

# Peut-on caractériser globalement une « qualité d’acte expressif » : de « *breathy voice* » à « *breathy turn taking* » dans la glu socio-affective de l’interaction humain-robot ?

Liliya Tsvetanova Véronique Aubergé Yuko Sasa

Laboratoire Informatique de Grenoble – UMR5217, 38041 Saint Martin d’Hères, France

Prenom.Nom@imag.fr

## RESUME

---

L’interaction face-à-face est considérée ici comme un système émergeant, englobant les sous-systèmes en synchronie des interactants inscrits, à travers leur personnalité, dans leur rôle social, leurs motivations, leurs intentions, leurs états socio-affectifs. L’interaction est instanciée par une « glu » socio-affective pour laquelle nous testons une dimension altruiste, orthogonale à la dimension de dominance, expérimentée dans le scénario écologique Emoz (Sasa et Aubergé, 2014) pour des personnes âgées donnant des commandes domotiques de forme imposée à un robot. Le dialogue est conduit par des *feedbacks* socio-affectifs primitifs du robot supposés « gluer » progressivement. Nous montrons que la variation faite par les sujets autour des commandes référentes, non seulement suit un décours dynamique de « glu » progressive, mais que le comportement communicatif des sujets est globalement inscrit dans des caractéristiques d’« intimité-care » d’une production *breathy* de toutes les modalités (voix, prosodie, paraphrasage lexico-morpho-syntaxique, timing, posture, direction du regard, proxémie, déplacement).

## ABSTRACT

---

### **Multidimensional prosodic style, as characteristics of the “gluing” relation process: extension of “breathiness” from voice quality to “turn talk quality”**

In this paper, the face-to-face interaction is considered as an emerging social system including two subsystems in synchrony in which the speakers are represented with their personality, social role, motivations, intentions and socio-emotional states. The interaction commence with a socio-affective « gluing » process which is experimented with the ecological scenario Emoz (Sasa et Aubergé, 2014) in which elderly appoint imposed domotic commands to a service robot called Emox. The dialogue is governed by the use of primitive socio-emotional robot feedbacks, considered to gradually simulate the « gluing » process. In this paper, we expose that not only the transformations of the commands given to Emox follow the socio-affective « gluing » dynamics, but also the elderly global communication behaviour can be characterised by the concept of « intimacy – care » reflected by the breathiness perceived in all communication modalities (voice, prosody, lexico-morpho-syntactical paraphrasing, timing, posture, gaze direction, proxemics and movements).

---

**MOTS-CLES :** dialogue socio-affectif, prosodie expressive, paralinguistique, paraphrasage, inter-synchronie, *breathiness*, multimodalité, Interaction Homme-Robot

**KEYWORDS:** socio-affective dialog, expressive prosody, paralinguistics, paraphrasing, inter-synchrony, breathiness, multimodality, Human-Robot Interaction

---

# 1 Introduction

L'interaction sociale est un processus dynamique, qui évolue dans le temps cognitif de la relation, dans lequel les interactants, amorcés *a priori* par la dyade de leurs rôles sociaux, co-construisent dialogiquement leur relation par les substrats de leurs personnalités dans leurs motivations, attentions mutuelles, processus socio-affectifs. L'étude présentée ici s'inscrit dans un travail expérimental plus large, dédié à :

- (1) contribuer à montrer qu'il existe une dimension altruiste, orthogonale à la dimension de dominance dans les socio-relations (*mutual social grooming*, Nelson and Geher, 2007) ;
- (2) montrer que la relation est instanciée par une « glu » socio-affective dont le matériel primitif est la prosodie pure (Vanpé and Auberge, 2012);
- (3) observer que la relation, se construisant dynamiquement (Delaherche and Chetouani, 2012 ; Morency, 2010), peut être conduite par des productions primitives, progressives et co-évolutives (Aubergé et al., 2013) ;
- (4) montrer que la prosodie, incluant la qualité de voix (Campbell and Mokhtari, 2003) est un marqueur majeur des natures et des valeurs de la relation, mais que dans l'ensemble des modalités de production, la « manière » dont sont fabriquées les formes – forme des formes – révèle en cohérence ces mêmes natures et valeurs ;
- (5) montrer qu'il existe une dimension altruiste de la relation qui est caractérisable par exemple par la co-construction gradiente d'une intimité—*care*, exprimée dans les productions multi-modales (Schröder et al., 2006) par le « style » cohérent de production des formes paralinguistiques (bruits de bouche), prosodiques, lexico-morpho-syntaxiques (paraphrasages autour des commandes imposées), posturales (incluant le regard (Argyle and Dean, 1965), mais pas les expressions faciales qui n'ont pas été recueillies proprement à cause de contraintes techniques), proxémiques statiques et dynamiques ;
- (6) enfin, et c'est le but de notre présente étude, que toutes les modalités sont modifiées dans un style homologue, cohérent, de leurs formes : des changements au niveau de la qualité de voix des personnes âgées qui se résument dans une *breathiness* graduellement croissante et la gestualité corporelle qui joue également un rôle essentiel dans le processus multimodal interactionnel (Schröder et al., 2006). Dans une expérience – corpus GEE (Guillaume et al., 2015) - basée sur les mêmes primitives de construction de la « glu » pour des sujets jeunes empêchés de produire des expressions vocales, il a été montré que les gestes deviennent de plus en plus subtils quand l'intimité croît (et varie aussi avec la culture); les regards ont été montrés variants quand l'intimité augmente (Argyle and Dean, 1965) ; le déplacement s'adapte au rythme de l'autre (Schmidt, 2011), la proximité physique diminue (Scherer and Schiff, 1973).

Nous étudions donc ici comment les productions des sujets, dans plusieurs modalités, révèlent dans leurs formes le niveau croissant de la « glu », dans cette construction de dimension altruiste, pendant les interactions dans le scénario écologique Emoz, qui a permis de recueillir le corpus EEE (Elderly Emoz Expressions) de dialogues spontanés entre des personnes âgées socialement isolées (afin de mieux mesurer le facteur de la « glu » pour un lien endommagé) et le robot Emoz (développé par la société Awabot). Ce travail a également pour but technologique d'apporter au futur système de dialogue SADI (Socio Affective Dynamic Interactions) des évaluations expertes pour la supervision des modules évolutifs de *machine learning* de la reconnaissance automatique de la parole (RAP) et de la synthèse vocale.

## **2 Corpus EEE – recueil de dialogues spontanés « gluants »**

Le corpus de dialogues spontanés multimodaux analysé dans cette étude – corpus EEE – a été collecté lors d’une expérience basée sur le principe d’une méthode d’expérimentation organisée selon une boucle agile de 3P (Public-Private-People) qui réunit tous les acteurs - académiques, industriels ou sociaux - dans le but de co-construire un processus d’expérimentation écologique en plaçant au centre l’humain, en faisant évoluer itérativement la boucle hypothèses/données comportementales, par une méthodologie qui oblige chaque acteur à assumer le devoir éthique attaché à son rôle. Les données du corpus EEE ont été collectées dans le Living Lab du LIG (Laboratoire Informatique de Grenoble) – Domus – recréant un contexte micro-écologique en utilisant un scénario (Sasa and Aubergé, 2014) du type Magicien d’Oz. Ce corpus est constitué d’interactions spontanées multimodales entre des personnes âgées socialement isolées et le robot Emox – majordome de l’appartement Domus, dont les sons sont des primitives langagières chargées d’informations graduellement organisées selon le niveau de « glu » socio-affective et envoyées en réponse des commandes domotiques (une liste de 31 commandes permettant de contrôler les actions de Domus) que le sujet donne à Emox. L’établissement d’un processus dynamique affectif se révèle difficile pour les personnes âgées en situation d’isolement social, sachant que leurs capacités nécessaires à la création de la « glu » socio-affective sont endommagées (Aubergé et al., 2014). Cette situation contrastive, favorisant l’observation de l’établissement d’une « glu » existante dans l’interaction entre le robot et la personne âgée, peut faire du robot un outil de réentraînement des personnes au processus dynamique de création et du maintien de la « glu » socio-relationnelle dans le but de faciliter la création du lien communicatif dans une interaction humain-humain.

L’ensemble des données du corpus est auto-annoté, via une annotation non experte basée sur une méthodologie rigoureuse inspirée de l’ethnométhodologie et permettant de réduire le biais de l’interprétation subjective et/ou gnostique. Lors d’une visualisation de leurs actes durant l’expérimentation, effectuée peu après l’expérimentation (environ 1 mois), les sujets font appel à leur mémoire autobiographique (Williams et al., 2007), ce qui permet de poser des étiquettes marqueurs de l’état affectif des personnes âgées au moment de l’expérience. Cette étape permet (1) de définir le niveau de « glu » socio-affective à chaque moment de l’expérience, (2) d’observer sa transformation globale et progressive, et également, (3) de détecter les frontières de chaque niveau de « glu » relationnelle.

Pour cette étude nous avons retenu 6 sujets féminins âgées de 67 à 89 ans dont le niveau de dépendance correspond au GIR5 et GIR6 (selon l’échelle de dépendance AGGIR). Les séquences audio-visuelles d’interaction entre chaque personne âgée et Emox, d’une durée de 40 à 53 minutes, ont été étiquetées en termes de comportements verbaux et non verbaux. Le panel observé est, pour le moment, de taille réduite car l’étiquetage descriptif des événements multimodaux hors parole s’effectue entièrement manuellement.

## **3 Marqueurs de la « glu » socio-affective**

### **3.1 Valeurs externes d’auto-annotation**

Les étiquettes d’auto-annotation permettent de regrouper l’ensemble des comportements dans des séquences globales démontrant l’évolution dynamique de l’état affectif du sujet dans le temps

dialogique. Néanmoins, bien que le changement de la relation avec le robot soit relevé pour l'ensemble des sujets, l'auto-annotation étant basée sur la réminiscence des processus cognitifs pas à pas sur les temps interactionnels, les étiquettes obtenues sont très différentes d'un individu à l'autre. Un exemple typique de progression graduelle de la « glu » est l'étiquette du matériel langagier (commande) comme « ordre » qui devient au fur et à mesure de l'avancement de l'expérience « ordre gentil / ordre en collaboration », ensuite « interrogation », « demande », « suggestion » ou bien l'étiquette « ton impératif » utilisée au début de l'expérience qui devient « ton familial ».

### 3.2 Paraphrasage lexico-morpho-syntaxique

Rappelons que la consigne donnée aux sujets est de respecter scrupuleusement l'énoncé figé pour chaque commande. Or, l'une des observations importantes du corpus EEE est l'apparition de paraphrasage au cours de l'expérience. L'analyse morpho-syntaxique et lexicale des paraphrases a mis en évidence des changements qui interviennent de manière graduelle mais systématiquement ordonnée en suivant la courbe évolutive de la « glu » relationnelle. Pour pouvoir déterminer de quelle manière s'effectue le paraphrasage des commandes au fur et à mesure de l'expérience, nous avons procédé par une observation des changements langagiers (morphologiques, lexicaux et syntaxiques) par rapport à la commande de référence qui est notée sur la feuille des commandes imposée aux sujets au début de l'expérience, en sachant que toutes les 31 commandes domotiques sont composées d'un infinitif verbal suivi d'un constituant nominal (ex. « Mettre la lumière »). La variation de la forme langagière est significative pour le niveau de « glu », puisqu'elle est surtout observable chez les sujets qui ont le plus « glué » (guidé par les auto-annotations) avec Emox et, en plus, la variation des formes langagières suit exactement la même tendance d'évolution pour tous les sujets. Comme montré par la figure 1, l'infinitif de la commande de référence est substitué progressivement par des formes conjuguées indiquant des changements au niveau de la prise en considération du robot (d'abord par l'inclusion du robot dans un processus commun par l'utilisation du pronom personnel « on » et ensuite par la distinction du robot comme une entité par le pronom personnel « tu ») qui est fortement liée à la force de la « glu » socio-affective établie dans le temps cognitif dialogique (T) de l'expérience.

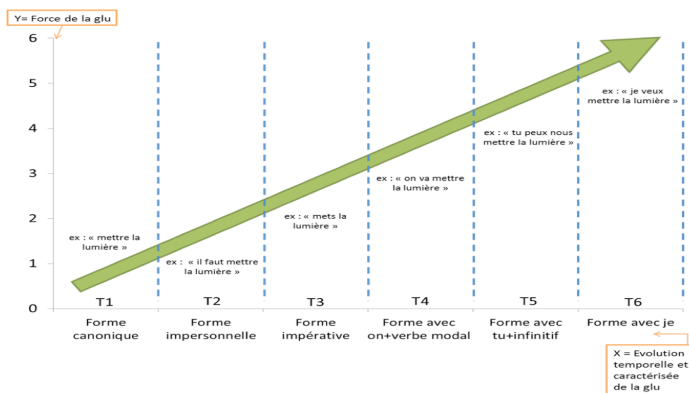


Figure 1: Evolution temporelle des transformations morphologiques, lexicales et syntaxiques par rapport au niveau de "glu" socio-affective défini par les valeurs externes d'auto-annotation

### 3.3 Evolution temporelle de la « breathiness »

La qualité de voix est une composante prosodique qui transmet des informations sur l'état affectif du locuteur et la *breathiness* est un type de qualité de voix spécifiquement lié à l'existence d'un lien intime entre les interactants. D'un point de vue articulatoire, la *breathiness*, qui est acoustiquement associée à un effet d'intimité, est produite par un relâchement des cordes vocales suite à une tension musculaire faible, mais selon le niveau de faiblesse musculaire, la *breathiness* acoustique peut être perçue comme plus *tense* (tendue) ou plus *lax* (détendue). La *breathiness* dans la voix âgée en situation de parole spontanée est très difficile à évaluer, car les changements physiologiques liés à l'âge ont une influence sur le relâchement de la tension musculaire qui, par conséquent, affecte les muscles du larynx induisant ainsi une perception acoustique de la voix âgée comme étant plus *breathy*. Ainsi, les mesures traditionnellement utilisées pour détecter la *breathiness* (H1H2, Harmonics-to-Noise Ratio, Glottal-to-Noise ratio, etc.) n'étant pas adaptées à la voix âgée, nous avons procédé à un étiquetage « expert » de la *breathiness* acoustique dont les étiquettes sont graduellement organisées par rapport au niveau de *breathiness* perçue (figure 2). Comme montré par la figure 2, la *breathiness* des personnes âgées est présente dès que la « glu » s'installe, mais elle évolue subtilement selon la tension de plus *tense* à plus *lax* en parallèle avec le niveau de « glu » défini par les étiquettes des auto-annotations.

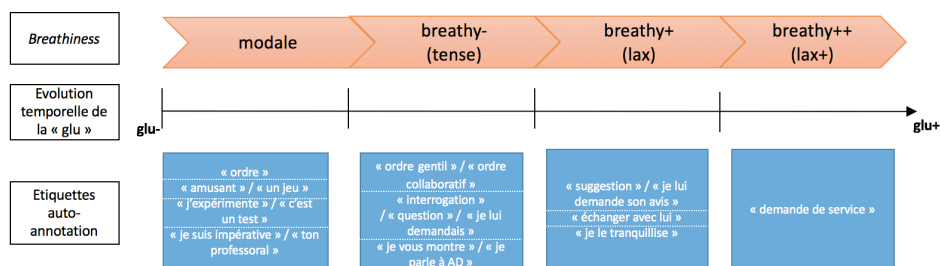


Figure 2: Evolution de la *breathiness* dans le corpus EEE selon l'axe de la « glu » socio-relationnelle (cf. Figure 1)

L'évolution de la *breathiness* dans le corpus EEE est également marquée par des changements ponctuels et prompts du niveau de *breathiness* qui paraissent être sémantiquement importants pour le niveau de « glu » dans lequel la relation entre le sujet et Emox peut être située. Ainsi, si le robot ne réalise pas la commande demandée avant un certain seuil de « glu », si par exemple l'erreur intervient au début de l'expérience, le niveau (n) de *breathiness* acoustique dans la commande que réitère le sujet pour faire exécuter la commande correctement diminue (n-1) ou souvent la voix redevient modale, voire même le niveau de *breathiness* devient négatif (dans les cas d'irritation, d'impatience) et il est alors plus long de ré-intéresser/« re-gluer » le sujet (même si le sujet a pour consigne obligatoire de finir d'énoncer l'ensemble des commandes). Lorsque l'erreur d'exécution du robot intervient après un seuil reconnaissable par l'apparition de valeurs des marqueurs qui sont décrits ici – seuil dont nous voulons montrer plus tard qu'il est un changement catégoriel dans le continuum de l'attachement – alors au contraire le sujet lorsqu'il réitère la commande, exprime une progression forte de la « glu » (*breathy* (n+i)), et inhabituelle dans le reste de son comportement : à ce stade, plus le robot se trompe, plus le sujet s'attache en l'aidant à récupérer son erreur.

## **4 Dynamique des modalités interactionnelles non verbales**

### **4.1 Evolution temporelle des modalités (selon la « glu » socio-affective)**

L'initiation et la progression de la « glu » relationnelle s'inscrivent dans une dynamique strictement individuelle, mais, bien que les événements multimodaux se produisent à des niveaux temporels différents selon les caractéristiques propres de chaque sujet et selon la progression de la « glu », ils sont observables et similaires chez tous les sujets de l'étude à un niveau de « glu » équivalent. Ainsi, les personnes qui ont moins « glué » avec le robot reflètent les mêmes comportements de gestualité corporelle multimodale (direction du regard, déplacement, posture et proxémie) que ceux que les sujets qui ont le plus « glué » avec Emox effectuent au début de leurs expériences.

La direction du regard des sujets est orientée sur 4 cibles principales (environnement, objet de la commande, feuille de commandes, Emox), chacune ayant une dynamique de progression différente. Par exemple, toutes les personnes âgées regardent l'environnement et l'objet de la commande le plus souvent au début de l'expérience et la fréquence de fixation de ces cibles diminue avec l'habituation à l'environnement. Les regards en direction d'Emox sont variés, mais il a été constaté que les personnes ayant moins « glué » avec Emox le regardent moins, alors que pour l'autre groupe de personnes âgées, en termes de durée de fixation, les regards en direction d'Emox sont généralement moins longs, mais plus fréquents en fin d'expérience (où le niveau de « glu » est plus élevé). Lorsqu'une réitération de commande se produit, les sujets fixent le plus souvent Emox. Quant aux regards en direction de la feuille, qui est un artefact imposé aux personnes âgées leur permettant d'adresser des commandes à Emox, il a été observé un détachement progressif, aussi bien physique (la personne ne tient pas la feuille et ne la regarde pas) que psychologique (la personne regarde la feuille, mais modifie la forme langagière des commandes inscrite sur la feuille), chez les personnes âgées ayant le plus « glué » avec Emox, alors que les personnes âgées qui n'arrivent pas tout à fait à rentrer dans une relation affective avec Emox, se maintiennent, physiquement et psychologiquement, à la feuille (regard fréquent en direction de la feuille lors de l'énonciation des commandes accentué par une rare variation de la forme langagière).

Les premiers déplacements des sujets dans l'appartement sont motivés par le scénario, parce que les participants sont incités à appliquer l'ensemble des commandes dans chaque pièce, mais il a été observé que toutes les personnes âgées ont tendance à marcher devant Emox, mais lorsqu'elles s'arrêtent à l'endroit cible de leur action de déplacement, elles attendent la fin du déplacement d'Emox avant de lui donner une nouvelle commande. Ce mode de déplacement se reproduit tout le long de l'expérience pour les personnes ayant moins « glué » avec le robot, mais une différence est observée pour les personnes âgées qui ont créé une relation socio-affective avec Emox qui au fur et à mesure de l'expérience commencent à synchroniser leur manière de se déplacer par rapport à Emox : bien qu'Emox, étant petit, ne se déplace pas rapidement, les sujets marchent derrière le robot ou à côté de lui en l'attendant avancer.

La proxémie entre le sujet et Emox est naturellement adoptée par chaque sujet au début de l'expérience et si Emox réduit cette distance sociale choisie de manière spontanée par les personnes âgées, avant que la « glu » soit instaurée, les sujets reculent pour revenir à la distance initiale spontanément instaurée. Au fur et à mesure de l'expérience, les personnes ayant construit de la « glu » se rapprochent ou laissent Emox s'approcher d'eux de plus près et pour plus long temps comparé aux sujets ayant moins « glué ». Une autre observation relève qu'une fois la «

glu » instaurée, lorsque la distance physique entre un sujet et le robot est agrandie, les sujets ont tendance à fixer le plus souvent Emox.

La posture redressée et fléchie au début de l'expérience s'avachie au fur et à mesure et les premières apparitions de *breathiness* acoustique semblent correspondre souvent à une posture assise. Après l'établissement de la « glu », indépendamment du fait si les sujets sont debout ou assis, il a été observé que les sujets se penchent en avant vers Emox lorsqu'ils lui parlent ou lui donnent des commandes et l'émergence de ces penchements semble être relative avec une voix *breathy* très détendue (*lax+*) et une direction du regard vers Emox.

## 4.2 Événements ponctuels observés significatif pour le niveau de « glu » socio-affective

### 4.2.1 Marquage par un focus prosodique

Certains sujets commencent à produire, à un certain niveau de « glu » établi, des focus prosodiques dont les accents acoustiques s'accompagnent d'un accent gestuel (mouvements rapides de la tête). Ces hochements de la tête en début d'expérience sont ciblés sur Emox et ont une dynamique plutôt rapide (parallèlement à des focus à voix *tense*), alors qu'à la fin de l'expérience, ils sont faits dans la direction de l'objet de la commande, mais sont aussi plus lents et relâchés quand la voix est *breathy* (*lax+*).

### 4.2.2 Apparition de comportements à dynamique évolutive

A un niveau de « glu » élevé, des phénomènes spécifiques apparaissent et leur dynamique semble aller de paire avec le niveau de *breathiness* et l'aspect *tense* et *lax* de la voix. Un de ces phénomènes est la gestualité et bien qu'elle fasse partie intégrante de l'interaction non verbale et comme montré par (Guillaume et al., 2015) a une signification par rapport au niveau de « glu », elle n'est pas un point expressément observé dans cette étude à cause du nombre limité de sujets. Néanmoins, des gestes très subtils - de pointage de l'objet de la commande, d'ouverture des paumes des deux mains quand le sujet est en train de s'adresser à Emox (hors commandes) – apparaissent et sont notables chez tous les sujets en fin d'expérience quand le niveau de « glu » est très élevé et la voix des sujets est très *breathy* (*lax+*). D'autre part, bien que ponctuelles, certaines modalités semblent être co-occurentes à un niveau de « glu » élevé, ce qui révèle une dynamique des changements. Par exemple, les penchements ou bien l'orientation du corps vers Emox lorsque le sujet a un fort lien affectif en fin d'expérience apparaissent toujours parallèlement à un regard fixé sur Emox et une qualité de voix *breathy lax*. Cette observation suggère l'existence d'une synergie des modalités qui pourrait donner une information subtile similaire à celle qui est caractérisée par la nature de la *breathiness* de la voix.

## 5 Discussion

La *breathiness* acoustique des sujets âgés faisant partie du corpus EEE est observée dès l'initiation des primitives langagières d'Emox qui sont graduellement chargées de « glu », ce qui, comme montré par l'auto-annotation, fait augmenter de manière parallèle et graduelle le niveau de « glu »

chez la personne âgée, et la *breathiness* instaurée ainsi n'évolue qu'au sein d'elle-même, dans sa nature, selon le degré de tension musculaire attribué allant de *tense* à *lax*. Les observations sur la *breathiness* acoustique laissent supposer qu'il existerait deux niveaux selon la vitesse d'évolution de la *breathiness* dans le corpus que nous pouvons caractériser d'une part comme « *breathiness* globale » qui s'étale sur toute la durée de l'expérience augmentant au fur et à mesure, et d'autre part, comme « *breathiness* locale » qui est observable ponctuellement à des moments précis modifiant inopinément la construction relationnelle. Ainsi, au sein de la « *breathiness* globale », plus le niveau de « glu » augmente et plus le niveau de *breathiness* audible augmente en diminuant parallèlement et subtilement la tension musculaire pour venir progressivement à une qualité de voix perceptivement détendue (*lax*+). Cette évolution globale et subtile est non seulement audible via la *breathiness*, mais elle semble également s'illustrer à travers le comportement global (expression corporelle) des sujets, car les observations sur certaines modalités interactionnelles non verbales ont révélé qu'elles évoluent de manière continue, mais différente selon les autres modalités et ce n'est pas le type au sein de la modalité qui change, mais la subtilité mise en œuvre pour la production d'une expression corporelle au sein d'un même type de comportement non verbal. Ce changement subtil dans l'expression corporelle, en lien avec le niveau de *breathiness* et très marqué en fin d'expérience, transparait dans la variation de la durée d'un même comportement (ex. diminution progressive du temps de fixation d'Emox), mais également dans l'adaptation par rapport au rythme de déplacement d'Emox et la réduction progressive de distance physique avec Emox. De plus, à un niveau de « *breathiness* locale », d'autres comportements non verbaux semblent marquer ponctuellement l'évolution de la « *breathiness* globale » aux moments de « glu » relationnelle très rigide. Ainsi, l'apparition d'une gestualité subtile et la tension diminuante observée dans la posture des sujets semblent être en lien avec la nature de la *breathiness* (à un niveau local) marquée à la fin de l'expérience par plusieurs moments ponctuels de *lax*, ce qui laisse supposer que la nature de la *breathiness* est observable dans le comportement global corporel des sujets, entre *tense* (tendu) et *lax* (détendu). L'ensemble des phénomènes d'expression corporelle font donc preuve d'une intimité instaurée progressivement chez les personnes âgées et accentuée à des moments précis de la progression de l'expérience et cette intimité correspond dans le déroulement temporel de l'expérience à un niveau de « glu » élevé justifié par le niveau de *breathiness* identifié dans la voix et détecté au même niveau temporel de l'expérience, mais également visuellement détectable.

## 6 Conclusion

La *breathiness* a été présentée dans cette étude comme une dimension dynamique des comportements multimodaux observés à travers des modalités verbales et non-verbales du processus interactionnel. Tous les phénomènes observés dans l'interaction entre les personnes âgées et le robot, qu'ils soient verbaux (nature de la *breathiness*, mais également la transformation des commandes) ou bien non verbaux (expressions corporelles) pris en considération dans cette étude montrent que les personnes âgées en interaction avec Emox adoptent un comportement globalement plus détendu et plus spontané, et donc plus intime envers Emox, ce qui laisse supposer qu'il existerait une qualité de *breathiness* plus globale, dépendante des niveaux de « glu » (intimité), marquant l'ensemble de l'interaction et perceptible acoustiquement et visuellement. La « glu » socio-relationnelle entre les participants dans une interaction dyadique peut donc être considérée comme un comportement plus global qui est plus complexe et plus riche dans la parole et l'implémentation langagière, mais qui est exprimé et perçu par la connaissance sensorimotrice de chaque personne.



## Remerciements

Cette étude a été partiellement financée par la bourse Interabot (Projet Investissements d’Avenir) et a été partiellement supportée par le LabEx PERSYVAL-Lab (ANR -11-LABX 0025-01). Nous tenons à remercier la société Awabot, l’entreprise Bien A la Maison (services d’accompagnement des personnes âgées) et le Foyer logements de Gières pour leur collaboration active. Nous remercions également Romain Magnani, Frédéric Aman, Natasha Borel, Clarisse Bayol, Maxence Girard-Rivier, Nicolas Bonnefond pour leur participation au travail dans lequel cette étude n’est qu’un aspect.

## Références

- Argyle, M., and Dean, J. (1965). Eye-contact, distance and affiliation. *Sociometry* 289–304.
- Aubergé, V., Sasa, Y., Robert, T., Bonnefond, N., and Meillon, B. (2013). Emoz: a wizard of Oz for emulating the socio-affective glue with a non humanoid companion robot. (Grenoble, France),.
- Aubergé, V., Sasa, Y., Bonnefond, N., Meillon, B., Robert, T., Rey-Gorrez, J., Schwartz, A., Antunes, L.B., De Biasi, G., Caffiau, S., et al. (2014). >The EEE corpus: socio-affective“ glue” cues in elderly-robot interactions in a Smart Home with the EmOz platform. In 5th International Workshop on EMOTION, SOCIAL SIGNALS, SENTIMENT & LINKED OPEN DATA, (Reykjavik, Iceland),.
- Campbell, N., and Mokhtari, P. (2003). >Voice quality: the 4th prosodic dimension. In 15th ICPhS, (Barcelona, Spain), pp. pp. 2417–2420.
- Delaherche, E., and Chetouani, M. (2012). Synchronie interpersonnelle: un panorama des méthodes d’évaluation. In WACAI 2012 Workshop Affect, Compagnon Artificiel, Interaction, pp. pp. 151–158.
- Guillaume, L., Aubergé, V., Magnani, R., Aman, F., Cottier, C., Sasa, Y., Wolf, C., Nebout, F., Neverova, N., Bonnefond, N., et al. (2015). HRI in an ecological dynamic experiment: the GEE corpus based approach for the Emox robot. (Lyon, France),.
- Morency, L.-P. (2010). Modeling human communication dynamics. *IEEE Signal Process. Mag.* 27, 112–116.
- Nelson, H., and Geher, G. (2007). Mutual grooming in human dyadic relationships: an ethological perspective. *Curr. Psychol.* 26, 121–140.
- Sasa, Y., and Aubergé, V. (2014). >Socio-affective interactions between a companion robot and elderly in a Smart Home context: prosody as the main vector of the “socio-affective glue.” In *Speech Prosody 2014*, (Dublin, Ireland),.
- Scherer, S.E., and Schiff, M.R. (1973). Perceived intimacy, physical distance and eye contact. *Percept. Mot. Skills* 36, 835–841.
- Schmidt, P.F. (2011). Understanding social motor coordination. *Hum Mov Sci. Hum. Mov. Sci.* 30, 834–845.
- Schröder, M., Heylen, D.K.J., and Poggi, I. (2006). Perception of non-verbal emotional listener feedback.
- Vanpé, A., and Auberge, V. (2012). Early meaning before the phonemes concatenation? Prosodic cues for Feeling of Thinking. In *GSCP, (Belo Horizonte, Brazil)*, pp. x – x.
- Williams, H.L., Conway, M.A., and Cohen, G. (2007). 2 Autobiographical memory. *Mem. Real World* 21.