

Annexes de l'opération 4.2.8

Annexe 3 : Solutions envisagées

Sommaire

Table des matières

Annexe 3 : Solutions envisagées.....	1
Introduction.....	1
Démarche dans le développement d'une assistance technologie dans le cas de la chute.....	1
Précisions concernant la présentation d'une solution.....	7
Prévention des chutes.....	8
Solutions domotiques.....	8
Solutions robotiques.....	10
Détection des chutes.....	16
Informations concernant la détection (automatique) de chute.....	18
Capteurs optiques.....	19
Capteurs RADAR.....	20
Sol connecté.....	20
Microphone.....	20
Évaluation.....	20
Levée de doute.....	22
Solutions domotiques.....	22
Solutions Robotiques.....	22
Actions.....	22
Éthique et traitement des données.....	23

Glossaire & abréviations.

AAL = Ambient Assisted Living

AcVC = Accidents de la Vie Courante

ADL = voir **AVQ**

AT = voir **TA**

AIVQ = Activité instrumentale de la Vie Quotidienne

AVC = Accident Vasculaire Cérébral

AVQ = Activité de la vie Quotidienne

CCU = Conception Centrée Utilisateur

CIF = Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé

CIH = Classification Internationale du Handicap

CTNERHI = Centre technique national d'études et de recherches sur les handicaps et les inadaptations

DCP = voir **PPH**

DREES = Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques

EPAC = Enquête Permanente sur les Accidents de la vie courante

GIR = Groupe Iso-Ressource

HAAT = Human Activity Assistive Technology

HAS = Haute Autorité de Santé

HID = Handicap, Incapacité, Dépendance

HLI = voir **AcVC**

HS = Handicap-Santé

HMI = voir **IHM**

IADL = voir **AIVQ**

ICF = voir **CIF**

IHM = Interaction Homme-Machine

IHR = Interaction Homme-Robot

IMC = Infirmité Motrice cérébrale

INPES = Institut national de prévention et d'éducation pour la santé

INRS = Institut National de Recherche et de Sécurité

INSEE = Institut national de la statistique et des études économiques

INVS = Institut de Veille Sanitaire

IoT = Internet des objets

ISO = International Standard Organization

IS = Influence sociale

M@D = Maintien à Domicile

MPT = Matching Person & Technology

MSI = Management des Systèmes d'Informations

MSSS = Ministère de la Santé et des Services Sociaux (CA)

NIMID = Needs Identification Methodology for Inclusive Design

NS = Normes subjective

NTIC = Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication

OMS = Organisation Mondiale de la Santé

PEOU = Facilité d'usage perçue

PERS = Personal Emergency Response Systems

PMR = Personne à Mobilité Réduite

PPH = Processus de Production du Handicap

PRS = voir **PERS**

PsH = Personne en situation de handicap

PU = Utilité perçue

PV = Personne vieillissante, personne âgée

RAP = Robot d'Assistance Physique

SEP = Sclérose en plaques

SFDRMG = Société Française de Documentation et de Recherche en Médecine Générale

SFGG = Société Française de Gériatrie et Gériologie

SIMH = Système d'identification et de mesure du handicap

SLA = Sclérose Latérale Amyotrophique

TA = Technologie d'assistance

TAM = Technology Acceptance Model

Ut. = Utilisateur

UTAUT = Unified Theory of Acceptance and Use of Technology

WHO = voir OMS

Annexe 3 : Solutions envisagées

Introduction

Dans le cadre de la conception de solution technologique d'assistance, Bobillier-Chaumon (2017) évoque que pour la définition précise du **type**, de la **nature**, du **niveau d'assistance à apporter** et des **conditions d'acceptation des TIC**, il est nécessaire de réaliser une analyse fine « **des besoins, des spécificités de la personne empêchée, des situations d'usage des technologies, de la nature des relations et le contenu de l'activité qui s'établissent au sein de chaque système d'activité en présence** » (p.150). Il y a également fourni les différentes interrogations qui peuvent permettre de concevoir une solution adaptée (moment de l'intervention, niveau d'intrusion, rôle ou fonction du système pour quel utilisateur, ...). Ces points seront en parties abordés ici mais nécessiteront d'être approfondis en fonction de chaque solution et des pans de ces solutions seront fort probablement à adapter en fonction des spécificités et préférences des individus.

Démarche dans le développement d'une assistance technologie dans le cas de la chute.

La démarche adoptée pour approcher la chute dans notre projet est inspirée des stratégies de Haddon (Maurice et al., 2001 ; Saint-Laurent et al., 2004) ou plus globalement de la démarche de prévention¹.

Nous nous focaliserons ici plus sur les matrices et stratégies de Haddon qui permettent la décomposition des différentes sources de risques dans une situation donnée.

La base de l'approche consiste à s'inspirer des modèles des maladies pour replacer l'agent pathogène (origine des troubles) par l'énergie, qui serait ainsi à l'origine du traumatisme. Cela est présenté ci-dessous (extrait de Maurice et al., 2001)

¹ « La prévention consiste à éviter l'apparition, le développement ou l'aggravation de maladies ou d'incapacités ; Sont classiquement distinguées la *prévention primaire* qui agit en amont de la maladie (ex : vaccination et action sur les facteurs de risque), la *prévention secondaire* qui agit à un stade précoce de son évolution (dépistages), et la *prévention tertiaire* qui agit sur les complications et les risques de récurrence. » (HAS, 2006, https://www.has-sante.fr/jcms/c_410178/fr/prevention)

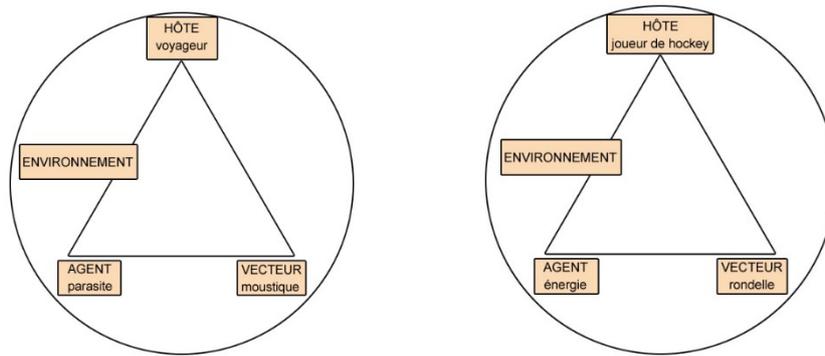


Figure 1. Illustration du parallèle entre les modèles en lien avec les maladies et la transposition réalisée au sein des matrices de Haddon (extrait de Maurice et al., 2001)

Cette approche permet d'envisager des solutions similaires à l'approche dans le cas de maladie pour prévenir des situations accidentogènes à différents stades et sur différentes sources. Il est ainsi possible de dresser le tableau ci-dessous qui permet d'envisager différentes solutions selon ces différents éléments.

PÉRIODES PAR RAPPORT À L'ÉVÉNEMENT	CATÉGORIES DE FACTEURS			
	FACTEURS HUMAINS (L'HÔTE)	FACTEURS TECHNOLOGIQUES (AGENT-VECTEUR - PRODUIT)	FACTEURS LIÉS À L'ENVIRONNEMENT PHYSIQUE	FACTEURS LIÉS À L'ENVIRONNEMENT ÉCONOMIQUE ET SOCIO LÉGISLATIF
Avant (préévénement)				
Pendant (perévénement)				
Après (postévénement)				

Figure 2. Les différentes composantes de la matrice de Haddon (Extrait de Maurice et al., 2001)

La méthodologie consiste à identifier les sources de risques selon les phases pour pouvoir limiter leurs émergences dans la phase en question :

- **Préévénement** : « identifier les facteurs qui déterminent la probabilité de survenue de l'événement à l'origine du traumatisme » (*ibid.*, s.p.) ⇒ prévenir l'événement à l'origine du traumatisme. Ex. déplacement dans des conditions non optimale (manque de luminosité, désorientation), diminution de la force musculaire, objet sur le trajet de l'individu, ...
- **Perévénement** : « identifier les facteurs qui déterminent l'incidence et la gravité du traumatisme au moment où l'événement se produit » (*ibid.*, s.p.) ⇒ réduire l'incidence ou la gravité des traumatismes lorsque l'événement se produit. Ex. dénutrition...
- **Postévénement** : « identifier les facteurs qui déterminent l'incidence et la gravité des conséquences du traumatisme une fois que l'événement a eu lieu » (*ibid.*, s.p.) ⇒ diminuer les conséquences des blessures. Ex. temps passé au sol suite à une chute, chute préalable

Une fois ces éléments identifiés il est alors possible de mettre en œuvre les stratégies pour limiter les conséquences de l'évènement en question. Celles-ci sont présentées ci-dessous (celles soulignées sont celles envisagées dans le projet en question) :

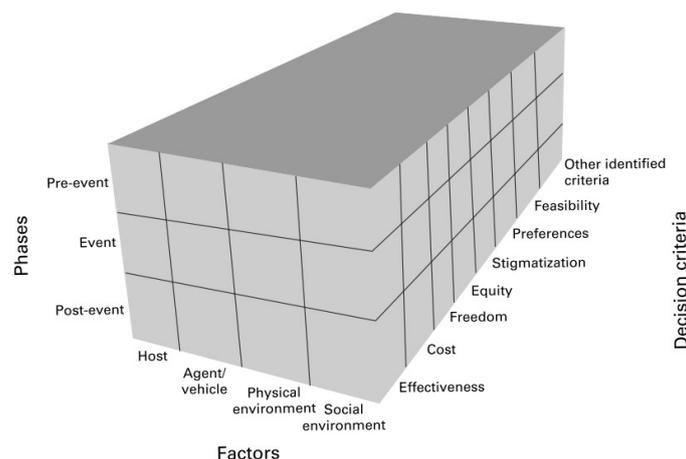
- Préévénement :
 - 1. Éviter la production initiale d'énergie parce que jugée trop dangereuse
 - En prohibant la fabrication ou l'utilisation d'un produit

- En neutralisant un produit
 - 2. Réduire la quantité d'énergie disponible/accumulée
 - 3. Empêcher le dégagement inapproprié d'énergie
 - En développant les capacités des individus
 - En adaptant le produit et l'environnement aux capacités des individus
- **Perévènement :**
 - 4. « Étaler » la quantité d'énergie libérée à la source
 - 5. Séparer la source d'énergie et l'hôte potentiel dans le temps ou l'espace
 - Séparation dans le temps
 - Séparation dans l'espace
 - 6. Séparer la source d'énergie et l'hôte avec une barrière matérielle
 - 7. Modifier les surfaces de contact et les structures de base
 - 8. Renforcer la résistance à l'énergie transférée
- **Postévènement :**
 - 9. Réduire le temps d'exposition à l'énergie libérée
 - 10. Initier précocement la gamme complète de services pour le traitement et la réadaptation fonctionnelle des victimes

L'arbitrage des mesures peut se faire ensuite selon plusieurs logiques que sont :

- *Agir là où ça fait le plus mal* : plus grand nombre de victime, plus grande dangerosité
- *Agir sur le maillon le plus faible de la chaîne causale* : mesure passive (sur les facteurs technologiques ou l'environnement physique) à large spectre
- *Adopter une stratégie de prévention agissant sur plusieurs cibles à la fois* : tous les facteurs et toutes les phases
- *Agir là où c'est le plus rentable* : à coût égal, privilégier la mesure qui sauve le plus de vie

Un exemple de la matrice et des critères possibles est proposé par Runyan (1998) :



Des auteurs se sont ainsi basés sur l'étude de critère de coût et ont pu mettre en évidence les coûts associés à l'intervention à chaque phase du processus de la chute (Dantoine et al., 2016), celles-ci coutant, sans les coûts indirects, 2 milliards d'euros par an. Ils étudient ainsi le coût par le biais de l'évolution au sein des groupes iso-ressource (GIR²). Ainsi ils indiquent que l'intervention :

² Évaluer par le biais de la réalisation ou non de différentes activités afin d'obtenir l'Allocation Personnalisée d'Autonomie (APA). Allant de GIR 6 (« Demandeur encore autonome pour les actes essentiels de la vie courante ») à GIR 1 (« Demandeur confiné au lit ou au fauteuil, dont les fonctions mentales sont gravement

- En phase **préchute** : Ils qualifient cette étape de prévention primaire (éviction de l'évènement).
 - o **Fonctionnement** : sentiment accru de sécurité de l'individu (déploiement d'un dispositif de détection de chute) qui permettrait une mobilisation accrue au domicile et donc une réduction de la perte d'autonomie.
 - o **Gain** : maximal et permettrait le maintien des individus en GIR 5 et l'absence de coût hospitalier.
- En phase **perchute** : C'est la chute en elle-même.
 - o **Fonctionnement** : les dispositifs d'assistance peuvent aider au diagnostic de la chute (circonstance clinique et environnementale).
 - o **Gain** : aide à la décision et réduction d'examen non nécessaire. Peut faciliter l'identification des causes :
 - Cause environnementale : « mobilier obstacle, chaussage inadapté, prise de risque inappropriée telle que monter sur un tabouret ... »
 - Cause médicale : « malaise, perte de connaissance, épilepsie, syncope cardiaque... »
- En phase **post-chute** : « les conséquences de la chute à type de traumatismes graves (fractures, hématomes cérébraux...) nécessitant une hospitalisation et / ou liées au séjour au sol prolongé »
 - o **Fonctionnement** : Agir sur la vitesse d'intervention
 - o **Gain** : réduction des conséquences psychologiques et physiques (potentiellement éviter l'hospitalisation ou sa durée).

Dans le cas des personnes âgées, Peek-Asa, & Zwering (2003) développent plus en détails les interventions sur le plan environnemental. Ainsi, ils évoquent l'environnement domestique comme étant responsable de près de 50% des chutes des PV et que la majorité de ces lieux présentent en général des risques environnementaux tels :

- « Des encombrements dans les couloirs,
- Des tapis qui peuvent glisser ou dont les angles se redressent
- Des marches instables,
- Un mauvais éclairage et une mauvaise visibilité,
- Des surfaces dures sur lesquelles tomber
- Et un manque de dispositif de sécurité » (p.82-83)

La rencontre de ces facteurs précipitants avec des facteurs prédisposants des PV - caractéristiques et comportements (problème avec la vision, l'équilibre, les maladies chroniques, les traitements médicamenteux...) - peut ainsi amener à la chute. Les facteurs les plus influents sur les chutes (appelant à des interventions) ne sont pas forcément identifiés clairement selon ces auteurs mais la littérature tend à indiquer que l'approche multifactorielle (cf. la partie concernant la chute) traitant plusieurs pans de cet évènement en parallèle tend à augmenter de façon notable la baisse du risque (intervention environnementale couplée à des programmes « sur les traitements médicamenteux, l'exercice et la nutrition » (p. 83).

Ainsi, une mise en application sur la situation de chute a été proposée par Saint-Laurent et al. (2004) et actualisée en 2019. Ils couplent ainsi les différents facteurs liés à la chute avec les différentes sources et cela en lien avec la temporalité de l'évènement. Nous avons choisi de mettre en vert les

altérées et qui nécessite une présence indispensable et continue d'intervenants Ou demandeur en fin de vie »)
 [Source : <https://www.service-public.fr/particuliers/vosdroits/F1229>]

éléments sur lesquels les solutions se focaliseront dans ce projet, une majorité de celles-ci portera sur l'environnement physique bien que des projets associés traitent également des facteurs liés à l'individu par le biais de ses habitudes de vie (*alimentation, préservation de la masse musculaire et de la capacité physique*).

Tableau 1. Matrice de Haddon appliquée aux facteurs de risques de chute (extrait de Saint-Laurent et al., 2004, 2019)

Axe temporel	Axe factoriel			
	INDIVIDUS		ENVIRONNEMENT PHYSIQUE ET TECHNOLOGIQUE	ENVIRONNEMENT SOCIOÉCONOMIQUE
Avant l'événement : risque de chute	Facteurs intrinsèques <ul style="list-style-type: none"> Santé générale et fonctionnement <ul style="list-style-type: none"> Âge Diminution de l'autonomie fonctionnelle Antécédents de chute ou de fracture Peur de tomber Problèmes de santé <ul style="list-style-type: none"> Arthrite, séquelles d'un accident vasculaire cérébral Diabète Maladie de Parkinson Incontinence urinaire, maladie des pieds Hypotension orthostatique, étourdissements Malnutrition Problèmes musculosquelettiques et neuromusculaires <ul style="list-style-type: none"> Diminution de la force des genoux, des hanches et des chevilles Diminution de la force de préhension Problèmes aux pieds Marche, équilibre et performance physique <ul style="list-style-type: none"> Trouble de la marche Difficultés dans les transferts assis-debout Trouble de l'équilibre État cognitif et psychologique <ul style="list-style-type: none"> Troubles cognitifs et démence Depression Déficits visuels et auditifs Consommation d'un médicament ou plus, en particulier les psychotropes ou certains médicaments cardiovasculaires 	Facteurs comportementaux <ul style="list-style-type: none"> Habitudes de vie <ul style="list-style-type: none"> Inactivité physique (sédentarité) Consommation excessive d'alcool Alimentation inadéquate Prise de risque <ul style="list-style-type: none"> Façon de faire inadéquate pour l'activité (grimper, se hâter, marcher en ayant la vue obstruée, etc.) Non-utilisation ou utilisation inadéquate d'aides à la marche ou d'autres équipements et accessoires sécuritaires (ex. : souliers non adaptés) Utilisation d'aides à la marche en mauvais état Port de souliers non sécuritaires (semelles glissantes, absence de contrefort) 	Facteurs extrinsèques <ul style="list-style-type: none"> Domicile <ul style="list-style-type: none"> Eclairage insuffisant Absence de barres d'appui ou de mains courantes Surfaces des planchers glissantes, inégales ou de niveaux différents, etc. Aires de circulation encombrées par des fils électriques non fixés, des boîtes, des meubles, etc. Équipements et accessoires (escabeaux, mains courantes, etc.) non sécuritaires ou en mauvais état Éléments extérieurs (allées, trottoirs, mobilier, échelles, escabeaux, etc.) en mauvais état Lieux publics <ul style="list-style-type: none"> Éléments de l'infrastructure et du mobilier urbains en mauvais état (fissures ou trous dans la chaussée, surfaces des trottoirs inégales ou glacées, escaliers glissants, éclairage insuffisant, aires de repos encombrées, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> Codes non appliqués ou normes inadéquates en matière de sécurité Conception ou entretien inadéquats des immeubles Conditions de vie inadéquates des aînés (revenu, emploi, logement, etc.) Déficience de l'environnement social (solitude, peu d'amis, parents qui vivent loin, réseau social et d'entraide clairsemé, etc.) Facteurs iatrogéniques liés aux ordonnances potentiellement non appropriées Ruptures dans le continuum de services visant le maintien ou l'optimisation des capacités
Pendant l'événement : risque de traumatismes	<ul style="list-style-type: none"> Faible densité de la masse osseuse, ostéoporose Insuffisance du tissu musculaire Faible indice de masse corporelle, perte de poids Inefficacité des réactions de protection pour amortir la chute Non-utilisation de protecteurs de hanches par les personnes vulnérables 		<ul style="list-style-type: none"> Matériaux de recouvrement des planchers, d'escaliers, de la chaussée et des trottoirs qui n'absorbent pas les chocs Mobilier du domicile et des lieux publics potentiellement contondant 	
Après l'événement : risque d'aggravation des traumatismes et des séquelles	<ul style="list-style-type: none"> Incapacité à se relever après la chute Non-application des premiers soins (par soi-même ou des proches) Apparition du syndrome post-chute Mauvais état de santé général (fragilité) Mauvaise condition physique Degré de la gravité des blessures (transfert d'énergie au cours de l'événement) 		<ul style="list-style-type: none"> Non-utilisation du téléphone ou d'autres équipements et accessoires de sécurité Non-proximité des services de première ligne (centre local de services communautaires [CLSC], cliniques médicales), des services d'ambulance et d'urgence ou d'un centre de traumatologie 	<ul style="list-style-type: none"> Soins et services médicaux (urgence, traumatologie, chirurgie, etc.) déficients Soins et services de réadaptation déficients Ruptures dans le continuum de services (hospitaliers, réadaptation, communautaires, médicaux, CLSC)

Sur base de ces travaux, les chercheurs ont ainsi évoqué les différentes solutions qu'il est possible d'envisager dans l'optique de limiter l'apparition ou les conséquences de la chute.

Tableau 2. Matrice de Haddon appliquée aux mesures de prévention des chutes (extrait de Saint-Laurent et al., 2004, 2019)

Axe temporel	Axe factoriel		
	INDIVIDUS	ENVIRONNEMENT PHYSIQUE ET TECHNOLOGIQUE	ENVIRONNEMENT SOCIOÉCONOMIQUE
Avant l'événement : prévenir les chutes	<p>Facteurs intrinsèques</p> <ul style="list-style-type: none"> • Connaître les stratégies de prévention des chutes. • Faire vérifier régulièrement son régime alimentaire et déclarer tout problème lié aux fonctions nutritives ou au système digestif. • Faire vérifier régulièrement, par des professionnels, sa consommation de médicaments, ses capacités visuelles et auditives, et faire évaluer tout problème de l'équilibre, de la marche, d'étourdissement ou de santé des pieds. <p>Facteurs comportementaux</p> <ul style="list-style-type: none"> • Avoir une alimentation saine, variée et agréable (apport protéino-énergétique suffisant). • Avoir une consommation d'alcool à faible risque. • Faire régulièrement une activité physique qui améliore la force et l'équilibre. • Utiliser de façon adéquate les aides à la marche ainsi que les autres équipements et accessoires sécuritaires. • Porter des souliers adéquats (solides, non glissants). 	<p>Facteurs extrinsèques</p> <ul style="list-style-type: none"> • Domicile <ul style="list-style-type: none"> - Améliorer la conception des équipements, du mobilier et des appareils pour qu'ils soient plus faciles d'utilisation par les aînés. - Aménager de façon sécuritaire les domiciles où vivent les aînés. - Améliorer l'accessibilité aux équipements sécuritaires et aux adaptations domiciliaires. • Lieux publics <ul style="list-style-type: none"> - Concevoir et adapter le design du mobilier des lieux publics pour qu'ils soient faciles à utiliser par les aînés. - Aménager les lieux publics de façon sécuritaire (escaliers, éclairage, aires de repos, chaussées et trottoirs). 	<ul style="list-style-type: none"> • Améliorer les conditions de vie (revenu, emploi, logement, etc.) des aînés. • Améliorer l'environnement social (ex. : réseau social) des aînés. • Inclure des éléments relatifs à la sécurité des aînés à domicile (barres d'appui, mains courantes dans les escaliers, etc.) dans le Code du bâtiment. • Soutenir et implanter des services publics de prévention des chutes adaptés à différentes populations cibles. • Établir des mécanismes de surveillance des chutes dans les lieux publics. • Favoriser des actions intersectorielles. • Sensibiliser les médecins, les pharmaciens et les intervenants au problème des chutes. • Favoriser l'accessibilité à des programmes d'exercices efficaces pour améliorer l'équilibre, la force musculaire et la mobilité. • Informer la population sur les aides à la marche et les autres équipements sécuritaires, tels que les protecteurs de hanches, et en promouvoir l'utilisation auprès des personnes vulnérables. • Faire la promotion d'une alimentation saine, variée et agréable (riche en calcium, en vitamine D, etc.). • Incorporer du calcium et de la vitamine D à d'autres aliments que les produits laitiers afin d'augmenter la densité de la masse osseuse. • Évaluer le risque d'ostéoporose chez les aînés et leur offrir les traitements appropriés.
Pendant l'événement : prévenir les traumatismes	<ul style="list-style-type: none"> • Avoir des réactions de protection appropriées. • Porter des protecteurs de hanches (personnes vulnérables). • Avoir une masse osseuse suffisamment dense (alimentation riche en calcium et en vitamine D, médication de prévention ou de traitement de l'ostéoporose). • Avoir une masse musculaire suffisante. 	<ul style="list-style-type: none"> • Atténuer l'impact par : <ul style="list-style-type: none"> - des matériaux de recouvrement des planchers, des chaussées et des trottoirs qui absorbent les chocs ; - du mobilier (domicile et lieux publics) dont le design ne présente pas de potentiel contondant. 	
Après l'événement : réduire la gravité des traumatismes et des séquelles	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliser des méthodes sécuritaires pour se relever après une chute. • Utiliser des techniques de premiers soins. • Parler de sa chute à une personne proche et demeurer actif (prévention du syndrome post-chute). • Consulter des services médicaux et des services préventifs. 	<ul style="list-style-type: none"> • Promouvoir l'utilisation du téléphone sans fil et d'autres équipements de sécurité (surveillance, détection, urgence). 	<ul style="list-style-type: none"> • Offrir un continuum de services (communautaires – incluant ceux des centres locaux de services communautaires – médicaux, préhospitaliers, hospitaliers, de réadaptation) de qualité. • Assurer l'accessibilité et la disponibilité des ambulances et autres véhicules d'urgence. • Diminuer le temps mis par les intervenants (premiers répondants, policiers, ambulanciers) pour répondre aux besoins d'une personne aînée qui est tombée. • Enseigner les méthodes sécuritaires à utiliser pour se relever après une chute. • Offrir à la population des cours de premiers soins et la sensibiliser à la question des chutes chez les aînés. • Prévenir le syndrome post-chute. • Former les médecins à l'évaluation des chutes.

Les différentes mesures de prévention (en vert) seront donc adressées afin de permettre une partie de la gestion de la chute au sein du domicile. Bien que ces facteurs et mesures soient liées à des personnes vieillissantes, il est possible d'extraire une partie des celle-ci dans une démarche plus standard. En revanche, les facteurs identifiés concernant l'individu et son écosystème pourront varier selon les personnes cibles de ces dispositifs.

Il est important de noter que les solutions technologiques envisagées ici le sont comme un élément d'une stratégie plus large de prévention de la chute. De ce fait, les différentes démarches envisagées dans le cadre des travaux du Réseau Francophone de Prévention des Traumatismes et de Promotion de la Sécurité (2005 ; voir ci-dessous) sont à prendre en compte et les solutions proposées ont pour visée de s'y intégrer.

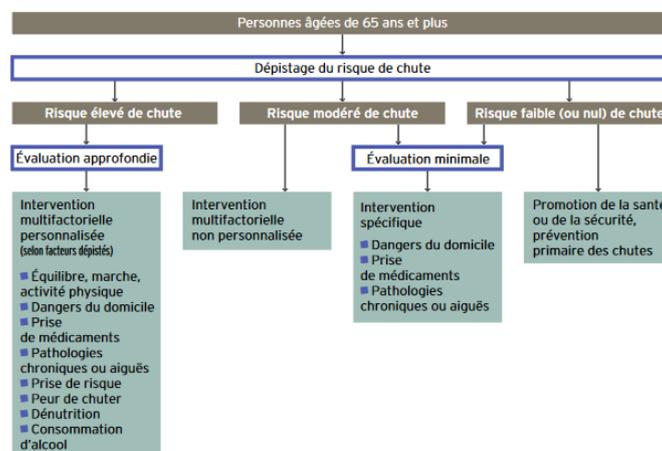


Figure 3. Illustration du processus de définition d'intervention des chutes chez les PV (extrait de Réseau Francophone de Prévention des Traumatismes et de Promotion de la Sécurité, 2005)

Les différentes solutions envisagées ici vont donc être présentées selon l'approche de prévention détaillée en amont : prévention primaire avant la survenue de l'évènement (solutions préférentielles), détection de l'évènement et action à prendre suite à la survenue effective de l'évènement.

Précisions concernant la présentation d'une solution.

Les solutions présentées aux individus peuvent évoquer des réticences en lien avec différents choix de conception réalisés au cours de l'étude. Ces choix peuvent ainsi venir impacter la perception que s'en fait le potentiel utilisateur, les solutions ne pouvant répondre à toutes les attentes. En revanche, les différents domaines qui amèneront à ce type de réaction devraient être identifiés lors des entretiens afin de permettre de cibler ceux-ci et d'en permettre une adéquation aux préférences des utilisateurs par la suite (dans le cadre d'une co-conception dans un premier temps par exemple, et par la suite d'une personnalisation plus étendue). Ward (1989) avait ainsi indiqué qu'une **liste de recommandation** pour la réalisation de système à l'attention des personnes en situation de handicap était peu réaliste du fait de la grande variété de profils (« one consumer's meat, another's poison » (p.491). En revanche, cet auteur avait pu identifier différentes dimensions qu'il pouvait être nécessaire de prendre en compte dans la conception de ces systèmes. Dans le cadre d'une interface de contrôle d'un dispositif, il détaille ainsi :

- Le **type de contrôle** : pour les contrôles physiques : caractéristiques de saisie différentes. S'il y en a de multiples sur un même système, cela limite les utilisateurs potentiels.
 - **Résistance / détente** : pour les contrôles physiques : nécessité de force physique (utilisateur spastiques), pas de résistance et réglage sans accroc (dystrophie musculaire, tétraplégie)
 - **Taille / Espacement** : petit et proche non privilégié par les personnes tétraplégiques et les utilisateurs spastiques et inversement pour les utilisateurs avec une dystrophie musculaire.
 - **Orientation** : [des contrôles] horizontale (faiblesse musculaire) ou verticale (traumatisme spinal)
 - **Localisation** : placement du contrôle : variable entre les utilisateurs de fauteuil roulant et les utilisateurs spastiques par exemple.
 - **Obstruction** : il s'agit du choix de réaliser des contrôles de petite taille par exemple du fait de leur usage peu fréquent mais qui peut frustrer les utilisateurs qui souhaitent y accéder.
- ⇒ Si ces caractéristiques sont multipliées en forme sur un même système, cela limite les utilisateurs potentiels d'autant plus les utilisateurs possibles.

De plus, dans le cadre des PV, il est rapporté par de la Garza et al. (1999), que certaines caractéristiques des technologies peuvent les rendre incompatibles avec la population. Ils mentionnent ainsi :

- « Une trop **grande rapidité**,
- Une trop **grande précision de la préhension et des gestes fins**,
- Une **acuité visuelle** [nécessaire] **élevée**
- La **mémorisation de codes et procédures** »

Ces différents éléments devront faire l'objet d'un recueil afin d'en permettre une analyse sur le plan pratique de l'acceptabilité.

Le parcours envisagé pour se prémunir et réduire les conséquences des chutes au domicile proposé par la **chaire m@d** est présenté ci-dessous.

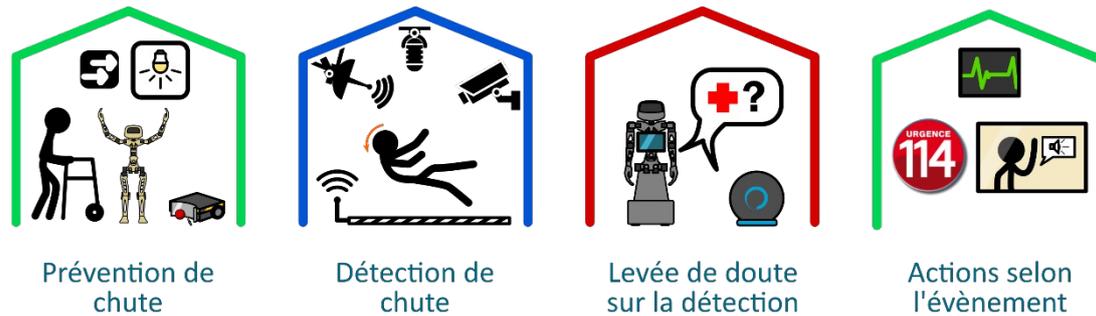


Figure 4. Processus de prévention des chutes au domicile et de leurs conséquences au sein de la Chaire Maintien@Domicile

Prévention des chutes

Afin d'adresser la prévention des chutes, plusieurs solutions sont envisagées dans l'approche actuelle. Il s'agit de traiter différents facteurs à l'origine de celles-ci et ainsi en permettre la non-apparition. Les facteurs traités et les solutions proposées sont détaillés ci-dessous :

- Baisse des **capacités physiques** > KERAAL
- **Manque d'éclairage, désorientation, urgence urinaire** > Chemin lumineux
- Dangers du domicile, encombrement (objet au sol) > Robot déblayer

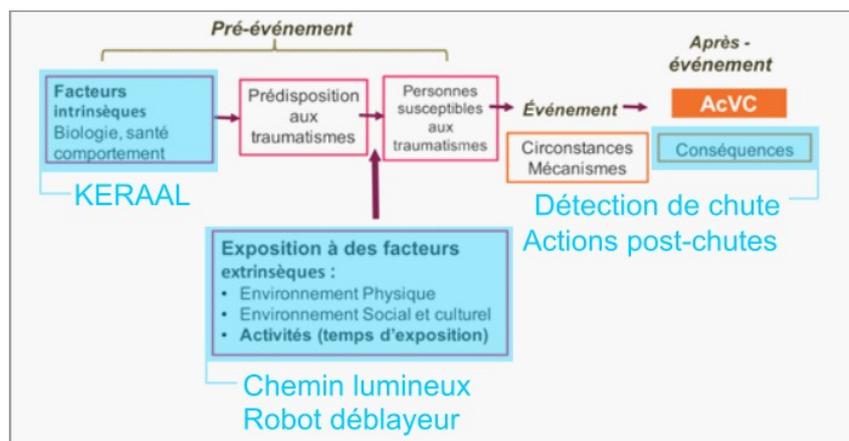


Figure 5. Solution technologiques proposées dans le cadre de la démarche de prévention et de réduction des conséquences des chutes (adapté de Castro, 2021)

Solutions domotiques

Chemin lumineux

Population initiale : PV sujettes aux urgences urinaires nocturne

Technologie(s) : domotique, assistant vocal

Tableau 3. Descriptif du projet "Chemin lumineux"

Questions	Suppositions
Quel est le système ou service ?	Dispositif permettant la détection du levé d'un individu dans la nuit et l'orientant vers les toilettes par le biais de panneaux lumineux (LED) et d'allumage automatique des éclairages sur le chemin [Alexa lui indique en amont les tâches à réaliser]
Quelles fonctions ou services le système est sensé proposer ?	- Détection du levé de l'habitant - Guidage (aller et retour) de l'individu vers les toilettes - Eclairage des différentes pièces à parcourir sur le chemin (toilettes également) [Autre scénario : Alerte en cas de présence trop longue aux toilettes (?)]
Quels sont les buts de ce projet	- Aider à l'orientation et prévenir les chutes pour les personnes ayant des réveils nocturnes liés à la nécessité de se rendre aux toilettes. - Favoriser l'autonomie des individus
Pour qui est réalisé le système ?	Personnes à leur domicile ayant des réveils nocturnes, établissements d'hébergement pour personnes âgées dépendantes (EHPAD)...
Qui utilisera le système ?	Personnes vieillissantes rapportant des réveils nocturnes liés à la nécessité de se rendre aux toilettes
Pourquoi il y a besoin de ce système ?	Pour favoriser l'autonomie et la réalisation des activités quotidiennes des individus (ADLs, se rendre aux toilettes, déplacement, transfert (d'une posture à une autre))
Où le système sera-t-il utilisé ?	Dans l'appartement/maison de l'utilisateur ; dans l'espace situé entre le lit et les toilettes d'un établissement d'accueil
Comment le système sera utilisé ?	Surveillance d'activité + Affichage visuel d'information + Diffusion vocale d'instruction. Dès que l'utilisateur se lèvera (poser un pied au sol), le système détectera sa présence et activera les panneaux LED et les lumières de l'endroit où il est détecté. Il réalisera ces différentes mises en lumière jusqu'aux toilettes où l'utilisateur se rendra en suivant ces indications. Au retour, le système le guidera de même vers son lit.
Comment l'utilisateur obtiendra le système ?	A définir. Diffusion par le biais d'un constructeur ?
Comment l'utilisateur apprendra à utiliser le système ?	A définir. Potentiellement par le biais de ses proches ou des professionnels de l'établissement d'accueil
Comment sera installé le système ?	Système installé par les fabricants ?
Comment sera maintenu le système ?	A définir.

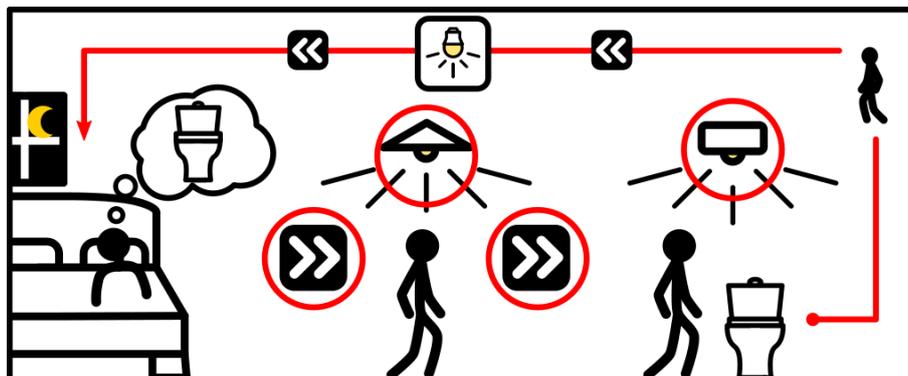


Figure 6. Représentation du principe du chemin lumineux

Selon la synthèse de Fleming, et al. (1995), portant sur l'évaluation des besoins dans la population vieillissante, ils rappellent que 15 à 30% des personnes âgées habitant dans les habitations communautaires souffrent d'incontinence urinaire et près de 50% dans les établissements de soin. Parmi eux, 25 à 30% ont ces épisodes de façon quotidienne ou hebdomadaire. Cela est rapporté par les auteurs comme deux fois plus élevé chez les femmes.

Les causes sont multiples allant de l'histoire de vie de l'individu à des maladies aiguës (infection...).

Cette condition peut être difficilement évoquée chez les individus et il est nécessaire de l'aborder avec précaution.

De plus, comme il a pu être détaillée auparavant, les horaires de survenues des chutes chez les personnes âgées couvrent l'ensemble de la journée (ChuPADom, 2020, cf. Erreur : source de la référence non trouvée). Dans le cas de la survenue de chute, Luukinen, et al. (1996) évoquent l'urgence urinaire dans les facteurs facilitant ce phénomène. Ainsi, en lien avec les risques d'encombrement (Peek-Asa & Zwerling, 2003) et les manques de luminosité du fait d'un réveil nocturne, la solution vise à permettre l'accompagnement de l'individu par des solutions domotiques dans son domicile.

Lorsque la personne pose ses pieds au sol, des capteurs détectent l'évènement et allume la lumière de la chambre. Suite à cela, un assistant vocal demande à l'individu si celui-ci souhaite se rendre aux toilettes. Si la personne répond positivement, l'assistant vocal lui propose de le guider en allumant au fur et à mesure du parcours de l'individu des panneaux LED directionnels (flèches) et les éclairages des pièces traversées. Le système lui permettra également de retourner à son lit une fois terminé.

Le système nécessite donc l'installation :

- De panneaux LED sur les murs du domicile,
- La présence d'un assistant vocal dans la chambre du domicile,
- Des éclairages contrôlés par un protocole domotique
- Des capteurs au pied du lit permettant la détection du levé.

Il sera proposé au répondant une vidéo illustrant le principe du système qui décrira le système et son fonctionnement. Suite au visionnage, plusieurs points seront abordés concernant l'acceptabilité du dispositif et les différents facteurs l'impactant (cf. Erreur : source de la référence non trouvée & Erreur : source de la référence non trouvée).

Solutions robotiques

KERAAL

Population initiale : patient en rééducation ;

Technologie(s) : robotique (relationnelle (Blanchard et al., 2022))

Tableau 4. Descriptif du projet "KERAAL"

1.1 Résumé du projet	
KerAAL	
Questions	Suppositions
Quel est le système ou service ?	KerAAL (Thépaut et al., 2017) est un robot qui permet de reproduire les exercices réalisés par un kinésithérapeute afin de les indiquer à un patient à distance. Le robot peut détecter si un geste est mal réalisé et indiquer au patient comment le réaliser correctement
Quelles fonctions ou services le système est sensé proposer ?	-Détection de gestes des membres supérieurs et inférieurs réalisés par un humain -Reproduction de gestes des membres supérieurs et inférieurs réalisés par un humain -Communication de consignes, correction, et encouragement à un humain concernant la réalisation de gestes (exercices)
Quels sont les buts de ce projet	-Permettre la réalisation de séance de rééducation au domicile du patient (ou avec un kinésithérapeute distant). -Permettre le maintien musculaire d'un individu par le biais d'exercice réguliers
Pour qui est réalisé le système ?	Kinésithérapeute, producteur de solutions téléparamédicales
Qui utilisera le système ?	Personnes avec handicap moteur à leur domicile, personnes avec handicap moteur vivant en institution ; initialement conçu pour les patients en rééducation
Pourquoi il y a besoin de ce système ?	a perte musculaire (dystrophie musculaire et/ou sarcopénie) peut amener à des fragilités de l'individu qui peuvent augmenter le risque de chute. Des solutions visant à faire réaliser des exercices à des PV ou PSH dans le cadre de la prévention des chutes ont ainsi été réalisées par différents acteurs (Faure, 2013) et sont recommandées au sein d'actions sur d'autres sources (Bodard et al., 2012).
Où le système sera-t-il utilisé ?	Dans l'appartement/maison de l'utilisateur ; dans l'espace de vie de l'individu dans un établissement d'accueil (chambre...).
Comment le système sera utilisé ?	[Communication verbale avec un robot + Surveillance d'activité] Lorsque l'individu se rend devant le robot, celui-ci lui propose verbalement des exercices à réaliser. Le robot donne les consignes à suivre pour la réalisation des exercices (fournie en amont par le kinésithérapeute) et les indique à l'utilisateur. Celui-ci réalise les gestes demandés par le robot. Suite à la réalisation des gestes, le robot informe l'utilisateur sur sa réalisation de l'exercice (correction dans les mouvements à réaliser, bonne réalisation des mouvement message d'encouragement, expression faciale appropriée, associée au feed-back)
Comment l'utilisateur obtiendra le système ?	A définir. Diffusion par le biais d'un constructeur ?
Comment l'utilisateur apprendra à utiliser le système ?	A définir.
Comment sera installé le système ?	Système installé par les fabricants
Comment sera maintenu le système ?	A définir.

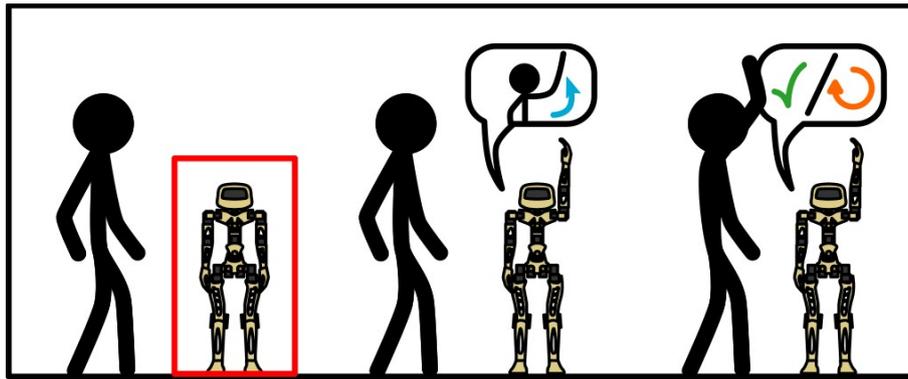


Figure 7. Représentation du fonctionnement de KERAAL

Évaluation : KERAAL a fait l'objet d'une évaluation rapportée dans l'étude de Blanchard et al. (2022). Cette étude visait à :

- Comparaison des sessions d'exercices entre le robot et le kinésithérapeute (contrôle)
- Comparaison des résultats cliniques entre les deux groupes
- Évaluation de
 - o La perception des participants de l'utilisabilité et la satisfaction du système robotique
 - o L'acceptabilité des soignants du système robotique

Protocole : un groupe suivait 15 séances de rééducation avec le robot, un autre groupe suivait 15 séances de rééducation avec un kinésithérapeute

- Évaluation de l'interaction avec le participant (patient)
 - o Évaluation de l'**utilisabilité** par le SUS (Brooke, 1996 ; 10 questions en 10pts)
 - o Évaluation de la **satisfaction** par questionnaires construits pour l'évaluation (Likert, 5pts) :
 - Satisfaction : « Je suis satisfait(e) avec le soin que j'ai reçu de mon kinésithérapeute/robot »
 - Intention à poursuivre : « Je souhaiterais continuer mes sessions de kinésithérapie avec mon kinésithérapeute / avec le robot Poppy »

Les résultats concernant le SUS sont les suivants :

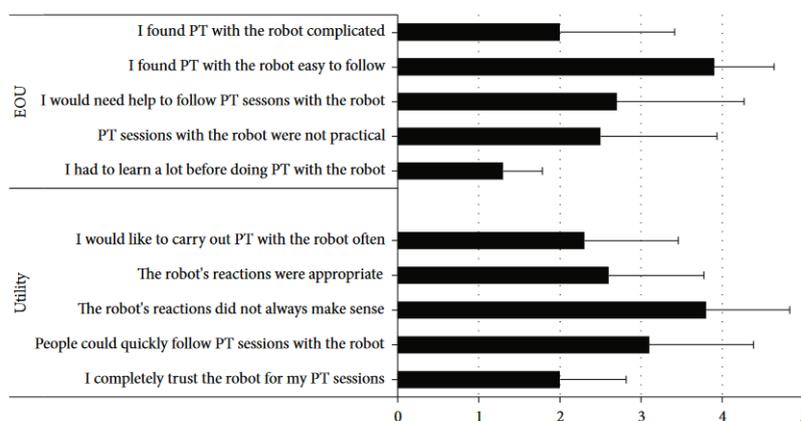


Figure 8. Résultats de l'évaluation de l'utilisabilité de KERAAL par les utilisateurs (patient ; extrait de Blanchard et al., 2022)

Dans le détail, il est possible d'observer que :

- **Utilisabilité** significativement plus faible dans le groupe Robot (12 participants) par rapport au contrôle (17 participants)
- **Satisfaction** significativement plus faible dans le groupe Robot par rapport au contrôle
- **Intention de poursuite** significativement plus faible dans le groupe Robot par rapport au contrôle
- Pas de différence clinique entre les deux groupes
- Évaluation de l'acceptabilité par le thérapeute (kinésithérapeute) :
 - Utilisation de l'UTAUT par des questions en lien au TAM (Likert, 5 pts ; moyenne de 4 ou 5 signifie un accord)
 - Attente de performance (PE) : « degré auquel utiliser la technologie fournira des bénéfices en réalisant certaines activités (1, 2, 6) »
 - Facilité d'usage (EOU) : « degré de facilité associé à usage de la technologie (3,4,5,8,10) »
 - Influence social (SI) : « degré auquel un individu perçoit que les autres importants (ex. collègue) croient qu'il ou elle devrait utiliser le système (7). »

Les résultats concernant le SUS sont les suivants

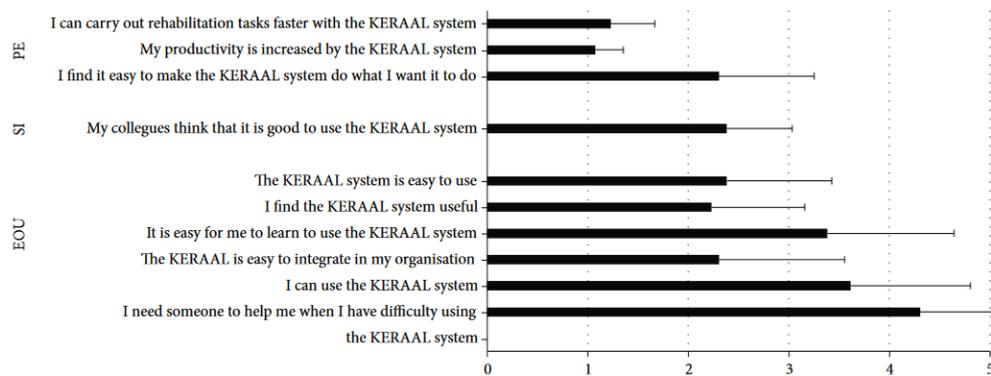


FIGURE 3: Participant usability SUS (system usability scale) questions rated by the robot group. A score of 1 = strongly disagree and a score of 5 = strongly agree, EOU: ease of use.

Figure 9. Résultats de l'évaluation de l'acceptabilité de KERAAL par les soignants (kinésithérapeute ; extrait de Blanchard et al., 2022)

KERAAL est rapporté par les répondants (13) comme « Robot perçu comme facile à utiliser mais pas vraiment utile », ce à quoi il est possible d'associer une opinion négative à propos du robot.

Conclusions globales sur le dispositif KERAAL :

Les auteurs mentionnent que la distinction entre les deux groupes de tests n'a pas permis de s'assurer de l'évaluation uniquement du robot en raison de dysfonctionnement de celui-ci pour environ 5 séances d'évaluation sur 15 au total. Blanchard et al (2022) concluent à une insatisfaction globale probablement en lien avec des problèmes techniques.

Ils évoquent ainsi une nécessité d'amélioration du dispositif pour :

- Le participant sur :
 - Ses **interactions avec le participant** (réactions pas toujours appropriées). Cela est envisagé comme en lien avec le dispositif de capture des mouvements (Kinect, choisie initialement pour son prix). Du fait de feedback inapproprié, la confiance

dans le robot a été réduite, celle-ci étant un facteur essentiel dans le succès du système. Les corrections de mouvement ont également été mentionnée comme devant être réalisée par un humain pour permettre une correction correcte des gestes.

- Les **exercices proposés** (pas assez de variation ou d'adaptation aux participants)
- Le thérapeute sur :
 - Le manque d'utilité perçu, ni difficile ni simple à utiliser.
 - La vision de la robotique en rééducation : nécessité d'efficacité (atteinte des buts qu'elle est sensée remplir), pas de mise en place longue, formation des thérapeutes pour sa mise en place.
- Le système de façon globale :
 - Évaluer le système par le biais d'outils plus adapté aux systèmes de santé,
 - Utiliser un robot plus robuste (de type industriel) avec des degrés de liberté important

Robot déblayeur

Population initiale : Personnes avec handicap moteur, personnes vieillissantes

Technologie(s) : Robotique, domotique (exploitation des données d'activité xAAL)

Tableau 5. Descriptif du projet "Robot déblyeur"

Questions	Suppositions
Quel est le système ou service ?	Robot qui va récupérer les potentiels objets qui se trouvent sur les chemins fréquemment empruntés au domicile par un individu.
Quelles fonctions ou services le système est sensé proposer ?	- Apprentissages des déplacements réccurents de l'individu (Sensor Floor) - Déplacement du robot hors des heures de parcours habituelles de ces zones pour récupérer de potentiels obstacles/objets qui pourraient la faire trébucher.
Quels sont les buts de ce projet	- Permettre de prévenir les chute de l'individu dans son domicile - Favoriser l'autonomie de l'individu
Pour qui est réalisé le système ?	Equipementier domotique, institution...
Qui utilisera le système ?	Personnes avec handicap moteur
Pourquoi il y a besoin de ce système ?	Le fait de trébucher peut amener les personnes à chuter et à perdre en autonomie. La récupération de petits objets au sol peut être risquer pour des personnes avec des problèmes d'équilibre et donc leur éloignement du chemin éviterait de potentielles situations à risque.
Où le système sera-t-il utilisé ?	Dans le domicile de l'individu, dans la chambre du patient
Comment le système sera utilisé ?	Surveillance de l'activité. Les parcours récurrents de l'habitant sont enregistrés par le biais du sensor floor. Ces données sont transmises au robot ainsi que les horaires auxquels ils ont le plus de chances de ne pas s'y trouver afin de lui permettre d'aller déblyer le passage en cas de chute de petits objets ou autres (hors des horaires de parcours de l'individu). En cas de déplacement détecté lors de la sortie du robot, celui-ci s'écarte de ce parcours.
Comment l'utilisateur obtiendra le système ?	A définir.
Comment l'utilisateur apprendra à utiliser le système ?	A définir.
Comment sera installé le système ?	Système installé par les fabricants
Comment sera maintenu le système ?	A définir.

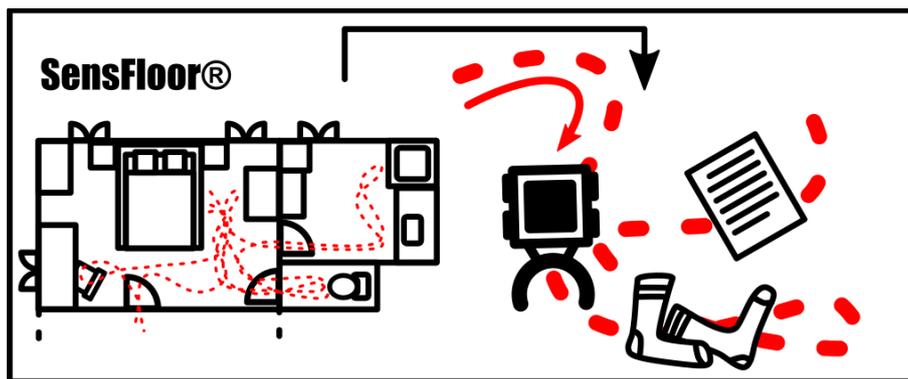


Figure 10. Représentation du principe du robot déblyeur

En fonction des différents projets détaillés précédemment et de leurs caractéristiques, il est donc proposé le recueil de ces données lors des études d'usage :

Projet	Technologie		Prévention			Sources
			Solution 1 - Chemin lumineux	Solution 2 - KERAAL	Solution 3 - Robot déballeur	
			Assistant vocal, domotique	Robotique	Robotique, Domotique	
Par service	Perceptions & facteurs de l'environnement	Intentions d'usage	X	X	X	Venkatesh, et al., 2003
		Attente de performance	X	X	X	
		Attente d'effort	X	X	X	
		Utilité pour...	X	X	X	Venkatesh, & Brown 2001
		Connaissance nécessaire	X	X	X	Venkatesh, & Brown 2001
		Esthétique du produit	X	X	X	Keates, 2006, Aquilano et al., 2007
			X	X	X	Keates, 2006, Tsourela, & Nerantzaki, 2020, Zanella et al., 2020...
		Confiance envers le système	X	X	X	Keates, 2006, Porcher-Sala, 2008
		Stigmatisation de l'utilisateur	X	X	X	Aquilano et al., 2007 ; Çolak, & Kağncioğlu, 2021
		Impact sur les habitudes quotidiennes	X	X	X	Aquilano et al., 2007
		Intrusivité	X	X*	X	Heidmann, & Mokhtari, 2002
		Fiabilité (dont dangerosité)	X	X	X	Bartneck et al., 2009 ; Çolak, & Kağncioğlu, 2021
		Sécurité* et vie privée	X	X*	X	
		Présence sociale du robot				
		Sociabilité perçue		X	X	Heerinck et al., 2010
		Adaptabilité perçue				
		Anxiété face aux robots		X	X	Broadbent et al., 2009, Heerinck et al., 2010
		Intelligence perçue du robot				
		Sympathie du robot		X	X	Bartneck et al., 2009
		Animation du robot				
		Anthropomorphisme du robot				
		Alternative possible au système (robot)	X	X	X	Scopelliti et al., 2004
		Influence sociale (UTAUT) / Pression sociale	X	X	X	Venkatesh, et al., 2003 ; Heerinck et al., 2010 ; Young et al. 2009
Volontariat dans l'usage	X	X	X	Sun & Zhang, 2006...		
Impact social	X	X	X	Çolak, & Kağncioğlu, 2021		
Gain de statut	X	X	X	Venkatesh, & Brown 2001, Young et al., 2009		
Par service	Caractéristique du robot (décrit en amont)	Autonomie du robot		X	X	Scopelliti et al., 2004 ; Beer et al. (2011)
		Tâche du robot		X	X	Scopelliti et al., 2004 ; Beer et al. (2011)
		Dimension faciale et expression		X	X	Broadbent et al., 2009
		Apparence		X	X	Broadbent et al., 2009 ; Beer et al. (2011)
		Personnalité		X	X	Broadbent et al., 2009
		Taille		X	X	Broadbent et al., 2009
		Genre		X	X	Broadbent et al., 2009 ; Beer et al. (2011)
		Similarité aux humains		X	X	Broadbent et al., 2009 ; Beer et al. (2011)
		Robot non similaire aux humains		X	X	Beer et al. (2011)
		Domaine d'application du robot		X	X	Naneva, et al., 2020
		Vitesse		X	X	Scopelliti et al., 2004

Les données recueillies pourront l'être, en fonction de la taille de l'échantillon qu'il est possible d'interroger, par le biais de questionnaire/entretien ou d'entretien semi-directif (afin de recueillir des données permettant une analyse plus fine des retours).

Détection des chutes

Population initiale : Personnes avec handicap moteur, personnes vieillissantes

Technologie(s) : Sol connecté, RADAR, caméra, microphone

Tableau 6. Descriptif du projet "détection de chute" (associé ici à la levée de doute et l'alerte)

Questions	Suppositions
Quel est le système ou service ?	Ensemble de dispositifs permettant la détection, la vérification et l'appel aux secours en cas de chute au domicile.
Quelles fonctions ou services le système est sensé proposer ?	<ul style="list-style-type: none"> - Détection d'une chute (lente ou rapide) d'un habitant du domicile - Prise d'information concernant la nécessité d'assistance de la personne estimée comme ayant chuté - Mise en relation de la personne ou information de la situation à des proches ou des services concernés (SAMU) - Transmission d'informations de santé sur l'état de l'individu aux services le nécessitant
Quels sont les buts de ce projet	- Permettre une réaction rapide en cas de chute d'un individu à son domicile (réduction des conséquences liées à la chute)
Pour qui est réalisé le système ?	Personnes avec handicap moteur à leur domicile, personnes avec handicap moteur vivant en institution, PV
Qui utilisera le système ?	Personnes avec handicap moteur (pas de précision)
Pourquoi il y a besoin de ce système ?	Pour permettre une détection rapide des chutes des personnes (isolées ou non) afin de favoriser la prise en charge au plus tôt (réduction des conséquences possible).
Où le système sera-t-il utilisé ?	Dans l'appartement/maison de l'utilisateur ; dans l'espace de vie de l'individu dans un établissement d'accueil (chambre...).
Comment le système sera utilisé ?	Surveillance d'activité + Communication verbale avec un robot/assistant vocal. Dès que le système détectera (par le biais de RADAR, sol connecté, caméra ou microphone) la chute de l'individu, un robot associé à un assistant vocal se rendra à proximité de l'individu pour lequel une chute est estimée ou un assistant vocal distant interrogera l'individu sur son état. Le robot entrera en interaction avec l'individu verbalement afin de connaître l'état de l'individu et la nécessité de prévenir des proches. En cas de réponse, le robot demandera à l'individu ce qu'il souhaite que le système réalise (appel des proches, secours...). En cas de non réponse, l'alerte sera donnée.
Comment l'utilisateur obtiendra le système ?	A définir. Diffusion par le biais d'un constructeur ?
Comment l'utilisateur apprendra à utiliser le système ?	A définir.
Comment sera installé le système ?	Système installé par les fabricants
Comment sera maintenu le système ?	A définir.



Figure 11. Représentation des différentes technologies envisagées pour la détection de la chute

Informations concernant la détection (automatique) de chute

Les détections de chutes par le biais d'outils technologiques ont débuté à l'aide de système qui devaient être activés par l'individu lors de la survenue d'un évènement indésirable. Il s'agissait des premiers « systèmes personnels d'intervention d'urgence » (PERS ; Doughty, et al., 2000). Un des avantages de ce type de système est son efficacité sur la prévention du déclin fonctionnel (aménager le domicile pour repousser la dépendance et l'institutionnalisation) comme le mentionnent Lachal et al. (2016).

4 types sont évoqués par Doughty et al. (2000) selon la technologie et le déploiement du dispositif :

- Basé sur l'**analyse vidéo** : rapportés par les auteurs comme étant cher et intrusif ; nécessitant également à l'époque un câblage important dans le domicile
- Basé sur l'**analyse acoustique ou vibratoire** : nécessité de distinguer la chute d'autres bruits sourds ou impact
- Les systèmes de téléassistance intelligent : détection de non activité dans une pièce du domicile ou l'individu se trouvait ;
- Les systèmes portés : rapportés comme détectant les chutes de façon immédiate ; ils sont évoqués comme peu cher et compatible avec les systèmes courant du domicile (téléphone...)

Une synthèse des différentes limites des différentes approches est proposée par Mastorakis, et al. (2018).

Tableau 7. Avantages et inconvénients des différentes approches à la base des PERS

Approach	Pros	Cons
Monocular camera (Nait-Charif & McKenna, 2004)	Easy to setup, cheap	Privacy not preserved, occlusion ineffective
Multi-cam (Auvinet, Multon, Saint-Arnaud, Rousseau, & Meunier, 2011)	Occlusion robust, 3D scene analysis	Difficult setup, cameras require syncing, privacy not preserved, 3D calibration required
Infra-red (Mastorakis & Makris, 2014)	Privacy preserved, 3D scene analysis, person segmentation ready	Interference, noisy data
Wearable accelerometer (Bourke, O'Brien, & Lyons, 2007)	Occlusion robust, privacy preserved	Intrusive, must be worn
Ambient sensors acoustic (Popescu, Li, Skubic, & Rantz, 2008) floor vibration (Alwan et al., 2006)	Privacy preserved, occlusion robust	Expensive, can be applied on small areas
Fusion 3D vision & wearable (Kwolek & Kepski, 2014) 2D & heart monitor (Khawandi, Chauvet, & Daya, 2012) acoustic & depth (Li, Banerjee, Popescu, & Skubic, 2013)	Higher accuracy and performance	Complex setup, requires syncing

Concernant les dispositifs portés par l'individu, il est possible d'ajouter également que le fait que, s'il nécessite une action de l'utilisateur en cas d'urgence :

- Soit celui-ci n'a pas un état de conscience suffisant pour l'activer (perte de connaissance)
- Soit la personne, du fait d'un usage peu régulier ou d'une interface complexe, ne se souvient ou n'arrive pas à l'activer.

Pour une étude des perceptions et de l'usage lié au PERS (situation privilégiée, type de troubles rapporté par les utilisateurs de PERS, satisfaction dans l'usage de ce type de système...), la personne intéressée est orientée vers les travaux de **Mann, et al. (2005)**. Néanmoins, Doughty et al. (2000), dans le cadre de la conception d'un dispositif de détection de chute porté, ont émis plusieurs recommandations afin de le rendre acceptable :

- Le dispositif ne doit pas identifier son porteur comme quelqu'un de fragile,
- Le dispositif doit être réalisé de façon à être esthétiquement beau (bénéfice privilégié au regard de l'intrusion du dispositif).
- Le dispositif
 - « doit détecter tous les impacts au de-là d'un certain seuil
 - doit être capable de confirmer une condition d'alarme
 - doit traiter les données mesurées sur une période de temps pour confirmer une urgence
 - doit envoyer une alarme avec un minimum de délais de n'importe où dans le domicile
 - doit avoir un faible niveau d'intrusion perçu
 - doit être robuste, fiable, et nécessiter peu de maintenance
 - doit être identifié de manière unique
 - (ne doit pas causer de blessure lors de la chute du porteur)
 - doit pouvoir être optimiser de façon à répondre au besoin de l'utilisateur
 - doit être aisé à utiliser sans ou avec peu de formation / entraînement
 - doit pouvoir être tester automatiquement » (ibid., p.3).

Bien que ces différents points ne répondent pas tous à la détection de chute par un système distant (mis entre parenthèse dans la liste), de nombreux points sont à prendre en compte dans la conception d'un système de ce type. Pour une revue de la littérature scientifique récente dans le domaine de la détection de chute, la personne intéressée est orientée vers les travaux de **Wang, et al. (2020)**.

La détection distante a donc été privilégiée ici et l'interrogation porte plus sur l'acceptabilité des différentes solutions possibles dans ce cadre. Comme le montre le Tableau 7, ces différentes technologies peuvent amener des questionnements spécifiques mais également limiter ou accroître les possibilités d'extrapolation de services sur base des données recueillies (identification de l'individu dans le domicile...). Nous nous proposons donc ici d'interroger les participants sur les différentes solutions par le biais de vidéos et de comparer les résultats obtenus dans les 4 situations.

Capteurs optiques

Des solutions existent ou ont été envisagées concernant la détection de chute par le biais de caméra. Il est ainsi possible de mentionner les travaux concernant ROBOCARE (Cesta et al., 2007), CIRDO (Bobillier Chaumon et al., 2014) et Dantoine et al (2016).

Dantoine et al. (2016) traitent ainsi de caméra intelligente LCS qui permettent l'alerte des aidants en cas de chute. Ils mentionnent dans ce projet la prise en compte de l'intimité de la personne par le « cryptage des images ». Leur système est rapporté comme permettant :

- La détection de chute molle (non détectée par les accéléromètres),
- L'utilisation avec des populations qui n'activeraient pas forcément les dispositifs de téléassistance (Troubles cognitifs modérément sévère à sévères).

Globalement ce type de capteur, bien que familiers (Gagné, 2021) peut amener à des interrogations sur la vie privée des individus.

Capteurs RADAR

Il n'a pas été trouvé d'étude concernant ce type de dispositif dans la littérature et il sera donc intéressant de comparer cette solution aux autres solutions plus familières et diffusées.

Sol connecté

La solution envisagée dans ce cas est le SensFloor® (fabricant : <https://future-shape.com>). Ce dispositif nécessite la mise en place du sol dans les pièces d'intérêt (probablement la totalité du domicile) afin de détecter la chute d'un individu dans celui-ci. Le choix de pouvoir proposer d'autres solutions que celle-ci tient aux contraintes que l'installation des capteurs occasionnent :

- Nécessité de travaux importants (installation du sol)
- Prix élevé et croissant en fonction de la surface

Sur ces deux éléments, le second ne pourra être évalué en raison de l'absence de données concernant les autres capteurs.

Microphone

Des solutions existantes peuvent être envisagées concernant cette approche par le biais du son. Ainsi à Brest, il est possible de retenir deux approches qui permettent ce type de détection :

- <https://www.oso-ai.com/>
- <https://www.smartmacadam.com/>

Évaluation

Ces quatre approches peuvent être évaluées en termes d'acceptabilité par les participants au cours d'une session de recueil. Il sera proposé d'interroger les participants sur base de vidéo présentant ces différentes solutions. L'ordre de présentation de ces 4 solutions sera randomisé afin de s'affranchir de l'effet de l'ordre.

Données recueillies

Du fait de l'absence d'interaction dans ce type de déploiement, les interrogations porteront principalement sur les facteurs liés à l'acceptabilité sociale des dispositifs. Il sera établi en amont qu'un dispositif de détection de chute doit être déployé au domicile des individus et qu'ils doivent se prononcer sur le choix de ce type de dispositif.

Matériel.

4 films d'une durée de 30 secondes seront réalisés pour permettre l'évaluation de ces différents modes de détection. La chute initiale est toujours la même mais le traitement qui est fait de celle-ci diffère selon les modes de traitement. Le déroulement du film est les suivantes :

- Planche présentant le dispositif évalué avec sa description et la mise en place nécessaire. Les mêmes catégories d'information sont présentées pour chaque capteur.
- *Scénarisation de scènes de la vie courante pouvant être impactée par ces technologies ?*
- Présentation de la chute en parallèle d'une simulation du dispositif de détection :
 - o Pour la détection par caméra : une représentation de la même scène prise en plongée afin de simuler la fixation d'un dispositif dans la pièce. Lors de la chute, un

rectangle est ajouté sur la personne afin d'illustrer la détection de la chute.

- Pour la détection par l'audio : une représentation d'une onde audio évoluant avec la situation est affichée de façon simultanée. Lors de la détection du son de chute, la forme d'onde représentant celle-ci est encadré et la détection de la chute est signalée.
 - Pour la détection par le biais du radar : la détection radar est affichée en simultanée et le nuage de point évolue en fonction de la scène. Quand la personne chute, le nuage de point suit ce mouvement et lorsque la chute est détectée, cela est affiché à l'écran.
 - Pour la détection par le sol connecté : une représentation en plan de l'interface de détection du sol est proposée en simultanée de l'action. Suite à la chute, celle-ci est affichée comme détectée.
- Présentation de nouveau en plein écran du dispositif de détection et du principe de fonctionnement.

Suite au visionnage de chaque film, le ou la participant.e sera invité.e à répondre aux questions concernant ses perceptions du dispositif.

Recueils de données sur la perception de la technologie.

Les différentes données ci-dessous ont pour visée à être récupérées pour chacune des technologies étudiées. Il s'agit ici uniquement de données concernant les modèles des technologies en lien avec l'IoT .

Perceptions	Attente de performance	UTAUT (Venkatesh, et al., 2003)
	Attente d'effort	UTAUT (Venkatesh, et al., 2003)
	Intentions d'usage	UTAUT (Venkatesh, et al., 2003)
	Utilité pour...	MATH (Venkatesh, & Brown 2001)
	Connaissance nécessaire	MATH (Venkatesh, & Brown 2001)
	Confiance envers le système	Acceptabilité des systèmes (Keates, 2006), IoTAM, Almere Model, UTAUT2/IoT, Zanella et al. (2020)
	Stigmatisation de l'utilisateur	Acceptabilité des systèmes (Keates, 2006)
	Impact sur les habitudes quotidiennes	Aquilano et al. (2007), UTAUT2/IoT (Çolak, & Kağrıncıoğlu, 2021)
	Intrusivité	Aquilano et al. (2007)
	Fiabilité (dont dangerosité)	(Heidmann, & Mokhtari, 2002)
	Sécurité* et vie privée	UTAUT2/IoT (Çolak, & Kağrıncıoğlu, 2021), Bartneck et al., 2009
	Alternative possible au système (robot)	Scopelliti et al., 2004
Facteurs environnementaux	Influence sociale (UTAUT) / Pression sociale	UTAUT (Venkatesh, et al., 2003), IoTAM, Almere Model / Young et al. 2009
	Volontariat dans l'usage	TAM (Sun & Zhang, 2006)...
	Impact social	UTAUT2/IoT (Çolak, & Kağrıncıoğlu, 2021)
	Gain de statut	MATH (Venkatesh, & Brown 2001), Young et al., 2009

Levée de doute

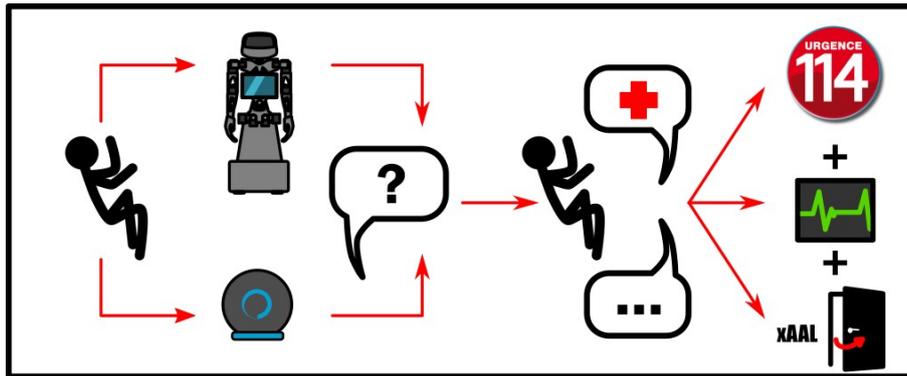


Figure 12. Représentation de la phase levée de doute et actions à réaliser suite à la validation de la survenue de la chute.

Solutions domotiques

Assistant vocal

L'assistant vocal, suite à la détection de chute, questionne l'individu sur son état afin de savoir si celui-ci a bien chuté.

En cas de :

- Confirmation : l'assistant vocal passera aux actions à prendre,
- Infirmité : l'assistant vocal clôturera la procédure d'alerte.

Solutions Robotiques

La solution envisagée ici consiste en l'envoi d'un robot à proximité de la chute détectée afin de s'assurer qu'il s'agit bien d'une chute. Le but de ce déplacement est de permettre :

- D'interroger l'individu sur son état
- De définir quelles sont les actions à prendre en conséquence.

Du fait des éléments avancés auparavant quant à la confiance associée au système mais également à la potentielle « irritabilité » générée par des robots amenant à trop d'interactions, l'échange doit pouvoir permettre de s'assurer de l'état de la situation (chute ou non) mais en favorisant la détection de toutes les chutes ayant réellement lieu. Il s'agirait donc potentiellement de favoriser les faux positifs. De ce fait, il faudra faire en sorte que lors des sollicitations des individus en cas de faux positif, l'interaction avec le robot puisse se dérouler de la façon la moins inopportune possible.

L'intérêt de l'évaluation envisagée de ces deux solutions ici est de pouvoir estimé s'il y a des caractéristiques des robots qui agissent sur les perceptions des individus. Si le protocole fait réaliser aux deux robots la même action et la même séquence d'interaction, ces données pourraient ainsi aider à augmenter les connaissances sur les choix de conception à réaliser concernant l'apparence de robot domestiques de type Poppy ou Pepper.

Actions

Plusieurs actions sont envisageables suite à la validation de la survenue d'un événement indésirable. Là également, il sera possible de questionner l'acceptabilité des différentes solutions qui sont envisagées dans le cadre de ce projet. Ainsi la transmission de données physiologiques à des services de secours, la mise en contact avec des proches/des secours par le biais d'une caméra/d'un assistant vocal et la gestion complète des contrôles des dispositifs domotisé de la maison (porte d'entrée, ...)

pour permettre un accès au domicile facilité pour les secours. Un protocole similaire à celui visant la détection peut être envisagé, associé à des potentiels solutions alternatives qui pourraient être proposées par des participants ou lors de session dédiées (focus group...).

Éthique et traitement des données.

Même si le protocole en question consistera en le visionnage de plusieurs vidéos pour lesquelles les personnes seront interrogées, il est nécessaire de soumettre le protocole de test envisagé à un comité d'éthique afin de s'assurer de son adéquation à la situation en question. Le Comité d'Éthique pour la Recherche Non-Interventionnelle (CERNI, <https://aub.bzh/recherche/cerni/>) propose ce service et pourra proposer un retour éclairant sur la situation. Les temps de traitement pouvant être assez long, il est nécessaire d'anticiper cette démarche par rapport aux recueils des données.

De même concernant les données recueillies au cours de ces évaluations, il sera nécessaire de les soumettre au Data Protection Officer (DPO) de l'Université Bretagne Sud (et potentiellement celui du Lab-STICC également, ce point reste à clarifier). La soumission consistera en la liste de l'ensemble des données recueillies ainsi que les finalités et traitements qui leurs sont associés. Pour cela, un échange par le biais de l'adresse du DPO ([dpo @ univ-ubs.fr](mailto:dpo@univ-ubs.fr)) permettra d'engager la démarche. Des données sensibles (santé) pourront être recueillies et de ce fait, la demande pourra être plus longue.