et un réseau d'acteurs de la télésanté.

Ce projet a pour objectif de conduire à la conception d'une technologie ambiante (disséminée dans le foyer) permettant, par des systèmes audio et vidéo, de détecter automatiquement les chutes et d'alerter les secours le cas échéant. L'impact attendu de ce projet est l'amélioration de la sensation de sécurité et d'autonomie. Contrairement aux systèmes existants, la personne n'a pas besoin de porter un capteur en permanence. En effet, si la personne tombe en étant dans le champ de la caméra, le système peut réagir immédiatement. Si la personne est hors du champ de la caméra elle conserve la possibilité d'appeler à l'aide grâce à des microphones. Les verrous scientifiques que ce projet se propose de lever sont de deux natures :

- l'acceptation réelle de capteurs vidéo / audio est très variable selon la situation de l'utilisateur. Souvent, il n'est pas suffisant de considérer seulement les besoins de l'utilisateur, il faut aussi prendre en compte l'avis de ses proches et des professionnels de santé.
- sur l'aspect informatique, le traitement de la parole, outre l'altération de la voix des personnes âgées, on est souvent confronté à la présence de bruit de fond (radio, télévision). Quant au traitement vidéo, il est rendu difficile par les changements des conditions d'acquisition au cours de la journée, la diversité des objets présents dans l'environnement etc. L'analyse et l'identification de la chute en milieu domestique reste un défi important en raison de la configuration des contextes de vie, de la variabilité des profils des sujets et leurs fragilités [19]

Les étapes de l'étude sont les suivantes : (i) modélisation du processus de chute des personnes âgées au domicile et enquête sur les conditions d'acceptation du système *CIRDO RI* par les différents acteurs du foyer, (ii) conception des modèles d'analyse informatique nécessaires sur la base de cette étude, (iii) élaboration d'un système d'assistance et finalement, (iv) validation avec les utilisateurs ciblés.

C.2.2 ETAT DE L'ART

Le processus de vieillissement se caractérise par un déclin des principales capacités biophysiques, affectant les rôles sociaux et l'intégration des personnes âgées au sein de la société [4]. Ils se traduisent par un repli de la personne sur le domicile, un affaiblissement significatif de ses rôles sociaux et familiaux [5], et surtout une perte de but et d'identité (théorie du désengagement de Cumming & Henry [6]). Toutefois avoir moins d'activités ne signifie pas nécessairement être moins impliqué dans celles qui sont conservées [7]. Comme l'indiquent Fontaine et [41], ces dégradations socio-biophysiques ne sont ni inéluctables ni irréversibles, selon les étapes de progression du vieillissement. Celui-ci peut ainsi être normal, pathologique, optimal ou encore réussi lorsque la PA parvient à s'adapter et à intégrer les variations de situation.

Ainsi, la survenue des incapacités ne résiderait pas seulement dans l'individu, mais se situerait aussi dans l'interaction avec son environnement [8]. Dans cette perspective, deux modèles se distinguent (selon Ebsersold [8]) : un modèle « intégratif » où la réduction des handicaps passe par une action sur l'individu (rééducation, appareillages...) et un modèle « participatif » où l'environnement supplée les déficiences. Le projet *CIRDO RI* s'inscrit dans cette seconde approche en proposant d'adapter l'environnement de vie à la personne âgée dépendante. Cette technologie ambiante vise à transformer une situation d'empêchement en une situation adaptée.

Selon les enquêtes permanentes sur les risques d'accidents pour les personnes âgées, les chutes représentent 90% des accidents de la vie courante recensés dans les services d'urgence chez les plus de 75 ans. Définie comme « le fait de se retrouver involontairement sur le sol ou dans une position de niveau inférieur par rapport à sa position de départ », la chute se traduit comme un phénomène difficilement appréhendable. Selon une étude menée par ALTIVIS en 2006 sur les besoins des personnes âgées vivant à leur domicile, la peur de la chute arrive en deuxième position après celle de la dépendance. Les conséquences de la chute sont importantes, notamment d'ordres psychomoteurs et sociaux[18]. Elles se traduisent par une limitation des sorties et une majoration de l'isolement. La personne âgée entre alors dans un relatif état de dépendance et s'insère dans une spirale dangereuse qui rend le maintien à domicile difficile et qui accentue du même coup les effets délétères du vieillissement [41]. Ballinger et al. montrent cependant que la personne âgée sous-estime le risque qu'elle encoure [26]. Les biais intervenant dans cette auto-évaluation relèvent d'un sentiment de supériorité, d'optimisme ou encore d'une illusion d'invulnérabilité. Ce déni peut ainsi influencer la manière dont les PA perçoivent l'utilité et l'intérêt de dispositif de protection, comme *CIRDO RI*. Selon une étude réalisée par l'INPES en France en 2006, le risque de chute est cependant important : près d'une personne âgée de 65 à 75 ans sur quatre a indiqué qu'elle avait chuté dans les douze mois écoulés. Ces chutes représentent près de 80% des accidents de la vie courante. Elles interviennent dans plus de 60% des cas à domicile et sont responsables d'environ 9300 décès chaque année chez les plus de 65 ans.

Étant données les graves conséquences qui peuvent suivre une chute, de nombreuses solutions ont été développées pour la détecter aussi rapidement que possible. Différents dispositifs ont été conçus dont un grand nombre qui préconisent l'usage d'un capteur porté par la personne (Bloch, 2011) comme des gyroscopes [3]. D'autres systèmes proposent l'utilisation de microphones, cette modalité est souvent utilisée conjointement avec la détection de mouvement au moyen d'un accéléromètre [20], [21]. Charalampos et al. [21] a proposé un système d'assistance s'appuyant sur la détection de la chute du corps et de la crainte dans les expressions vocales grâce à une analyse à la fois du son et du mouvement, mais dans ce cas la personne est astreinte au port permanent de capteurs. Une autre approche consistait à utiliser un système de dialogue permettant de remplacer le système traditionnel

d'appel d'urgence [22]. Cependant, le vocabulaire du prototype proposé était très limité (« yes » ou « no ») et le système n'a pas été testé avec des utilisateurs âgés. On peut également citer le projet Companioable [23] qui propose un robot compagnon, capable de se déplacer au voisinage de la personne. Le robot est capable de comprendre des commandes prononcées en néerlandais, les appels de détresse ne semblent pas avoir été prévus. Les capacités du système sont limitées par la capacité du robot à se déplacer près de la personne et il n'y a pas eu d'étude montrant la faisabilité d'implantation d'un tel système au domicile même de la personne. Concernant l'utilisation des séquences vidéo, des systèmes de vidéosurveillance à distance peuvent être trouvés dans le commerce. Ces dispositifs proposent une transmission d'un flux vidéo continu, à une personne tiers ou une centrale de surveillance. Si de telles solutions permettent de s'affranchir du port d'un dispositif, leur caractère intrusif en limite l'utilisation.

L'originalité du projet CIRDO RI réside dans la combinaison des analyses audio et vidéo ainsi qu'à une conception qui s'est appuyée sur une étude de terrain. Le traitement de la vidéo est très précis pour détecter des mouvements de la personne, mais son action est limitée à l'angle de vision de la caméra et peut être gênée par les changements des lumières ambiantes. L'une des étapes clé est liée à la discrimination sujet/ fond. La difficulté tient à la variabilité des conditions de l'acquisition des séquences vidéo et leurs changements au cours du temps. On peut citer les changements de lumière aux différents moments de la journée, les ombres, les occultations et le phénomène de « camouflage » (dû aux ressemblances de couleurs et motifs entre fond et forme) etc. [31, 33]. L'acquisition des sons émis dans ces cas permet de compléter l'information par la reconnaissance vocale. Soulignons à ce propos que des études ont montré que l'analyse sonore, bien qu'étant intrusive, est néanmoins acceptée par la population âgée [24, 25]. Cependant, le vieillissement influence fortement la voix et les mouvements de la personne. En effet, la voix âgée comporte certaines caractéristiques telles que la production imprécises des consonnes, des tremblements et une articulation plus lente [10]. Quant à l'anatomie, certaines études ont montré une dégénération due à l'âge avec une atrophie des cordes vocales, une calcification des cartilages laryngés et des changements des muscles du larynx [11, 12].

C'est pourquoi, dans le contexte du développement d'une technologie basée sur l'analyse de la parole, la voix âgée peut influencer les performances des systèmes de reconnaissance automatique. Certains auteurs ont observé une chute de performance des systèmes classiques de Reconnaissance Automatique de la Parole (RAP) sur la voix âgée car leurs modèles acoustiques sont appris sur des corpus de voix jeunes [14, 13]. En plus des changements physiques dus à l'âge, d'autres facteurs peuvent intervenir comme la présence d'appareils électroménagers bruyants ou des émotions qui peuvent altérer la voix [15].

C.3 APPROCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

Soulignons que l'originalité du projet CIRDO RI réside dans la combinaison d'analyses audio et vidéo ainsi qu'à une étude de terrain approfondie. L'analyse vidéo est assez efficace pour détecter les mouvements de la personne mais son action est limitée par les problèmes d'occultation, le changement d'éclairage. La reconnaissance de parole ne donne pas d'indication sur les mouvements mais peut apporter de l'information en cas d'appel de détresse.

C.3.1 ETUDES DE TERRAINS

A. L'ANALYSE DU PROCESSUS DE CHUTE

Le risque de chute est souvent causé par l'intrication de plusieurs facteurs dits à risques, de types intrinsèques (liés à des fragilités, son expérience, sa représentation du risque...) et/ou extrinsèques (éléments de l'environnement) ainsi qu'à des éléments socio- culturels : expériences personnelles / partagées de la chute, son histoire de vie etc. [26, 27].

Un premier objectif était d'analyser finement les différents cas de chutes subies par les PA afin d'identifier les poses clefs (différents comportements, gestes et postures réalisés dans la chute) et les mots clefs (paroles, sons, mots prononcés) caractéristiques des situations dangereuses et qui peuvent être réutilisés par les concepteurs pour configurer les dispositifs audio et vidéo de *CIRDO RI* pour la détection des chutes. Dans cette perspective, un certain nombre de questions ont guidé nos analyses : quels sont les différents types d'activités effectuées au quotidien par la personne âgée à son domicile (AVQ) ? Quelles sont les caractéristiques de ces chutes et les facteurs incriminés ? Sur quels descripteurs comportementaux et verbaux le système *CIRDO RI* peut-il se baser pour détecter automatiquement ces situations ? Que faut-il aussi privilégier pour l'implémentation de *CIRDO RI* tant aux niveaux des capteurs (plutôt une analyse audio et/ou vidéo) que des pièces de la maison à équiper (respect de l'intimité vs zones à risque) ?

La démarche de formalisation des chutes s'est déroulée sur 4 étapes : (i) l'analyse des activités de la vie quotidienne et des situations à risque au domicile de la personne âgée en décrivant finement les modalités de chutes (causes, conditions, incidences) par des entretiens semi-directifs associant la méthode des incidents critiques (sur 57 personnes âgées) et des focus-groupes menés sur 2 groupes de 10 sujets âgés ; (ii) l'identification des poses-clefs et des mots-clefs spécifiques à différentes catégories de chutes (trébucher, tomber, glisser) obtenue à partir de simulations filmées et de techniques de verbalisations (simultanée, consécutive) ; (iii) l'écriture de 12 scénarii de chutes à partir de la méthode des Personas et (iv) la mise en situation de ces incidents en contexte semi-réel (Living-lab) rejoué par 18 sujets.

B. MODÉLISATION DE LA CHUTE

Nous avons ainsi pu reconstruire les « script » de ces différentes chutes en décrivant d'une part les conditions de la chute (caractéristiques de la personne, activité réalisée, lieu, moment, causes et circonstances de l'incident...) et d'autres part, les modalités de la chute : quels sont les différents membres du corps mobilisés (membres supérieurs/inférieurs), la direction et l'amplitude de chaque mouvement (bras vers le haut/ bas, corps à droite/gauche..), la vélocité (vitesse et direction du corps) ses réactions au sol (cherche à se relever, rampe....) ainsi que les temps d'(in)action (ie. durée d'immobilisation au sol). Des phrases ou mots d'alerte ont également été identifiés à différents moments de la chute : « AAhhh, zuuut, qu'est ce qui m'arrive, Oh merde, merde ...). (cf Figure 1)

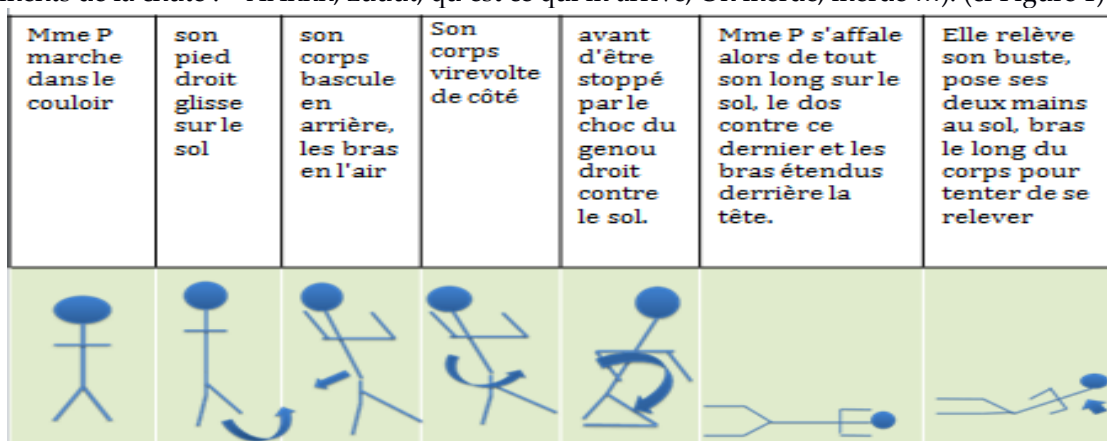


Figure 2: différentes phases d'une chute

Par la méthode des personas, nous avons aussi décrit finement par des scénarios, les contextes de réalisation et de déroulement des chutes, qui visaient deux objectifs : (i) d'une part avoir une représentation assez claire et précise des différentes chutes identifiées (28) de façon à pouvoir les catégoriser et à les regrouper dans trois grandes classes discriminantes : en l'occurrence tomber (s'affaler au sol, depuis une posture statique), glisser (déséquilibre du corps dans la continuité d'un déplacement) et trébucher (perte de verticalité induite par un choc contre un obstacle), (ii) d'autre part, faire rejouer ces scénarii

par 20 sujets dans un contexte d'expérimentation de type living lab, afin d'affiner les paramétrages de détection et de valider ses algorithmes de repérage.

Alors que c'était le milieu de la nuit, vers 3 heures du matin, Mme P., 70 ans, se lève pour aller boire un verre d'eau dans la cuisine. Elle avance dans la pénombre de la nuit, d'une bonne allure pour vite retourner se coucher. Alors qu'elle ne voit rien, son pied droit glisse sur le sol, elle perd l'équilibre et tout son corps part en arrière. A cause de la vitesse à laquelle elle marchait, son corps virevolte de côté. Son genou droit heurte alors violemment le sol. Et c'est tout le corps de Mme P qui heurte le sol ; elle se retrouve allongée dos au sol, les bras étendus derrière la tête. Elle relève alors son buste et se tourne légèrement vers la droite, en prenant appui sur son bras pour tenter de se relever. En vain, elle se tourne sur la gauche, prend appui sur son bras, plie sa jambe gauche afin de prendre appui sur son genou. Elle pousse sur ses bras et son genou afin de se relever.

Cadre 1 : Exemple Scénario de chute selon la méthode des personas

C. PROSPECTION DE L'ACCEPTATION DE CIRDO RI PAR LES ACTEURS DU DOMICILE

Cette seconde étude avait pour but d'explorer les conditions d'acceptation du futur système CIRDO RI qui doit s'intégrer dans un système socio-domestique particulier, composé de la PA elle-même, de son entourage familial et des aidants professionnels. Nous étudions dans quelle mesure ce dispositif peut reconfigurer les activités, les rôles et les articulations entre les différents protagonistes du domicile.

Pour mener à bien à ces analyses, nous avons utilisé diverses méthodes qualitatives de recueil de données (entretiens, focus groupe, analyse de l'activité et technique du magicien d'Oz) et nous nous sommes appuyés sur le modèle théorique du système d'activité (Engöström, 1987) pour disposer d'une grille de lecture des différentes logiques et conduites en œuvre.

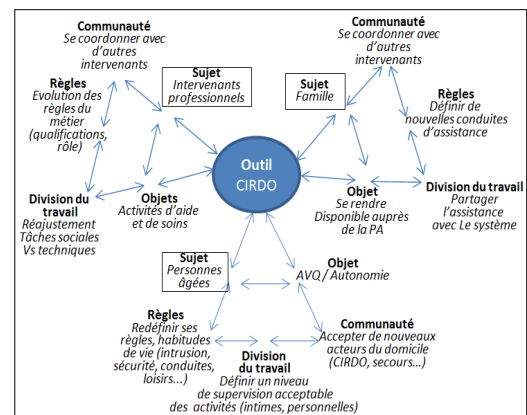


Figure 3: modèle du Système d'activité de CIRDO

Nous avons cherché à évaluer la manière dont chaque acteur du domicile (personne âgée, intervenants professionnels et aidants familiaux: près de 70 personnes au total) considère individuellement et collectivement l'impact de CIRDO RI sur/entre leur système d'activité respectif. Les résultats (Cf. Modèle du système d'activité de CIRDO RI) montrent qu'en fonction de son expérience, de son parcours et de ses besoins, chaque intervenant du domicile a une vision différente de l'objet technique de son activité (de soutien, d'aide, de soins, de prévention, de régulation...), et présente donc des attentes et des craintes spécifiques vis-à-vis du système. La fonction et les finalités de ce dernier sont donc (implicitement) hétérogènes puisqu'interprétées différemment par les divers intervenants. Des visions qui peuvent être aussi partielles, conflictuelles, voire partiellement contradictoires. Toute la difficulté dans la conception et l'implémentation de CIRDO RI est donc de s'ajuster à un système sociodomestique qui est à chaque fois différent compte tenu (i) de la diversité des activités à risque de la personne âgée, et (ii) des intérêts des différents acteurs du domicile. Ces derniers se révélant également de puissants médiateurs (prescripteurs / prospecteurs) dans l'utilisation et l'adoption finale du système.

D. LE SYSTEME CIRDO RI

L'organisation générale du système CIRDO RI est décrite sur la figure ci-dessous. Le flux vidéo est traité par le module vidéo qui a pour tâche d'extraire en continu la position de la personne et d'identifier sa posture. Le flux audio est traité par le module audio (CIRDOX) qui extrait en continu les informations contenues dans le flux sonore. Ces informations audio et vidéo sont envoyées au fil de l'eau au module de fusion/décision qui analyse les événements entrants, identifie les situations et

décide si il y a lieu d'envoyer un appel d'urgence au moyen du système e-lio (<http://www.technosens.fr>).

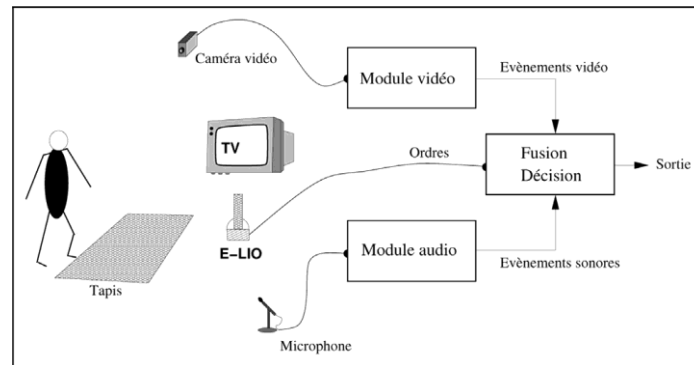


Figure 4: architecture générale du système CIRDO RI

C.4 RESULTATS OBTENUS

Positionner les résultats par rapports aux livrables du projet et aux publications, brevets etc. Revisiter l'état de l'art et les enjeux à la fin du projet.

C.4.1 ANALYSE VIDEO

Dans le contexte du projet CIRDO RI le but fixé dans le module « analyse vidéo » est de détecter et d'identifier les situations stressées et en particulier les cas de chutes ou d'immobilité prolongée.

L'acquisition vidéo en intérieur dans un espace privé peut bénéficier de quelques conditions d'exploitation favorables : des caméras stables non soumises à des facteurs provoquant des vibrations ni à des phénomènes météorologiques directs. Toutefois, les scènes d'un environnement de vie quotidienne sont caractérisées par d'autres particularités qui augmentent les difficultés de traitements et d'interprétation des situations [28]. Parmi les difficultés les plus importantes, nous citerons : (i) le changement brusque d'éclairage et de luminosité (une lampe qui s'allume, un rideau qui bouge), (ii) la proximité des couleurs et des motifs ainsi que le manque de contraste entre l'habillement du sujet et les éléments du décor (tapisserie, rideaux, etc.) induisant ainsi des phénomènes de camouflage, (iii) la diversité des sources d'éclairage --souvent artificielles-- qui peuvent générer des ombres connectées aux objets et ainsi affecter la détection et l'identification du sujet d'intérêt, (iv) la diversité des objets (meubles, glaces, tapis, etc.) présents dans l'environnement de vie (salon, cuisine, chambre etc.) et dont certains sont susceptibles d'être déplacés.

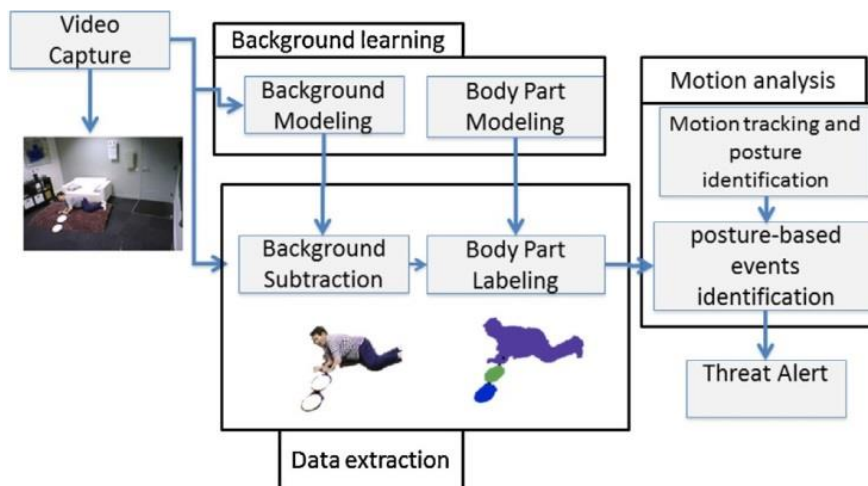
Compte tenu du contexte applicatif, on se situe dans le cas où les caméras sont fixes et calibrées et le champ de visibilité parfaitement limité. L'acquisition vidéo se fait en permanence, le module vidéo opère en tâche de fond, l'interprétation est réalisée de façon automatique sans l'intervention d'un opérateur. Dans ce contexte nous nous intéressons à la détection d'événements particuliers : la chute, la mobilité prolongée. Notre système se base sur l'extraction de la silhouette versus la suppression de l'arrière-plan. La silhouette extraite est utilisée pour obtenir des caractéristiques de mouvements utiles à l'identification des situations citées ci-dessus. Le traitement se décompose en quatre étapes : (1) apprentissage de l'arrière-plan, (2) extraction de la silhouette, (3) analyse de la posture et suivi du mouvement, (4) reconnaissance (d'une posture) de chute ou immobilité prolongée pour envoi au système de fusion. A l'instar du traitement audio, pour respecter l'intimité de la personne, les scènes qui ne correspondent pas à une situation de détresse ne sont pas enregistrées.

Le modèle utilisé pour l'apprentissage de l'arrière-plan est une variante de mélange de gaussiennes ou MOG (Mixture Of Gaussian) [30] que nous avons adapté à une représentation multi-niveaux : pixel, région, image qui est calculée en séparant les informations de luminance et chrominance. Il s'agit d'un modèle bien adapté à la modélisation du fond d'image et constitue un bon compromis entre précision

des résultats et temps de calcul. Le modèle appris est mis à jour au cours du temps par un algorithme classique de maximisation de la vraisemblance (EM3).

L'extraction de la silhouette se fait se fait d'abord au niveau du pixel par l'estimation d'une distance de Mahalanobis calculées sur tous les canaux. Un traitement au niveau région permet d'éliminer les éléments du premier plan, susceptibles de correspondre aux ombres ou aux changements rapides de lumière. Enfin l'analyse au niveau image permet de détecter les changements globaux dans la scène tout en assurant la conservation de la silhouette jusqu'à la fin du processus d'adaptation. La silhouette est ensuite segmentée en six parties : tête, tronc, quatre membres. En s'appuyant sur une modélisation de type blobs, nous réalisons le suivi des différentes parties du corps identifiées dans l'image.

La détection de chute est réalisée par une identification de la posture de la silhouette de la personne filmée [34]. L'algorithme de suivi/identification s'appuie sur un processus itératif markovien qui minimise une énergie. Enfin, la fonction d'énergie obtenue est ensuite minimisée par un algorithme de coupe de graphe [32]. Cette étape est complétée par le suivi de la tête et l'analyse de sa trajectoire [42]. Pour répondre à la contrainte temps réel, une implémentation sur GPU a été réalisée.



C.4.2 ANALYSE AUDIO : RECONNAISSANCE AUTOMATIQUE DE LA PAROLE AGE

Le rôle du module audio est de (1) détecter les événements sonores dans le bruit de fond, (2) les discriminer entre parole et son de la vie courante, et (3) reconnaître la parole prononcée pour en extraire les appels à l'aide. Ce module a été conçu pour opérer en complète autonomie en tâche de fond. Il ne nécessite aucune intervention de l'utilisateur pour le configurer ou l'initialiser. Le système effectue une écoute permanente de l'environnement sonore afin de détecter toute phrase pouvant être émise en situation de détresse, toute phrase hors de ce contexte étant rejetée. Le système opère en temps-réel pour générer une alarme dès la détection d'une phrase de détresse. Le système étant prévu pour des personnes âgées, il utilise un modèle acoustique adapté aux caractéristiques vocales de cette population sans requérir une adaptation particulière à chaque personne. L'un des enjeux est qu'il soit robuste aux émotions quand une situation de détresse intervient.

L'adaptation à la voix âgée nécessite de disposer d'une quantité importante de données de parole enregistrées par des personnes âgées. Nous avons donc enregistré un corpus de voix âgées en langue française adapté à cette application. La taille de ce corpus étant malgré tout insuffisante, nous avons adapté des modèles existants pour la voix jeune avec ce corpus. Avec cette technique, nous avons pu baisser le taux d'erreur de mots (WER) de 43,47 % à 14,52 %. Ceci permet de montrer que, bien que le corpus soit de taille assez modeste, nous obtenons des performances suffisantes pour une utilisation

³ Expectation-maximisation

du module dans *CIRDO RI*. Les détails complets de cette étude sont décrits dans les publications [35, 40]

Après une étude bibliographique en collaboration avec le GrePS et dans le prolongement d'études précédentes [36], nous avons défini une liste d'ordres vocaux (appels intentionnels au système) et d'appels de détresse que la personne peut prononcer en cas de situation critique pour demander de l'aide. Cette liste a été complétée avec des phrases banales. Au début du projet, une étude de terrain du GrePs [37] a déterminé quel type de phrases pouvait réellement être prononcées par des personnes âgées en cas de détresse. Dix exemples de chaque catégorie (détresse, ordre vocal, usuel) sont donnés dans le tableau 1. Pour permettre la comparaison de performance entre âgé et jeunes, le corpus AD80 contient des enregistrements de ces 2 types de personnes. Le nom du corpus AD80 correspond aux initiales de Anodin-Détresse, il a été enregistré par plus de 80 locuteurs. La partie « non-agée » du corpus a été enregistrée précédemment au laboratoire GETALP en 2004 et a été complétée en 2013 par des phrases basées sur les travaux de [37]. La collecte de la partie âgée du corpus a été faite entre 2009 et 2012 en collaboration avec des patients et des soignants d'un établissement spécialisé. La population cible considérée était constituée de personnes âgées de plus de 60 ans. Les enregistrements étaient faits avec un microphone placé à environ 30cm de la bouche du locuteur et un logiciel dédié affichait les phrases à lire par le locuteur avant de les enregistrer en utilisant un détecteur d'activité locale.

L'ASR utilisé est basé sur le toolkit Sphinx3 du CMU [38]. Ce décodeur utilise un modèle acoustique dépendant du contexte à 3 états HMM gauche-droite. Les vecteurs acoustiques sont des coefficients MFCC avec leurs dérivées premières et secondes. Un modèle de langage général (LM) a été estimé à partir du corpus de journaux français Gigaword. Il comprend 11018 mots (1-gram). En outre pour réduire la variabilité linguistique, un modèle LM 3-gram a été entraîné avec les phrases du corpus (233 3-grams, 193 2-grams, 88 1-gram). Au final, le modèle de langage est du type 3-gram et résulte de la combinaison du modèle général (poids de 10%) et du modèle correspondant à l'application (poids de 90%). Cette combinaison permet d'obtenir le meilleur taux de reconnaissance pour une application spécifique [39]. Elle permet de bien reconnaître les phrases du domaine tout en pouvant cependant encore reconnaître au moins partiellement des phrases hors domaine.

Pour discriminer les phrases de détresse du reste, par exemple une conversation téléphonique, chaque hypothèse de reconnaissance est comparée au niveau phonétique à des phrases de la liste de phrases de détresse en utilisant une distance de Levenshtein. La distance de Levenshtein entre 2 mots est le nombre minimum de caractères à changer (insertion, effacement, substitution) pour transformer un des mots en un autre.

C.5 EXPLOITATION DES RESULTATS

L'acquisition des séquences vidéo ont permis de confronter le module d'analyse vidéo pour la détection de chute ou de l'immobilité dans des cas d'expérimentation sur des personnes réel selon des scénarios réaliste. Dans les différents cas, l'analyse vidéo a donné des résultats fiables [43]. L'algorithme arrive à reconnaître également, les cas d'immobilité (l'impossibilité de se lever). Il est à noter que les cas filmés ne comportent que des situations types. Compte tenu de la configuration de la pièce d'expérimentation, les cas d'occultation n'étaient pas faciles à obtenir.

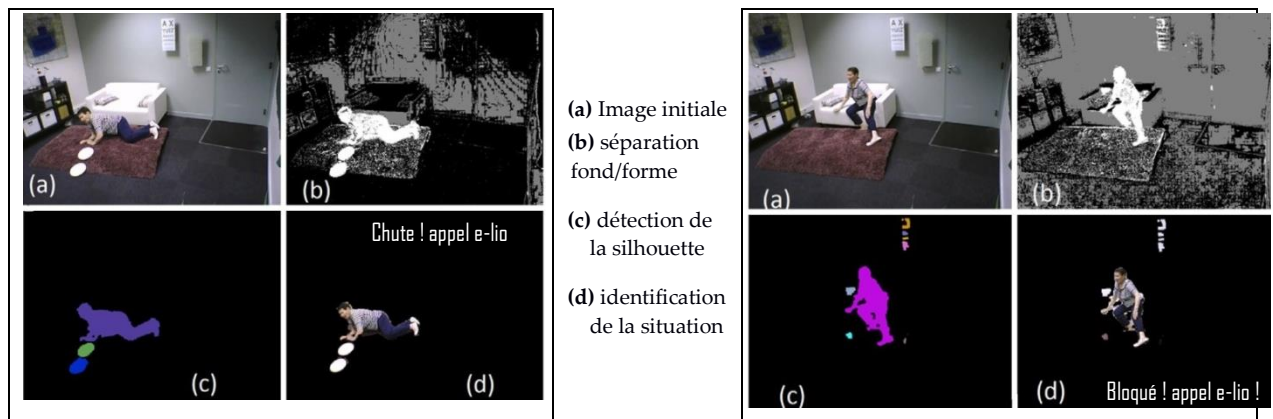


Figure 3: Résultat de l'analyse vidéo : détection d'une chute ; situation de détresse (difficulté de se lever)

Concernant le module audio, une évaluation des performances du système a été faite sur le décodage des phrases des 43 personnes âgées du corpus AD80, soit 2796 phrases d'ordre vocal ou de détresse, et 3006 phrases usuelles sur une durée de 2h et 12 minutes. Les phrases usuelles servent de perturbateur car certaines sont proches de celles de détresse (« les patates sont cuites » ; « le médecin a appelé »). Le taux moyen de WER avec le modèle acoustique adapté était 14,5 % pour les phrases de détresse et plus important pour les phrases usuelles 87,5 % ce qui correspond à l'effet souhaité. En ce qui concerne la détection de détresse, au point d'égale erreur, nous obtenons sur la table1 le test positif-négatif avec un rappel, une précision et une F-mesure égaux à 88,4, 86,9 et 87,2 %.

Threshold = 0.7	Distress	Casual
Distress	TP = 2472	FP = 374
Casual	FN = 324	FP = 374

Tableau 1: F-mesure pour la tâche de détection de phrases de détresse

Tableau 2: exemples de phrases du corpus AD80.

Exemple	Phrase de détresse	Ordre vocal	Phrase usuelle
1	Qu'est-ce qui m'arrive !	Appelle quelqu'un e-lío !	Bonjour madame !
2	Oh là !	e-lío, appelle quelqu'un !	Ça va très bien
3	Oh là ! Je saigne ! Je me suis blessé !	e-lío appelle les secours !	Ce livre est intéressant
4	Aïe ! J'ai mal !	e-lío appelle ma fille !	Il fait soleil
5	Je ne peux pas me relever !	e-lío, appelle du secours !	J'ai ouvert la porte
6	Aidez-moi !	e-lío appelle le SAMU !	Je dois prendre mon médicament !
7	Au secours !	e-lío appelle les pompiers !	J'allume la lumière !
8	Je me sens mal !	e-lío appelle mon fils !	Je me suis endormi tout de suite !
9	Je suis tombé !	e-lío tu peux téléphoner au SAMU ?	Le café est brûlant !
10	Du secours s'il vous plaît !	e-lío tu peux appeler une ambulance ?	Où sont mes lunettes ?

C.6 DISCUSSION

Discussion sur le degré de réalisation des objectifs initiaux, les verrous restant à franchir, les ruptures, les élargissements possibles, les perspectives ouvertes par le projet, l'impact scientifique, industriel ou sociétal des résultats.

C.6.1 FUSION DES INFORMATIONS

A l'issue des traitements vidéo et audio, un module de fusion de résultats récupère « les diagnostics » caractérisant la situation envoyés respectivement par le module de traitement vidéo et le module de traitement audio. Chaque diagnostic est fourni avec un indice de confiance qui dépend des conditions d'acquisition des données (audio ou vidéo). Des éléments tels que le nombre de personnes dans le champ de la caméra, la luminosité de la pièce et le bruit sonore dans la pièce etc. permettent de caractériser la situation et d'attribuer un indice de confiance à l'information transmise. En particulier dans le cas d'une faible luminosité ou d'occultation de personnage l'information provenant du

module vidéo sera moins fiable ; pour prendre la décision, on accordera plus de confiance au résultat du traitement audio dans ce cas.

Si un événement de détresse est identifié, un message est envoyé au module de communication « e-llo » qui va gérer l'appel d'urgence.

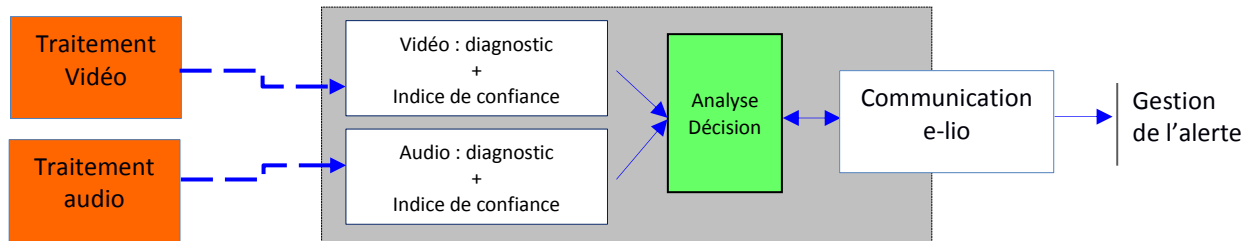


Figure 5: module de fusion d'information

C.6.2 EXPERIMENTATIONS : ACQUISITIONS DE DONNEES ET ENREGISTREMENT D'UN CORPUS EN CONDITIONS REALISTES

Des expériences ont été menées dans une salle configurée pour ressembler à une chambre standard (chaises, tapis, table basse, TV, etc.), elles visaient à la collecte d'un échantillon significatif de données pour apprendre et tester les algorithmes en demandant à un utilisateur de rejouer les scénarios définis lors de l'étude de terrain.

PROTOCOLE EXPERIMENTAL

Chaque participant était introduit au contexte de la recherche et a été invité à signer un formulaire de consentement. Il a ensuite été invité à jouer cinq types de chutes choisis parmi les 28 situations à risque identifiées (glisser, trébucher, tomber dans une position fixe et être sur le canapé en position de hanche bloquée). La Figure 2b montre un participant simulant une chute. Des situations représentatives des chutes à la maison nous avons choisi celles qui pouvaient être jouées par les participants, en toute sécurité. Deux autres scénarios, appelés « Vrais-Négatif » (VN), ont été ajoutés pour tester la robustesse de la détection automatique des chutes. Le premier VN consistait à ramasser rapidement un magazine posé sur le sol (proche d'une situation de chute), tandis que la deuxième était d'essayer d'attraper une télécommande sur une table basse lorsque la personne est assise sur le canapé (posture proche de celle d'une personne « bloquée »).

Avant de jouer une scène, l'expérimentateur précisait le contexte (lieu, moment de la journée etc) l'activité (ce que la personne était en train de faire et ce qu'elle allait faire avant que l'incident ne se produise), le geste et les mots à produire avant, pendant et après la chute. Avant de commencer l'enregistrement, le participant devait répéter plusieurs fois la scène. Cette étape était gérée par le GRePS et le CATEL.

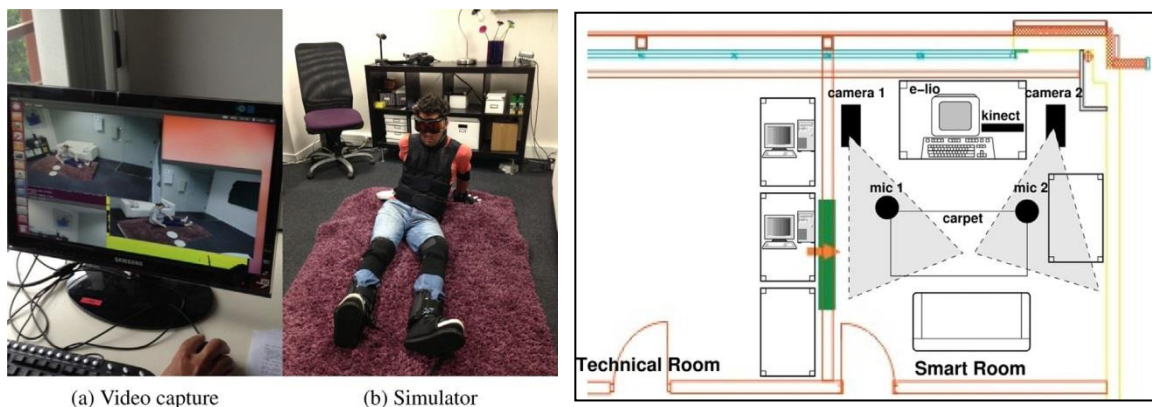


Figure 6 : pièce expérimentale et matériel

CONFIGURATION MATERIELLE

La pièce expérimentale et le matériel utilisé sont représentés sur la (Figure 6 : pièce expérimentale et matériel). Pour l'acquisition vidéo, nous avons utilisé deux caméras de type webcam (Sony PSeye : acquisition en 640x480 60Hz et connectées USB 2.0) fixées sur le mur face au canapé et une caméra à profondeur (Microsoft Kinect). La synchronisation et l'enregistrement des flux vidéos ont été réalisés sur un ordinateur PC (processeur intel i3 3.2GHz, 4Go Ram, carte graphique NVidia GeForce GTS 450 512Mo). L'enregistrement des données audio, nous avons utilisé deux microphones sans fil Sennheiser : un EW-300-G2 ME2 fixé au plafond de la pièce, un SKM-300-G2 posé sur un meuble à proximité du participant. Un enregistrement a été réalisé sur la durée de chaque expérience par un ordinateur PC équipé du logiciel StreamHIS et d'une carte National Instruments PCI-6220 à 8 canaux. Le logiciel CIRDOX a été installé sur un ordinateur situé dans la salle d'expérimentation et connecté à un microphone unidirectionnel à condensateur Sennheiser. Il était d'autre part relié au système e-lilo placé à côté. En outre, l'acquisition audio était également faite par le microphone d'un système Kinect. Un haut-parleur dans la salle de contrôle permettait aux expérimentateurs de suivre la progression de la scène.

CORPUS

Les participants visés étaient des personnes âgées encore capable de jouer les scénarios prévus précédemment. Le recrutement de participants s'étant avéré très long et difficile, nous avons aussi enregistré des participants de moins de 60 ans afin d'obtenir suffisamment de données en conditions réelles. Dans ce cas, les participants étaient munis d'un équipement spécifique (voir Figure 6 : pièce expérimentale et matériel) réduisant leur mobilité et restreignant leur champ de vision ainsi que leur audition afin de simuler au mieux les conditions physiques de l'âge.

Sujet	J01	J02	J03	J04	J05	J06	J07	J08	J09	J10	J11	J12	J13	A01	A02	A03	A04
Âge	30	24	29	44	16	16	52	28	52	23	40	40	25	83	64	61	66
Scénarios	C1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	2	1	2	1	1	1	1
	C2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1
	C3	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	1	1	3	1	1	2
	C4	1	1	3	2	3	1	1	1	3	3	2	1	2	2	3	1
	B	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1
	F1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2
	F2	1	1	2	1	2	1	2	2	2	1	1	2	2	2	1	2
Total	8	7	10	8	11	7	8	9	10	10	11	10	9	14	10	9	11
Durée	8'40	4'35	6'30	5'54	8'50	5'07	5'17	7'04	6'48	5'50	7'31	8'01	5'54	9'07	6'31	6'00	7'16

Tableau 3: détails du corpus

En tout, 17 personnes ont participé (58 femmes et 9 hommes) avec une moyenne d'âge de 45 ans ($\sigma=19,5$). Parmi eux, 13 avaient moins de 60 ans et portaient un simulateur. Les personnes du groupe âgé avaient entre 61 et 83 ans (moyenne 68,5 ; cf. Tableau 3: détails du corpus). Les scénarios correspondent à une chute (F1 à F4), une hanche bloquée (B) et un vrai négatif (TN). Le temps nécessaire pour la réalisation d'un scénario était doublé dans le cas des personnes âgées.

Les expérimentateurs ont ensuite annoté la situation de détresse dans les données à l'aide du logiciel Advène développé par le LIRIS. Advène permet d'organiser tous les éléments d'annotation (type d'annotation, annotations et relations) selon des schémas définis par l'utilisateur. Dans notre étude, un schéma unique a été utilisé, il contient les types suivants : période de chute et de situation de détresse.

C.7 DISCUSSION C8 /CONCLUSION

Discussion sur le degré de réalisation des objectifs initiaux, les verrous restant à franchir, les ruptures, les élargissements possibles, les perspectives ouvertes par le projet, l'impact scientifique, industriel ou sociétal des résultats.

L'ambition du projet CIRDO RI est de simplifier l'accès aux équipements du quotidien en tenant compte des besoins et usages, et en adaptant, de manière évolutive et individuelle, les technologies les plus innovantes à leur usager. Par l'étude d'usage menée par les partenaires du domaine des sciences humaines, CIRDO RI fait le lien entre les besoins, les usages, les personnes et les technologies, et propose des solutions pour y répondre en fédérant divers partenaires. Le projet CIRDO RI se trouve à la croisée des sciences humaines et des sciences de l'ingénieur et s'adresse à une population en perte d'autonomie dans le but d'adapter les actions et réactions des équipements en fonctions de l'autonomie de son utilisateur. Sur le plan technique, CIRDO RI propose une solution originale qui s'appuie sur une fusion de données audio et vidéo. Pour respecter l'intimité de la personne et préserver les données privées, les traitements sont exécutés de façon automatique en limitant l'intervention humaine. Pour permettre au système de répondre en temps réel aux situations de détresse et en particulier les cas de chute, la majeure partie du traitement vidéo a été expérimenté sur processeur graphique ou GPU.

Contrairement à nos ambitions de départ et pour faute de temps, l'étape de la fusion audio/vidéo a été simplifiée. Il serait intéressant de mener une réflexion sur une paradigme qui prendrait en compte la fiabilité et la nature des deux canaux d'information.

Par ailleurs un vrai travail d'intégration doit être poursuivi en collaboration avec la société Technosens pour l'intégrer la technologie développée à la plateforme de services "e-lia", et en faire un vrai prototype d'un produit de télélien social, augmenté et automatisé intégrant des services innovants.

Mémoire scientifique confidentiel : ~~oui~~/ non

C.8 REFERENCES

- [1] Eurostat, Projections de population 2008-2060, Communiqués de presse Eurostat (26 août 2008).
- [2] V. Bellamy, C. Beaumel, Bilan démographique 2012. la population croît, mais plus modérément, INSEE Première 1429 (2013) 1-4.
- [3] D. A. Norman, S. W. Draper, User Centered System Design; New Perspectives on Human-Computer Interaction, L. Erlbaum Associates Inc., Hillsdale, NJ, USA, 1986.
- [4] J. Ogg, C. Bonvalet, L'état des enquêtes sur l'entraide en europe, Rapport final de recherche CNAF, Mire, Collections de l'INED (2006).
- [5] I. Rosow, Socialization to old age, University of California Press, Berkeley and Los Angeles, California, 1974.
- [6] E. Cumming, W. E. Henry, Growing Old: The Process of Disengagement, Basic Books, New York, 1961.
- [7] S. Clément, M. Membrado, Penser les vieillesse. Regards anthropologiques et sociologiques sur l'avancée de l'âge, Paris : Seli Arslan, 2010, Ch. Expériences du vieillir : généalogie de la notion de déprise, pp. 109-128.
- [8] A. Newel, P. Gregor, User Sensitive inclusive Design, in: Actes du Colloque Interaction Homme Machine et Assistance, Metz, France, 2001, pp. 18-20.
- [9] E. Ebersold, Le champ du handicap, ses enjeux et ses mutations : du désavantage à la participation sociale, Handicap (2002) 149-164.
- [10] W. Ryan, K. Burk, Perceptual and acoustic correlates in the speech of males, Journal of Communication Disorders 7 (1974) 181-192.
- [11] N. Takeda, G. Thomas, C. Ludlow, Aging effects on motor units in the human thyroarytenoid muscle, Laryngoscope 110 (2000) 1018-1025.
- [12] P. Mueller, R. Sweeney, L. Baribeau, Acoustic and morphologic study of the senescent voice, Ear, Nose, and Throat Journal 63 (1984) 71-75.
- [13] A. Baba, S. Yoshizawa, M. Yamada, A. Lee, K. Shikano, Acoustic models of the elderly for large-vocabulary continuous speech recognition, Electronics and Communications in Japan, Part 2 87 (2004) 49-57.
- [14] R. C. Vippera, S. Renals, J. Frankel, Ageing voices: The effect of changes in voice parameters on ASR performance, EURASIP Journal on Audio, Speech, and Music Processing (2010) 1-10.

- [15] M. Vacher, F. Portet, A. Fleury, N. Noury, Development of Audio Sensing Technology for Ambient Assisted Living: Applications and Challenges, *International Journal of E-Health and Medical Communications* 2 (1) (2011) 35–54.
- [16] WHO global report on falls prevention in older age, Tech. rep., World Health Organization (2007).
- [17] INPES, Mieux prévenir les chutes chez les personnes âgées, *La santé de l'homme*, Institut National de Prévention et d'Éducation pour la Santé, 381 (2006).
- [18] C. J. Todd, C. Ballinger, S. Whitehead, A global report on falls prevention: reviews of socio-demographic factors related to falls and environmental interventions to prevent falls amongst older people living in the community, Tech. rep., Geneva: World Health Organization (2007).
- [19] F. Bloch, V. Gautier, N. Noury, J. Lundy, J. Poujaud, Y. Claessens, A. Rigaud, Evaluation under real-life conditions of a stand-alone fall detector for the elderly subjects 54 (2011) 391–398.
- [20] M. Popescu, Y. Li, M. Skubic, M. Rantz, An acoustic fall detector system that uses sound height information to reduce the false alarm rate, in: *Proc. 30th Annual Int. Conference of the IEEE-EMBS* 2008, 2008, pp. 4628–4631.
- [21] D. Charalampos, I. Maglogiannis, Enabling human status awareness in assistive environments based on advanced sound and motion data classification, in: *Proceedings of the 1st international conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments*, 2008, pp. 1:1–1:8.
- [22] M. Hamill, V. Young, J. Boger, A. Mihailidis, Development of an automated speech recognition interface for personal emergency response systems, *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* 6 (1) (2009) 26.
- [23] P. Milhorat, D. Istrate, J. Boudy, G. Chollet, Companionable Hands-free speech-sound, in: *EUSIPCO (European Signal Processing Conference), The European Association for Signal Processing (EURASIP)*, Bucharest, Romania, 2012, pp. 1678–1682.
- [24] F. Portet, M. Vacher, C. Golanski, C. Roux, B. Meillon, Design and evaluation of a smart home voice interface for the elderly: acceptability and objection aspects, *Personal and Ubiquitous Computing* 17 (2013) 127–144.
- [25] R. Vipplerla, M. Wolters, S. Renals, Spoken dialogue interfaces for older people, in: K. J. Turner (Ed.), *Advances in Home Care Technologies*, Vol. 1, IOS Press, 2012, pp. 118–137.
- [26] C. Ballinger, S. Payne, The construction of the risk of falling, among and by older people, *Ageing and Society* 22 (3) (2002) 305–321.
- [27] M.-E. Bobillier-Chaumon, C. Michel, F. Tarpin-Bernard, B. Croisile, Can ICT improve the quality of life of elderly adults living in residential home care units? from actual impacts to hidden artefacts, *Behaviour & Information Technology* 1–17. 2013
- [28] R. Cucchiara, C. Grana, A. Prati, R. Vezzani, Computer vision system for in-house video surveillance, *Vision, Image and Signal Processing, IEEE Proceedings -* 152 (2) (2005) 242–249.
- [29] K. Toyama, J. Krumm, B. Brumitt, B. Meyers, Wallflower: principles and practice of background maintenance, in: *Computer Vision, 1999. The Proceedings of the Seventh IEEE International Conference on*, Vol. 1, 1999, pp. 255–261. doi:10.1109/ICCV.1999.791228.
- [30] C. Stauffer, W. E. L. Grimson, Adaptive background mixture models for real-time tracking, in: *IEEE Computer Society on Computer Vision and Pattern Recognition*, Vol. 2, 1999.
- [31] R. Deeb, E. Dessérée, S. Bouakaz, Real-time two-level foreground detection and person-silhouette extraction enhanced by body-parts tracking, in: *Proc. SPIE*, Vol. 83010R, 2012, pp. 1–8. doi:10.1117/12.908435.
- [32] C. Rother, V. Kolmogorov, A. Blake, "grabcut": Interactive foreground extraction using iterated graph cuts, in: *ACM SIGGRAPH 2004 Papers, SIGGRAPH '04*, ACM, 2004, pp. 309–314.
- [33] R. Deeb, D. Elodie, S. Bouakaz, Extraction de silhouette et suivi des parties du corps dans un environnement non contrôlé, in: *CORESA 2012*.
- [34] R. Deeb, F. Lédée, E. Dessérée, S. Bouakaz, Méthode robuste pour la détection de chute dans un environnement non contrôlé, in: *RFIA 2012 - RFIA 2012 - Atelier VISAGES* oai:hal.archives-ouvertes.fr/, 2012.
- [35] F. Aman, M. Vacher, S. Rossato, F. Portet, Analysing the Performance of Automatic Speech Recognition for Ageing Voice: Does it Correlate with Dependency Level?, in: *4th Workshop on Speech and Language Processing for Assistive Technologies*, Grenoble, France, 2013, pp. 9–15.

- [36] M. Vacher, P. Chahuara, B. Lecouteux, D. Istrate, F. Portet, T. Joubert, M. Sehili, B. Meillon, N. Bonnefond, S. Fabre, C. Roux, S. Ca_u, The SWEET-HOME Project: Audio Technology in Smart Homes to improve Well-being and Reliance, in: 35th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC'13), Osaka, Japan, 2013, pp. 7298–7301.
- [37] M.-E. Bobillier-Chaumon, B. Cuvillier, S. Bouakaz, M. Vacher, Démarche de développement de technologies ambiantes pour le maintien à domicile des personnes dépendantes : vers une triangulation des méthodes et des approches, in: Actes du 1er Congrès Européen de Stimulation Cognitive, Dijon, France, 2012, pp. 121–122.
- [38] K. Seymore, C. Stanley, S. Doh, M. Eskenazi, E. Gouvea, B. Raj, M. Ravishankar, R. Rosenfeld, M. Siegler, R. Stern, E. Thayer, The 1997 CMU Sphinx-3 English broadcast news transcription system, DARPA Broadcast News Transcription and Understanding Workshop.
- [39] B. Lecouteux, M. Vacher, F. Portet, Distant Speech Recognition in a Smart Home: Comparison of Several Multisource ASRs in Realistic Conditions, in: Interspeech 2011, Florence, Italy, 2011, pp. 1–4.
- [40] F. Aman, V. Auberge, M. Vacher, How affects can perturb the automatic speech recognition of domotic interactions, in: Workshop on Affective Social Speech Signals, Grenoble, France, 2013, pp. 1–5.
- [41] R. Fontaine, V. Pennequin, De la vieillesse optimale à la vieillesse réussie. Pstchologie Française, 42 (4), 345-353 - 1997.
- [42] S. Bouakaz, M. Vacher, M.E. Bobillier-Chaumon, F. Aman, S. Bekkadj, F. Portet, E Guillou, S. Rossato, E Desserée, P. Traineau, J.P. Vimont, T. Chevalier CIRDO : Smart Companion for helping elderly to live at home for longer. IRBM 35(2) pp. 100-108, ELSEVIER, ISSN 1959-0318. 2014.
- [43] M. Barnachon, S. Bouakaz, B. Boufama, E. Guillou : Ongoing Human Action Recognition with Motion Capture Pattern Recognition 47(1) pp. 238-247, Elsevier. 2014.

D LISTE DES LIVRABLES

Quand le projet en comporte, reproduire ici le tableau des livrables fourni au début du projet. Mentionner l'ensemble des livrables, y compris les éventuels livrables abandonnés, et ceux non prévus dans la liste initiale.

État * Date de livraison	N°	Titre	Nature (jalons, rapport, logiciel, prototype, données, ...)	Partenaires (souligner le responsable)	Commentaires
1. Coordination du projet					
Livré	L1.1	Plateforme collaborative		Tous (Coordinateur)	
Livré	L1.2	Site web public		Tous (Coordinateur)	
Livré le 14/02/12	L1.3	Accord de consortium	Document	Tous (Coordinateur)	
Livré le 29/07/11	L1.4	Rapport à 6 mois	Document	Tous (Coordinateur)	
Livré le 10/09/12	L1.5	Rapport à 18 mois	Document	Tous (Coordinateur)	
2. Suivi du contenu et évaluations avec déploiement sur un panel (transversal)					
Livré le 24/08/12 (Mis à jour le 31/05/2013)	L2.1	Cahier des besoins	Document	Tous (CATEL)	Un livrable élaboré par le CATEL avec les partenaires concernés (LIRIS, LIG-GETALP, Technosens, GRePS) qui présente la validation des besoins et scénarii d'usages, la priorisation des fonctionnalités à développer, la planification des échéances (selon un calendrier prévisionnel)
Livré le	L2.2	Etat de l'art et cahier des	Document	GRePS	Trois Livrables qui

État * Date de livraison	N°	Titre	Nature (jalon, rapport, logiciel, prototype, données, ...)	Partenaires (souligner le responsable)	Commentaires
10/09/12		charges des évaluations			présentent : (L2.2a) un état de l'art, (L2.2b) un descriptif des démarches d'évaluation psychosociales mises en œuvre, (L2.2c), la méthode d'analyse des activités à risque développée par le GRePS
	L2.3	Contenu des enquêtes critiques	Document	<u>IRSAP</u>	Ces deux documents sont fusionnés dans le livrable L2.3/4
	L2.4	Résultats des enquêtes critiques	Document	<u>IRSAP</u> , GRePS	
Livré fin 05/2012	J2.1	Réunion d'avancement des développements		<u>LIRIS-SAARA</u>	
Réalisé	J2.2	Réunion d'avancement des évaluations		<u>CATEL+IRSAP</u>	A servi de base pour l'élaboration du cahier des besoins
	J2.3	Groupe de travail d'avancement des développements		<u>LIRIS-GETALP-Technosens</u>	
	J2.4	Réunion d'avancement des évaluations		<u>GRePS</u>	
3. Analyse et interprétation de situations					
Achevé fin 2011	L3.1	Extraction adaptative de la silhouette de la personne en milieu contrôlé	logiciel	<u>LIRIS-SAARA</u>	Première phase
Achevé	L3.2	Identification des parties du corps	logiciel	<u>LIRIS-SAARA</u>	2 ^{ème} phase, suite du L3.1
En cours de finalisation livrée 01/07/2013	L3.3	Extraction adaptative et suivi de mouvements	Logiciel	<u>LIRIS-SAARA</u>	Version beta livrée 30/07/ 2013 : implémentation sur carte graphique
En cours de finalisation livrée	L3.4	Détection de la posture	logiciel	<u>LIRIS-SAARA</u>	Suite du L3.1, L3.2 1ere démonstration prévue pour T0+36
Livré 01/10/2013	L3.5	Constitution d'une base de données de postures types à l'aide des jeux de données vidéo		<u>LIRIS-SAARA</u>	Première phase achevée, suite en cours d'amélioration
Achevé (Voir L5.1)	J3.1	Spécification d'un ensemble de postures types	Document + données	LIRIS-SAARA + GRePS	
Achevé	J3.2	Acquisition de jeux de données vidéo de situations types (auprès de personnes volontaires pour la validation des méthodes proposées)		<u>LIRIS-SAARA</u> , <u>GRePS</u> , <u>LIG-GETALP</u>	Plusieurs journées ont été consacrées à cette tâche qui a été supervisée par le GRePS.
En cours	J3.3	Expérimentation en conditions réelles de la détection de la posture et du suivi de mouvement	Données	<u>LIRIS-SAARA</u>	Résultats prévus pour T0+44
4. Analyse et interprétation sonore					
livré le 01/9/2012	L4.1 + J4.1	Modèle de reconnaissance et guide d'utilisation et d'installation du logiciel d'enregistrement de corpus de parole lue	Documentation supplémentaire	<u>LIG-GETALP</u>	Livrable non prévu initialement

État * Date de livraison	N°	Titre	Nature (jalon, rapport, logiciel, prototype, données, ...)	Partenaires (souligner le responsable)	Commentaires
Achevé	L4.1	Modèles de reconnaissance de parole première version		<u>LIG-GETALP</u>	
Travail en cours d'achèvement	L4.2	Modèles de reconnaissance de parole version finale		<u>LIG-GETALP</u>	
Achevé (voir L4.1)	J4.1	Logiciel d'enregistrement	Logiciel	<u>LIG-GETALP</u>	
Achevé	J4.2	Corpus de parole lue		<u>LIG-GETALP</u>	Corpus AD80
Achevé	J4.3	Corpus de parole spontanée		<u>LIG-GETALP</u>	Corpus ERES38
5. Analyse et interprétation basée audio/vidéo					
Première version livrée mars 2013	L5.1	Analyse et interprétation du mouvement selon la posture	Logiciel + document	<u>LIRIS</u>	Evolution en cours
Livré le 01/9/2012	L5.2	Analyse et interprétation de la parole et des sons	document	<u>GETALP</u>	Evolution en cours
En cours d'élaboration	L5.3	Mise en commun des résultats et proposition du modèle de fusion de données et d'interférence de situations		<u>LIRIS+GETALP</u>	Evolution en cours (prévu pour T0+44)
6. Développement du démonstrateur CIRDO Recherche industrielle					
Livré 30/7/2012	L6.1	Rapport d'avancement du démonstrateur	Document	<u>Technosens</u>	
En cours d'évolution	L6.1	Cahier des charges		<u>Technosens</u>	Combiné avec cahier des besoins (L2.1)
Livree : cette réunion est intervenue assez en retard (Juin 2014)	J6.1	Réunions d'avancement du démonstrateur		<u>Technosens</u>	Cette tâche a été retardée pour cause de départ de Sébastien Favre de Technosens.
Une version très simplifiée	J6.2	Livraison du pré-démonstrateur fonctionnel et opérationnel (version 1, final)		<u>Technosens</u>	Ce livrable a été largement revu à la baisse par manque de temps
7. Valorisation et exploitation des résultats					
livré	L7.1	Cahier des charges pour la vidéo et scénario		<u>IRSAP (+ CATEL + GRePS)</u>	En évolution (voir L2.1 + L2.34) Approche d'un scénario d'une vidéo réalisée lors du comité de pilotage du 12/2/13 puis évoquée le 16/01/14
Réalisation	L7.2	Vidéo		<u>IRSAP</u>	
Livré 28/3/14	J7.1	Colloque		<u>IRSAP</u>	Dans le cadre de TELESANTE 2014 organisé par CATEL, une salle visio a été ouverte à l'IRSAP Alençon le 28/3/14 ; Le programme comportait une séquence de présentation du projet CIRDO RI 2 animée par JP Vimont à Alençon, et Saida Bouakaz à Lyon ; 22 salles dans le monde ont pu découvrir la démarche CIRDO RI 2 et son niveau

État * Date de livraison	N°	Titre	Nature (jalón, rapport, logiciel, prototype, données, ...)	Partenaires (souligner le responsable)	Commentaires
					d'avancement.
	J7.2	Actions de communication		IRSAP	Communication régulière sur le projet CIRDO RI 2 : lors des présentations et visites de la Maison domotique à Alençon (1700 visiteurs en 1 an) ; et sur le site TECHSAP Ouest, composante de SILVER Normandie, actuellement en phase d'ouverture d'un Living Lab Santé Autonomie réseau Enoll (Normandie Living Lab) ; présence au salon Silver Economie (portes de Versailles à Paris) les 4 & 5 décembre 2014

E IMPACT DU PROJET

Ce rapport rassemble des éléments nécessaires au bilan du projet et plus globalement permettant d'apprécier l'impact du programme à différents niveaux.

E.1 INDICATEURS D'IMPACT

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

Comptabiliser séparément les actions monopartenaires, impliquant un seul partenaire, et les actions multipartenaires résultant d'un travail en commun.

Attention : éviter une inflation artificielle des publications, mentionner uniquement celles qui résultent directement du projet (postérieures à son démarrage, et qui citent le soutien de l'ANR et la référence du projet).

		Publications multipartenaires	Publications monopartenaires
International	Revue à comité de lecture	1. LIRIS, LIG-GETALP, GRePS, CATEL, IRSAP, TECHNOSENS (IRBM : <i>Innovation and Research in Biomedical Engineering</i>)	1 LIG-GETALP (Gerontechnology) 2 LIRIS-SAARA (Pattern recognition ; Pattern Recognition Letters) 1 GRePS (Gerontechnology, Soumis, 2015)
	Ouvrages ou chapitres d'ouvrage		
	Communications (conférence)	1 (GRePS, LIRIS, LIG-GETALP) Congrès Européen de STIMULATION COGNITIVE - CEN-STIMCO- Dijon, Juin, 2012)	6 LIG-GETALP (ISG*ISAR2012, JEP-TALN2012, INTERSPEECH2013, SLP2AT2013, SpeD 2013) 3 LIRIS-SAARA (SPIE-EI-Imaging ; ICPR 2012 – IEEE/IAPR ; IEEE-ICME) 4 GRePS (Ergo-IA/IHM 2012, EPIQUE 2013, SELF 2013, AIPTLF 2014)

France	Revues à comité de lecture		1 GRePS (Travail Humain, 2014)
	Ouvrages ou chapitres d'ouvrage		
	Communications (conférence)	1 (Stimulation cognitive) 1 Liris, GETALP, GRePS (Handicap 2013) 1 GETALP (JA-SFTAG 2014)	3 LIRIS-SAARA (RFIA, CORESA) 1 LIG-GETALP (Université d'été de la E-santé) 1 GRePS (Journée d'étude et de recherche du GRePS)
Actions de diffusion	Articles vulgarisation		
	Conférences vulgarisation	4 (Salon SAP 2011, HIT Paris 2011, 2012 et 2013) 2 (TECH SAP Ouest au salon des SAP, LivInWell 2013) 1 (, assemblée nationale, 2013)	
	Autres	Communication sur le portail de la silver économie	http://www.silvereco.fr/le-programme-circo-compagnon-intelligent-qui-reagit-au-doigt-et-a-loeil-sappuie-sur-la-plateforme-e-liv-de-la-societe-technosens/311332

Autres valorisations scientifiques (à détailler en E.3)

Ce tableau dénombre et liste les brevets nationaux et internationaux, licences, et autres éléments de propriété intellectuelle consécutifs au projet, du savoir faire, des retombées diverses en précisant les partenariats éventuels. Voir en particulier celles annoncées dans l'annexe technique).

	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	
Colloques scientifiques	2011 - Carrefour de la télésanté organisée sous le Haut-Patronage et avec la participation du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche 2013 - 4th Workshop on Speech and Language Processing for Assistive Technologies, Aug. 21 to Aug. 22, Grenoble (France) - Workshop on Affective Social Speech Signals, Aug. 22 to Aug. 23, Grenoble (France)
Autres (préciser) Autres (préciser)	Enregistrement et annotation de données audio et vidéo (dataset) qui sera mis à la disposition de chercheurs. Il n'existe pas actuellement de données permettant de confronter les performances des méthodes proposées. En cours de finalisation en ce moment. Sa publication (mise à disposition) est prévu pour avril 2015. Dans le cadre de la tâche 7« Valorisation et exploitation de résultats », le CATEL, en lien avec l'IRSAP (responsable de cette tâche), a pu intervenir dans la valorisation et l'exploitation/dissémination des résultats du projet CIRDO RI dans le cadre des événements qu'il a organisé ou auxquels il a participé (Conférence LivInWell 2013)

	(http://paysdegueret.info/livinwell/conference-livinwell-2013/), 13th EDE Congress 2013 (http://www.ede-congress.eu/), Journées TELESANTE 2012, 2013 et 2014 (en partenariat avec l'IRSAP, www.journee-telesante.com), Carrefour de la Télésanté 2011, 2012 et 2013 (www.carrefourtelesante.fr), Med-e-Tel 2013 (www.medetel.eu), Conférence ATA 2013 et 2014 (www.americantelemed.org), Salons de la Santé et de l'Autonomie (HIT) 2013 et 2014 (www.salons-sante-autonomie.com), ...). De plus, en collaboration avec les membres du consortium, le CATEL a réalisé une vidéo de présentation du projet CIRDO RI qui rappelle les objectifs du projet ainsi que l'action de chacun des partenaires (disponible à l'adresse suivante : https://drive.google.com/file/d/0B_xAvCbWzqyLNUgwWVJKVTIUbUk/view?usp=sharing).
--	--

E.2 LISTE DES PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS

Répertorier les publications résultant des travaux effectués dans le cadre du projet. On suivra les catégories du premier tableau de la section **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** en suivant les normes éditoriales habituelles. En ce qui concerne les conférences, on spécifiera les conférences invitées.

Revue internationale avec comité de lecture

- [LIRIS, LIG-GETALP, GRePS, CATEL, IRSAP, TECHNOSENS]** *CIRDO Smart companion for helping elderly to live at home for longer.* S. Bouakaz, M. Vacher, M.E Bobillier-Chaumon, F. Aman, S. Bekkadj, F. Portet, E. Guillou, S. Rossato, E. Dessérée, P. Traineau, J.P. Vimont, T. Chevalier IRBM, 2014, 35 (2), pp.101-108.
- [LIGr1]** *Speech-based interaction in an AAL context.* M. Vacher, F. Portet, S. Rossato, F. Aman, C. Golanski, R. Dugheanu, *Gerontechnology*, 11(2):310, 2012.
- [LIRISr1]** *Ongoing Human Action Recognition with Motion Capture* M. Barnachon, S. Bouakaz, B. Boufama, E. Guillou *Pattern Recognition* 47(1): 238-247 (2014)
- [LIRISr2]** *A real-time system for motion retrieval and interpretation* M. Barnachon, S. Bouakaz, B. Boufama, E. Guillou *Pattern Recognition Letters* 34(15): 1789-1798 (2013)
- [GRePr1]** *Preventing falls at home : user-centered design of an ambient technology.* M.E Bobillier Chaumon, B. Cuvillier, Salima Body-Bekkadj, F. Cros. *Gerontechnology* (soumis, en revision, 2015)

Revue nationale avec comité de lecture

- [GRePS 1]** *Concevoir une technologie pervasive pour le maintien à domicile : une démarche prospective par la prise en compte des systèmes d'activité.* Bobillier Chaumon, M.E., Cuvillier, B., Durif-Bruckert, C., Cros, F., Vanhille M. & Bekkadj S. (2013). In *Le Travail Humain* (à paraître, Décembre 2013)

Conférences Européennes et internationales avec comité de lecture

- [GRePS1, LIRIS, LIG-GETALP]** *Démarche de développement de technologies ambiantes pour le maintien à domicile des personnes dépendantes : Vers une triangulation des méthodes et des approches* M.E Bobillier Chaumon, B. Cuvillier, S. Bouakaz, M. Vacher (2012). Congrès Européen de Stimulation Cognitive, *censtimco'2012*. 25 mai 2012, Dijon.
- [GRePS2]** *Conditions d'usage d'une technologie de télé-lien social par des personnes âgées : Enjeux psycho-ergonomiques pour le maintien à domicile* M.E. Bobillier Chaumon, F. Cros, M. Vanhille, Batisse B. (2012). In *Actes du congrès ERGO-IA/IHM'2012*, Biarritz, Septembre (Actes disponibles sur clef USB, 12 pages)
- [GRePS3]** *Concevoir une technologie pervasive pour le maintien à domicile des personnes âgées : la détection de chutes dans les activités quotidiennes.* Bobillier Chaumon, M.E., Cros F., Cuvillier, B., Hem C. & Codreanu, E. (2013).. In C. van de Leemput, C. Chauvin & C. Hellemans (Eds) *Activités Humaines, Technologies et bien-être*, Congrès EPIQUE (Psychologie Ergonomique). Belgique - Bruxelles. Juillet 2013, 189-199.
- [GRePS4]** *Prospecter l'acceptation de nouvelles technologies : le cas d'un environnement technologique pervasif de maintien à domicile.* Bobillier Chaumon, M.E., Cuvillier, B., Durif-Bruckert, C. & Bekkadj S. (2013). In *Actes du 50^e Congrès International de la Société d'Ergonomie de Langue Française*. Ergonomie et société : quelles attentes, quelles réponses ? [SELF 2013], Paris, France. (Actes électroniques, 8 pages)

- [GRePS5]** *Les conditions Psychosociales de l'acceptation d'une technologie de maintien à domicile.* Bobillier Chaumon, M.E., Bekkadjia S., Cuvillier, B., & Cros, F. (2014). In *Actes du 18^e congrès international de Psychologie du travail de Langue Française [AIPTLF] Perspectives de travail.* Florence, Italie.
- [LIG1]** *Speech-based interaction in an AAL context.* M. Vacher and F. Portet, S. Rossato, F. Aman, C. Golanski, R. Dugheanu, In *ISG*ISARC2012, Eindhoven, The Netherlands, June 26-29, 2012*, pp. 1-7.
- [LIG3]** *Contribution à l'étude de la variabilité de la voix des personnes âgées en reconnaissance automatique de la parole (Contribution to the study of elderly people's voice variability in automatic speech recognition) [in French],* F. Aman, M. Vacher, S. Rossato, F. Portet, In *JEP-TALN-RECITAL 2012, Atelier ILADI 2012: Interactions Langagières pour personnes Agées In les habitats Intelligents*, :49--59, Grenoble, France, June 8, 2012.
- [LIG4]** *In-home detection of distress calls: the case of aged users.* Frédéric Aman, Michel Vacher, Solange Rossato, François Portet, the 14rd Annual Conference of the International Speech Communication Association, INTERSPEECH, Lyon, France, Aug. 2013.
- [LIG5]** *Analysing the Performance of Automatic Speech Recognition for Ageing Voice: Does it Correlate with Dependency Level?* Frédéric Aman, Michel Vacher, Solange Rossato, François Portet, 4th Workshop on Speech and Language Processing for Assistive Technologies, Grenoble, France, Aug. 2013.
- [LIG6]** *Speech Recognition of Aged Voices in the AAL Context Detection of Distress Sentences.* F. Aman, M. Vacher, S. Rossato, F. Portet The 7th International Conference on Speech Technology and Human-Computer Dialogue, *SpED 2013*, Cluj-Napoca, Romania. 2013, pp.177-184
- [LIRIS1]** *Pain Detection Through Shape and Appearance Features.* R. A. Khan, A. Meyer, H. Konik, S. Bouakaz IEEE International Conference on Multimedia and Expo (ICME) doi 10.1109/ICME.2013.6607608
- [LIRIS2]** *Real-time two level foreground detection and person silhouette extraction enhanced by body parts tracking.* R. Deeb, E. Desserée, S. Bouakaz. Dans *SPIE Electronic Imaging, Intelligent Robots and Computer Vision XXIX: Algorithms and Techniques*, Burlingame, California, USA. 2012 Real-time two level foreground detection and person silhouette extraction enhanced by body parts tracking doi: 10.1117/12.908435
- [LIRIS3]** *Human Actions Recognition from Streamed Motion Capture.* M. Barnachon, S. Bouakaz, B. Boufama. E Guillou. Dans *International Conference on Pattern Recognition (ICPR)*, Tsukuba, Japan. ISBN 978-4-9906441-1-6. 2012.

Conférences nationales avec comité de lecture

- [LIG-GETALP, GRePS2, LIRIS]** *Le projet CIRDO d'assistance aux personnes âgées isolées à domicile.* Michel Vacher, Saïda Bouakaz, Marc-Eric Bobillier-Chaumon, François Portet, Frédéric Aman, Solange Rossato, Erwan Guillou Congrès Handicap 2014 - 8^{ème} Édition - Les technologies d'assistance : de la compensation à l'autonomie, Jun 2014, Paris, France. pp.229-235 hal-00990201
- [LIRISn1]** *Méthode robuste pour la détection de chute dans un environnement noncontrôlé.* R. Deeb, F. Lédée, E. Desserée, S. Bouakaz. Dans *RFIA 2012 - Atelier VISAGES*, Lyon. 2012 - <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00660974> ISBN : 978-2-9539515-2-3
- [LIRISn2]** *Interprétation de Mouvements Temps Réel.* M. Barnachon, S. Bouakaz, E Guillou, B. Boufama. Dans *RFIA*, Lyon. 2012 - <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00660974> ISBN : 978-2-9539515-2-3
- [LIRISn3]** *Extraction de silhouette et suivi des parties du corps dans un environnement non-contrôlé* R. Deeb, E. Desserée, S. Bouakaz *Actes des 15^{èmes} journées COMpression et REprésentation des Signaux Audiovisuels (CORESA)* FR 2012-05-24
- [LIRISn4]** *Reconnaissance d'Action à Partir de Capture de Mouvements.* M. Barnachon, S. Bouakaz, B. Boufama, E Guillou. *COMpression et REprésentation des Signaux Audiovisuels (CORESA)* FR 2012-05-24

- [LIGN1]** *Utilisation de la Reconnaissance Automatique de la Parole pour l'aide à l'autonomie des personnes âgées.* J. le Grand, F. Aman, M. Vacher, S. Rossato, F. Portet, *Actes de l'Université d'été de la E-santé*, :19-21, Castres-Mazamet, France, jul 2012
- [LIGN2]** *Reconnaissance automatique de la parole dans les habitats intelligents : application à l'assistance à domicile.* M.Vacher, F. Portet, F. Aman, B. Lecouteux, S. Rossato, V. Aubergé : *4es Journées Annuelles de la Société Française des Technologies pour l'Autonomie et la Gêrontechnologies*, Paris, 2014, pp.1-4.
- [LIG2]** *Etude de la performance des modèles acoustiques pour des voix de personnes âgées en vue de l'adaptation des systèmes de RAP (Assessment of the acoustic models performance in the ageing voice case for ASR system adaptation) [in French],* F. Aman, M. Vacher, S. Rossato, R. Dugheanu, F. Portet, J. le Grand, Y. Sasa, *In Actes de la conférence conjointe JEP-TALN-RECITAL 2012, volume 1: JEP*, :707--714, Grenoble, France, June 4-8, 2012.
- [LIG3]** *Reconnaissance automatique de la parole dans les habitats intelligents : application à l'assistance à domicile.* Michel Vacher, François Portet, Frédéric Aman, Benjamin Lecouteux, Solange Rossato, Véronique Auberge. *Société Française des Technologies pour l'Autonomie et de Gêrontechnologie (SFTAG). 4e Journées Annuelles de la Société Française des Technologies pour l'Autonomie et de Gêrontechnologie*, Nov 2014, Paris, France. pp.38-41, Actes JASFTAG 2014

Conférences invitées / Journée d'étude et de recherche

- [GRePS1]** La gestion du risque par les technologies pervasives : questions et enjeux pour le maintien à domicile des personnes âgées. Bobillier Chaumon, M.E (2013). Journée d'étude & de recherche du GRePS "Penser les risques". Lyon, Université Lyon 2, 8 avril 2013
- [GRePS2]** Comment réussir la conduite du changement, l'adhésion des professionnels et des usagers M.E Bobillier Chaumon (2013) ; 4ème édition Assemblée Nationale. Paris, 23 - 24 octobre 2013 – Paris

E.3 LISTE DES ELEMENTS DE VALORISATION

*La liste des éléments de valorisation inventorie les retombées (autres que les publications) décomptées dans le deuxième tableau de la section **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** On détaillera notamment :*

- brevets nationaux et internationaux, licences, et autres éléments de propriété intellectuelle consécutifs au projet.
- logiciels et tout autre prototype
- actions de normalisation
- lancement de produit ou service, nouveau projet, contrat,...
- le développement d'un nouveau partenariat,
- la création d'une plate-forme à la disposition d'une communauté
- création d'entreprise, essaimage, levées de fonds
- autres (ouverture internationale,...)

Elle en précise les partenariats éventuels. Dans le cas où des livrables ont été spécifiés dans l'annexe technique, on présentera ici un bilan de leur fourniture.

- Constitution d'un Dataset (les acquisitions réalisées à Grenoble). Ces données seront mis à la disposition de chercheurs. Tous les participants ont donné leur accord. Rédaction d'une charte d'exploitation en cours. Cette base de données sera hébergée au LIRIS (cf
- Réalisation d'un film
- Outil d'enregistrement de parole lue adapté aux personnes âgées.
- Organisation de colloques scientifiques, 2 colloques seront organisés en association avec la conférence internationale INTERSPEECH qui se tiendra à Lyon en août 2013 (14^{ème} conférence de l'ISCA) :

- 4th Workshop on Speech and Language Processing for Assistive Technologies, Aug. 21 to Aug. 22, Grenoble (France) , <http://www.slp.at.org/slp.at2013/>
 - Workshop on Affective Social Speech Signals, Aug. 22 to Aug. 23, Grenoble (France)
- Mise en œuvre d'une méthode d'analyse et de description du processus de chutes permettant d'identifier les poses et mots clefs
 - Développement d'une démarche de prospection de l'acceptation sociale d'un dispositif innovant auprès des acteurs du domicile
 - Formation à la recherche et par la recherche : 5 étudiants du M2R de psychologie du travail « Travail coopératif & Travail en réseau » ont été impliqués dans CIRDO RI. Grâce à l'expérience significative acquise dans ce projet scientifique d'envergure, ces 5 étudiants ont pu décrocher des thèses financées par différents organismes : 3 contrats CIFRE-ANRT, 1 contrat doctoral unique (CDU) et une bourse internationale.

E.4 BILAN ET SUIVI DES PERSONNELS RECRUTES EN CDD (HORS STAGIAIRES)

Ce tableau dresse le bilan du projet en termes de recrutement de personnels non permanents sur CDD ou assimilé. Renseigner une ligne par personne embauchée sur le projet quand l'embauche a été financée partiellement ou en totalité par l'aide de l'ANR et quand la contribution au projet a été d'une durée au moins égale à 3 mois, tous contrats confondus, l'aide de l'ANR pouvant ne représenter qu'une partie de la rémunération de la personne sur la durée de sa participation au projet.

Les stagiaires bénéficiant d'une convention de stage avec un établissement d'enseignement ne doivent pas être mentionnés.

Les données recueillies pourront faire l'objet d'une demande de mise à jour par l'ANR jusqu'à 5 ans après la fin du projet.

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)
DEEB Rada	F			Master/informatique	France		LIRIS	Doctorante	26,5 mois		??	??		Non	
BARNACHON Mathieu	H			Chercheur junior	France		LIRIS	Doctorant	12 mois	Sept 2012	R&D Ncam Technologies Ltd	Privé (PME)	Chef de projet CDI	Non	Oui
AMAN Frédéric	H	Frederic.Aman@img.fr	Novembre 2014	Ingénieur POLYTECH'Grenoble, filière TIS	France	0	LIG	Ingénieur	41 mois	30 Juin 2014	IR	Université Joseph Fourier Grenoble3	CDD	Non	Oui
HEM Carole	F	carole.hem@orange.com	Novembre 2014	Master recherche en psychologie	France	0	GRePS	Ingénieur	10 mois	30 Octobre 2011	Doctorante CIFRE	Orange Labs	CDD	Non	Oui
CROS Florence	F	Florence.cros@univ-lyon2.fr	Novembre 2014	Master recherche en psychologie	France	0	GRePS	Ingénieur (Mi-temps)	3 mois	31 Janvier 2013	Doctorante CDU	Université Lyon 2	CDD	Oui	Oui
BODY-BEKKADJA Salima	F.	salima@body.fr	Novembre 2014	Master recherche en psychologie	France	0	GRePS	Ingénieur (Mi-temps)	3 mois	31 mars 2014	Doctorante CIFRE (Projet soumis ANRT)	Speedernet	Actuellement en CDD chez Speedernet pour montage du dossier de thèse CIFRE	Non	Oui

Aide pour le remplissage

- (1) **Adresse email** : indiquer une adresse email la plus pérenne possible
- (2) **Poste dans le projet** : post-doc, doctorant, ingénieur ou niveau ingénieur, technicien, vacataire, autre (préciser)
- (3) **Durée missions** : indiquer en mois la durée totale des missions (y compris celles non financées par l'ANR) effectuées sur le projet
- (4) **Devenir professionnel** : CDI, CDD, chef d'entreprise, encore sur le projet, post-doc France, post-doc étranger, étudiant, recherche d'emploi, sans nouvelles
- (5) **Type d'employeur** : enseignement et recherche publique, EPIC de recherche, grande entreprise, PME/TPE, création d'entreprise, autre public, autre privé, libéral, autre (préciser)
- (6) **Type d'emploi** : ingénieur, chercheur, enseignant-chercheur, cadre, technicien, autre (préciser)
- (7) **Lien au projet ANR** : préciser si l'employeur est ou non un partenaire du projet
- (8) **Valorisation expérience** : préciser si le poste occupé valorise l'expérience acquise pendant le projet.

Les informations personnelles recueillies feront l'objet d'un traitement de données informatisées pour les seuls besoins de l'étude anonymisée sur le devenir professionnel des personnes recrutées sur les projets ANR. Elles ne feront l'objet d'aucune cession et seront conservées par l'ANR pendant une durée maximale de 5 ans après la fin du projet concerné. Conformément à la loi n° 78-17 du 6 janvier 1978 modifiée, relative à l'Informatique, aux Fichiers et aux Libertés, les personnes concernées disposent d'un droit d'accès, de rectification et de suppression des données personnelles les concernant. Les personnes concernées seront informées directement de ce droit lorsque leurs coordonnées sont renseignées. Elles peuvent exercer ce droit en s'adressant l'ANR (<http://www.agence-nationale-recherche.fr/Contact>).