

« Cris et chuchotements » : Interactions mobiles en contexte réel

Guillaume Calvet et Pascal Salembier

GRIC-IRIT (UMR 5055 CNRS)
Université Paul Sabatier, 118, rte de Narbonne 31062 Toulouse Cedex 4
calvet,salembier@irit.fr

Résumé

L'ubiquité des dispositifs interactifs mobiles dans les sphères professionnelles, culturelles et domestiques constitue une occasion d'ouverture de nouveaux champs de recherche dans le domaine de l'étude des usages individuels et coopératifs des TICs. Les technologies mobiles amènent notamment à renouveler les points de vue sur des questions telles que, les problèmes d'utilisabilité spécifiques posés par la mobilité, les méthodes et les dispositifs de recueil de données, la question de l'identification des facteurs contextuels pertinents pour la conception de systèmes mobiles, la superposition des espaces d'interaction. Nous illustrons dans cet article quelques uns de ces points en nous appuyant sur une étude empirique de l'usage d'un terminal multimodal dans le contexte d'un jeu collaboratif en mobilité.

Mots clés : Mobilité ; multimodalité ; analyse in situ ; jeu collaboratif ; contexte.

1 La mobilité : nouvelle dimension de l'étude des interactions médiatisées

La généralisation des dispositifs interactifs portables (et demain celle annoncée de l'informatique ubiquitaire) a contribué à modifier les usages de la technologie et dans plusieurs cas la nature même des activités qui les mobilisent [4]. Comment dans ce contexte penser les apports possibles des études empiriques des activités instrumentées en situation de mobilité ? Une première difficulté régulièrement soulignée a trait à la définition même de ce que recouvre le terme de mobilité : les définitions proposées sont soit trop précises et excluent de fait des situations, soit trop générales et elles ne permettent donc pas de pointer sur les caractéristiques importantes des activités mobiles.

Une première façon de définir la mobilité consiste à se référer à la notion d'*autonomie géographique de l'agent* ; le

dispositif mobile est alors vu ici comme un moyen de s'affranchir de contraintes topologiques mais également comme une source potentielle de nouvelles contraintes liées aux caractéristiques physiques du système mobile : zone d'affichage réduite, modalités d'entrée restreintes, capacités de traitement et de communication limitées.

Cette orientation conduit généralement à se centrer sur la relation entre l'individu et le système mobile qu'il utilise (PDA, téléphone portable,...) du point de vue de l'*utilisabilité du système*. Le problème posé par l'intégration d'un contenu informationnel similaire sur des dispositifs d'affichage différents a ainsi donné lieu à un volume relativement important d'études. Mais pour important qu'il soit cet aspect n'est pas spécifique des situations de mobilité : il concerne également l'utilisation de dispositifs de taille réduite dans des situations d'usage statique [21]. Pour aller plus loin il convient donc de considérer et de questionner le point de vue selon lequel la conception de systèmes mobiles introduit des problématiques de nature radicalement nouvelle, qui remettent en question ou limitent la portée de principes implicitement mises en œuvre dans la conception de systèmes fixes [6], et qui donc nécessitent de considérer des aspects directement liés à la nature des tâches à réaliser et au contexte social de l'interaction.

Dans cet esprit, des extensions des définitions initiales ont été proposées afin de prendre en compte la nature des *interactions mises en œuvre par des agents mobiles* [10]. L'accent mis sur les interactions plutôt que sur la composante "mobilité géographique" d'un individu s'est traduite par la mise au premier plan de considérations liées à la dimension *collaborative* des activités en mobilité et des conséquences sociales afférentes.

D'autres propositions de définition, tout en reprenant la composante "portabilité" du terminal, intègre cette composante "interaction" en posant le problème de l'accès non contraint à différents systèmes dans le cadre d'une activité mobile. Le principe selon lequel l'agent doit pouvoir interagir n'importe où, n'importe quand avec un panel étendu d'artefacts ouvre directement vers les développements en

cours dans le domaine de l'informatique ubiquitaire et pervasive.

1.1 Mobilité : tentatives de classification

Plusieurs taxonomies des situations d'activité mobile ont été proposées afin d'identifier des besoins spécifiques d'usage, de tenter de formuler des recommandations ergonomiques adaptées aux types de mobilité et plus largement de définir des espaces de conception. On peut distinguer entre ces efforts de classification selon qu'ils sont a) centrés sur le dispositif ou b) sur l'activité dans laquelle il s'insère

a) Dix et al. [6] proposent ainsi une taxonomie de la mobilité organisée selon trois dimensions : le niveau de mobilité, la relation entre le système et son environnement (incluant d'autres dispositifs) et l'orientation (individuelle ou collective) du support fourni par le dispositif mobile. Cette taxonomie constitue un élément d'un cadre conceptuel des systèmes mobiles qui repose sur la prise en compte des quatre composantes suivantes [6] :

- *La localisation dans l'espace.* La localisation du système utilisé par un agent constitue une information susceptible de modifier le fonctionnement du système. Elle doit donc être prise en compte au cours du développement. La localisation pourra être envisagée, selon les besoins, sous l'angle d'un espace de coordonnées cartésiennes (position absolue) ou sous l'angle d'un espace de représentation topologique (position relative) dans lequel la localisation physique exacte du système n'est pas indispensable et pourra être avantageusement remplacée par une localisation relative (par rapport à la position d'autres objets ou capteurs par exemple). Cette distinction est considérée dans le contexte d'espaces réel et virtuel.
- *La mobilité dans l'espace.* Le système peut être qualifié de mobile en vertu de propriétés différentes : il peut être transporté par un utilisateur (PDA,...) ; il peut se mouvoir par lui-même (robot autonome) ; il est inséré dans un autre objet mobile (ordinateur de bord). Cette insertion peut aller jusqu'à l'encapsulation et la distribution dans l'environnement (systèmes "pervasifs").
- *La nature des agents qui occupent cet espace.* L'espace (réel ou virtuel) dans lequel se meut un dispositif mobile est la plupart du temps peuplé par des systèmes qui peuvent être des agents humains, d'autres dispositifs mobiles, des objets,... avec lesquels le dispositif est susceptible d'interagir, et dont la seule présence peut modifier son comportement.
- *La construction de la "conscience" (awareness) de l'environnement.* Pour avoir un certain niveau de cons-

science de son environnement le dispositif mobile doit être capable de détecter, de capter et de traiter des variables de description de cet environnement. Ce peuvent être des variables qui décrivent des propriétés physiques de l'environnement et/ou des informations relatives à l'état de systèmes proches (agent humain ou autres dispositifs techniques).

b) A partir d'études menées dans le domaine des activités de relevés archéologiques sur le terrain [16], nous avons pour notre part distingué trois catégories d'activité en situation de mobilité qui s'ordonnent sur un axe intégrant plusieurs descripteurs : définition a priori de l'espace de déplacement, niveau de mobilité de l'agent, niveau de mobilité des outils:

- *Les situations de nomadisme de niveau 1 :* l'agent se déplace dans un espace prédéfini en utilisant des outils (notamment des supports à l'interaction) fixes. La situation prototypique est le déplacement d'un espace de travail à un autre (bureau) ; l'agent utilise les outils disponibles en accédant si besoin est à des ressources stockées sur d'autres postes de travail via un réseau.
- *Les situations de nomadisme de niveau 2 :* l'agent se déplace d'un point à un autre dans un espace non prédéfini et emporte ses propres outils. Le cas classique est celui d'un agent utilisant un ordinateur portable ; il peut se connecter sur un serveur distant pour accéder à des ressources non disponibles sur son ordinateur.
- *Les situations de mobilité étendue :* l'agent se déplace dans un espace non prédéfini et utilise simultanément des outils embarqués. Dans ce type de situation l'agent peut donc être amené à gérer simultanément trois types d'activité : la réalisation d'une tâche individuelle, la gestion du déplacement et la coordination avec d'autres agents. Les outils utilisés doivent être susceptibles de fournir un support à ces trois activités.

L'examen de ce type de taxonomies permet de pointer sur quelques traits saillants des études sur la mobilité :

- la distinction opérée de manière parfois confuse entre mobilité de l'agent et portabilité du dispositif ;
- l'interaction entre usage du dispositif et gestion de la mobilité de son utilisateur ;
- le couplage avec l'environnement ;
- la nature des tâches à accomplir et leur effet sur la nécessité de les réaliser en mobilité.

Notons par ailleurs que ces taxonomies n'envisagent souvent la mobilité que dans un contexte individuel ce qui apparaît bien évidemment restrictif des situations réelles

d'usage. D'où l'intérêt récent pour les situations d'activité collective en mobilité.

1.2 De la mobilité individuelle au « collectif mobile »

Au cours des dernières années plusieurs critiques ont été formulées à l'encontre des travaux menés dans le champ du Travail Coopératif Assisté par Ordinateur (CSCW) pour avoir négligé ou purement et simplement ignoré la problématique du support aux activités collaboratives en mobilité [3]. Or on peut s'interroger sur le fait de savoir si les caractéristiques du travail en mobilité doivent conduire à repenser les questions posées classiquement autour de la coopération et de la coordination dans le CSCW, du fait des modifications qu'il introduit dans l'environnement de travail [25].

Afin de poser clairement les enjeux de la coopération mobile instrumentée, il conviendrait donc d'investiguer en quoi la mobilité renouvelle ou non les questions abordées classiquement dans le CSCW, et quelles sont les propriétés des activités coopératives qui sont susceptibles d'orienter la conception que l'on peut avoir de la mobilité dans un contexte de conception d'artefact.

Malheureusement, les études empiriques sur la coopération en mobilité dans le contexte d'activités professionnelles restent encore peu nombreuses. Ce qui n'aide pas à délimiter un champ de questions pertinentes. On pourra néanmoins se référer à certaines d'entre elles ; par exemple celle menée par Wiberg & Grönlund [30] qui au cours d'une étude menée chez un opérateur téléphonique scandinave sur l'activité de techniciens en charge de la maintenance client (réparations de câbles, interférences sur les lignes,...) ont identifié cinq domaines de recherche potentiels pour le CSCW mobile :

- L'appartenance aux groupes mobiles : comment devenir membre d'une communauté professionnelle et au-delà d'une communauté de pratique au sens de Wenger dans un environnement de travail mobile ? Comment initier et maintenir l'interaction dans un environnement mobile ? Comment réaliser l'intégration d'un nouveau membre dans une communauté mobile ? La technologie peut-elle être utile à cet égard ?
- La coopération et le partage de connaissance à distance : le travail mobile étant en effet par nature distal, décentralisé, individuel plutôt que stationnaire, centralisé et relatif à des tâches partagées, comment créer des espaces de partage et de confrontation des expériences et comment gérer le partage de connaissances implicites ?
- La coordination et le service clientèle : comment assurer la coordination entre agents mobiles ?

- Les conditions de création d'un environnement coopératif de travail en mobilité : comment aller au-delà de la simple coordination d'activités individuelles ?
- Le maintien d'une communauté mobile : comment maintenir l'interaction sociale dans un environnement mobile solitaire ? La technologie peut-elle être utile de ce point de vue, notamment en maintenant l'"awareness" entre les membres de la communauté ? La mobilité affecte-t-elle les patterns de communication entre les individus ?

S'il apparaît que la réintroduction de la dimension collective des activités en mobilité permet d'étendre le champ de la problématique, on peut également se demander s'il est possible de dépasser cette opposition individuel-collectif et de concilier un point de vue HCI « classique » essentiellement centré sur les conditions d'interaction entre un agent et un dispositif et un point de vue centré sur les interactions entre agents. On peut ainsi s'interroger sur les éventuelles conséquences négatives de l'utilisation de dispositifs portables sur des dimensions non anticipées. Ainsi le format d'affichage limité et la taille réduite de ce type de système peuvent devenir des obstacles dans le contexte d'activités coopératives ; le style d'utilisation induit par les propriétés physiques de l'artefact est en effet avant tout centré sur l'individu et non sur le collectif. Des informations qui habituellement sont représentées publiquement et donc accessibles à l'ensemble des agents peuvent être condamnées à rester dans la sphère individuelle [20] et à ne plus supporter par exemple les phénomènes de "*mutual awareness*"

1.3 Positionnement des recherches actuelles

Que tirer de ce bref passage en revue de la littérature ? Il nous semble qu'il permet a minima de pointer sur trois axes de recherche pertinents présentant un intérêt théorique et technologique.

• L'utilisabilité des systèmes mobiles

Un des axes les plus développés a trait à l'évaluation de l'utilisabilité des systèmes mobiles. La question posée ici concerne la possibilité de transférer des principes ergonomiques et l'applicabilité des méthodes d'évaluation développées dans le champ des systèmes interactifs « statiques » aux systèmes mobiles. Plusieurs études ont ainsi été menées pour questionner la position selon laquelle la spécificité des situations de mobilité ne peut être recréée en laboratoire et que mener des études de terrain serait par conséquent indispensable à l'évaluation des systèmes mobiles. Les résultats obtenus sont souvent mitigés ; ainsi une étude de Kjeldskov et al. [13] semble montrer que le réalisme de la situation ne joue pas un rôle significatif sur l'identification quantitative de problèmes d'utilisabilité par

les sujets ; mais dans le même temps la situation la plus réaliste permet de faire émerger des points non identifiés dans la situation de simulation moins réaliste. On retrouve des résultats similaires sur la complémentarité laboratoire-terrain dans d'autres études [15].

Une autre façon de considérer la question de l'utilisabilité des systèmes mobiles consiste à étudier l'effet de la mobilité sous l'angle des contraintes qu'elle génère sur l'activité des utilisateurs. Des études ont ainsi posé le problème en termes de conflit entre la composante motrice du déplacement et la gestion du dispositif interactif [22]. La situation type d'expérimentation va donc consister à provoquer artificiellement la déambulation d'un sujet (sur un tapis roulant par exemple) à qui l'on demande de réaliser une tâche sur un terminal portable (PDA par exemple). L'objectif est alors de relever les effets de la mobilité provoquée sur l'utilisation du dispositif. On peut également étendre ce schéma de base à une autre composante de la mobilité, à savoir l'orientation dans un espace naturel [12], ou artificiellement délimité en laboratoire [1]. Dans ce cas le modèle prégnant de lecture de l'activité est celui de l'allocation concurrentielle de ressources cognitives entre l'environnement et le système [8]. Les recommandations ergonomiques pour la conception de systèmes mobiles vont donc viser à limiter les effets de cette « fragmentation » de l'activité [19] et à solliciter au minimum les ressources attentionnelles [21].

- **L'indexation contextuelle et l'aide au positionnement géographique**

Depuis quelques années, la communauté HCI a progressivement intégré le rôle déterminant du contexte dans toute forme de situation d'interaction. Dans le cadre des activités en mobilité cet aspect a par exemple été pris en compte dans la notion de dépendance contextuelle identifiée par Pascoe & al comme une des caractéristiques spécifiques des activités mobiles de terrain : en mobilité, les activités doivent souvent être indexées par rapport à des données de l'environnement qui sont d'ailleurs souvent limitées à la localisation topologique des utilisateurs. Cette réduction du contexte au positionnement relatif dans un espace instrumenté (ressources informationnelles, capteurs) ou non est également encore très présente dans le domaine de l'informatique sensible au contexte (*context-aware computing*).

Plusieurs études ont donc été menées au cours des dernières années, qui investiguent le rôle d'informations de type géolocalisation sur les activités mobiles individuelles mais également sur les processus de collaboration, notamment dans le domaine du jeu. Un des objectifs de ces travaux est, dans le champ des situations de mobilité, de questionner l'application possible des développements conceptuels réalisés dans le CSCW autour de la notion d'*awareness* [17].

- **La continuité des espaces d'interaction (physiques et virtuels)**

Une application possible des technologies mobiles consiste à combiner espace physique et espace virtuel. Les utilisateurs peuvent alors se déplacer dans un lieu réel (un espace public urbain par exemple) mais également dans un espace virtuel qui n'existe que par le biais d'une projection numérique affichée sur le dispositif portable qui vient se superposer à l'espace physique. La correspondance entre les deux espaces de mobilité est soit réalisée par l'utilisateur (dans le cas d'un terminal affichant un ensemble de coordonnées virtuelles), soit effectuée directement dans un dispositif d'affichage unique (casque semi-transparent par exemple). Ces techniques ont souvent été utilisées dans le domaine des jeux collaboratifs [27] et de la visite d'espaces culturels.

Les points d'intérêt théorique et conceptuel susceptibles de faire l'objet d'analyse sont nombreux dans ce type de situation ; on notera par exemple la manière dont les utilisateurs alignent dynamiquement les différentes écologies, notamment par le biais d'épisodes d'interaction [14] et la nature des stratégies mises en œuvre par les utilisateurs/joueurs pour tirer parti collectivement des informations contextuelles présentes dans des environnements mixtes [7].

- **Synthèse critique et questionnement**

Certaines des études portant sur l'évaluation de l'utilisabilité des systèmes mobiles amènent à se poser des questions sur la finalité même de la démarche suivie. Est-il en effet pertinent de penser qu'il est dans tous les cas de figure utile et souhaitable de faire usage d'un système interactif tout en se déplaçant ? Et quel sens donner à des résultats obtenus dans des situations où l'on contraint un utilisateur à réaliser des tâches tout en marchant alors qu'il ne le ferait jamais de son propre chef ? Le problème est de ce point de vue tout à fait différent de ce que l'on peut rencontrer dans des situations de mobilité où l'utilisateur n'a pas d'autre choix que de gérer simultanément deux types d'action (conduite d'un véhicule et manipulation d'un système embarqué par exemple). Le type d'activité (professionnelle, ludique, domestique,...) dans lequel est engagé l'utilisateur constitue donc une dimension importante du contexte d'utilisation des dispositifs d'interaction dont il dispose.

Il apparaît clairement à la lecture des différents travaux publiés depuis quelques années sur le sujet que la mobilité introduit une possibilité d'extension des déterminants contextuels de l'activité en étendant le champ des situations possibles auxquelles sont dynamiquement confrontés les utilisateurs. Mais dans le même temps on doit également considérer que le contrôle de son déplacement par l'utilisateur amène ce dernier à construire activement le

contexte dans lequel il évolue, notamment par le biais des interactions sociales qu'il est susceptible de tisser (voir par exemple les travaux menés par Heath et ses collègues sur l'activité de visite de musées [29]). La caractérisation de la mobilité comme expérience individuelle organisée par un projet collectif coopératif (et non plus comme simple déplacement dans un espace physique [28]) permet de dépasser une vision de la mobilité comme simple source de contrainte sur l'activité des utilisateurs.

Ces questions sont en partie à l'origine du débat entre partisans du recours à des situations de laboratoires qui permettent théoriquement de contrôler systématiquement les facteurs qui sont susceptibles d'influer sur l'utilisation de dispositifs mobiles, et promoteurs d'approches écologiques qui mettent l'accent sur la nécessité de tenir compte des modifications de contexte induites par la situation de mobilité. C'est notamment le cas par exemple des fluctuations de l'environnement social quand l'utilisateur se meut dans un espace public mouvant. Ce type de problématique a été posé par quelques auteurs [9] mais les méthodes utilisées (projection de l'utilisateur dans une situation imaginaire proposée par l'expérimentateur) sont peu convaincantes.

L'étude présentée dans la suite de cet article participe d'un effort qui vise à documenter empiriquement ces questions.

2 Expérimentation

2.1 Objectifs

Un des objectifs, parmi d'autres, de l'expérimentation que nous avons menée à la Cité des Sciences et de l'Industrie de La Villette (dans le cadre du projet de plateforme d'évaluation des usages LUTIN) était d'étudier dans un environnement réaliste les effets possibles de la mobilité et de déterminants contextuels physiques et sociaux sur l'usage d'un dispositif portable dans une tâche collaborative.

Le dispositif mobile testé est un PDA qui peut être piloté en utilisant plusieurs modalités. Ce point est à noter dans la mesure où les interfaces multimodales sont souvent présentées comme une solution possible aux problèmes d'allocation des ressources perceptivo cognitives classiquement pointés dans les études portant sur l'utilisabilité des systèmes mobiles [18], [20]. Un des objectifs de cette expérimentation était de questionner ce point de vue sur la base de données recueillies dans une situation « naturelle », où aucun mode opératoire ou contrainte particulière relatifs à l'usage du dispositif n'étaient imposés aux sujets.

2.2 Description de la situation et du dispositif d'interaction

La tâche consistait pour des couples de sujets à répondre collaborativement aux questions d'un jeu de type quiz portant sur des contenus de vulgarisation scientifique. Les réponses devaient être trouvées dans des espaces distincts couvrant chacun approximativement 500 m² (les sujets ne se rencontraient donc pas physiquement) dans l'enceinte de la Cité des Sciences et de l'Industrie de la Villette (FIG. 1). Chacun des sujets avait cinq questions sur son PDA, et disposait de cinq indices correspondant aux questions de l'autre sujet. L'objectif était ici double : favoriser les interactions entre les sujets via le PDA et provoquer un engagement réel dans l'exploration de l'environnement.



FIG. 1 – Espace d'expérimentation

Pour cette expérimentation, une application de messagerie multimodale et multimédia a été développée sur des PDAs de type Ipaq© équipés d'une carte réseau sans fil 802.11. Les messages échangés peuvent contenir conjointement un certain nombre de médias tels que du son, des images, du texte dactylographié ou encore du texte manuscrit ou des dessins.

En entrée, trois modalités d'interaction ont été implémentées : la **modalité tactile** « **stylet** » classique qui permet de pointer sur les boutons correspondants à des commandes et sur les zones de texte. La **modalité vocale** : l'application est capable de reconnaître une trentaine de mots clés. Il est possible de combiner certaines commandes vocales, par exemple « Ouverture du message 5 ». La **modalité geste 2D** : l'application est capable de reconnaître une demi-douzaine de gestes en deux dimensions, effectués à l'aide du stylet sur l'écran du PDA. Ces gestes sont prédéfinis et limités essentiellement à quelques commandes d'édition (copier, coller, supprimer, nouveau message,...).



	Stylét	Vocal	Geste 2D
Commande : <Nouveau Message>		« <i>Nouveau message</i> »	

FIG. 2 – Réalisation de la commande <Nouveau Message> selon les trois modalités disponibles

En sortie, la messagerie dispose d’une synthèse vocale qui peut être activée et désactivée. Lorsque les commandes sont vocales, il y a systématiquement un retour vocal de réussite ou d’erreur. La synthèse peut également, à la demande, lire les informations affichées dans l’écran courant, l’en-tête des messages ou leur contenu.

2.3 Méthode

La conduite de l’expérimentation et le dispositif de recueil a été présenté en détail dans [31]. Nous nous contenterons donc ici d’en rappeler les grandes lignes.

- Procédure et consigne

Six sujets ont participé à trois sessions d’interaction d’une durée variant de 40 à 50 minutes, toutes espacées de plusieurs jours. Les sessions expérimentales proprement dites étaient précédées d’une phase de familiarisation durant laquelle l’ensemble des fonctions et des modalités d’interaction étaient expliquées aux sujets qui avaient l’opportunité d’utiliser le dispositif en situation réelle.

- Sujets

Les sujets ont été recrutés et rémunérés pour les besoins de l’expérimentation. Ils étaient tous familiarisés avec l’usage du téléphone portable et des assistants personnels (PDAs).

- Dispositif de recueil des données

Le dispositif d’acquisition en temps réel associe deux types de données : des enregistrements vidéo et des fichiers log. Le module de recueil vidéo comprend un système de prise de vue large qui permet de situer l’utilisateur dans son contexte global d’usage (vue contextuelle observateur) et un système de prise de vue du champ visuel de l’utilisateur (vue « subjective ») réalisé au moyen de lunettes-caméra) (FIG. 3).

Le système de capture automatique des actions de l’utilisateur sur le système et des sorties de ce dernier (capture log) permet de faire automatiquement l’acquisition de données comportementales sur le système sans passer par une phase intermédiaire longue et fastidieuse de codage à partir des bandes vidéo.

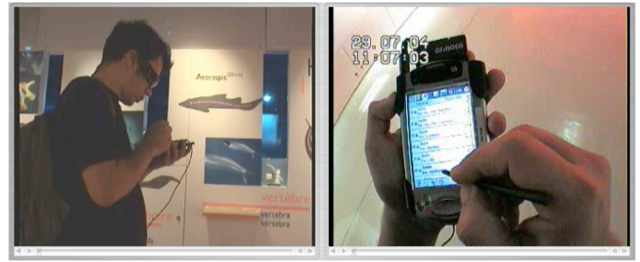


FIG. 3 – Vues « contextuelle » et « subjective » [24]

Ces données sont ensuite complétées par le recueil de verbalisations provoquées assistées par les traces: il est demandé à chaque sujet de commenter a posteriori son activité sur la base des enregistrements vidéo. Ces verbalisations mêlent commentaires factuels sur l’activité en train de se faire et contribution du sujet à l’interprétation des données.

- Analyse et codage des données

La mise en correspondance de différentes données issues d’observation des activités en mobilité mais aussi, dans notre cas, de verbalisations a posteriori, constitue une phase critique de l’analyse. Il est tout d’abord fondamental d’être le plus clair possible sur le statut respectif des données disponibles. Ainsi, pour nous, les données comportementales donnent lieu à des analyses quantitatives qui constituent des moyens commodes de synthèse relatifs à certaines catégories d’observables jugées pertinentes pour rendre compte de l’activité des utilisateurs (usage des modalités, erreurs, relation avec la mobilité, caractéristiques de l’environnement...). Mais la pertinence de ces catégories est en partie déterminée par les données dynamiques d’observation et de verbalisation qui donnent lieu à des analyses de nature plus qualitative.

Le recours à des outils dédiés permet de faciliter le codage et la manipulation des données recueillies ; il existe actuellement plusieurs systèmes de ce type qui présentent chacun des avantages et des inconvénients. Nous avons pour notre part utilisé pour coder les données audio-vidéo et assurer la liaison avec les données issues des fichiers log une version optimisée du système d’analyse de données ActogramTM [11] qui ouvre plusieurs fenêtres vidéo actives simultanément, et permet de piloter et de visualiser de façon synchrone les deux prises de vue (contextuelle et subjective) (FIG. 4).

L’homogénéité du codage des données effectué à partir de la visualisation des bandes vidéo a été vérifiée par deux codeurs différents au moins.



FIG. 4 – Outil de codage des données audio-vidéo [42]

Actogram™ permet surtout de réaliser directement le codage des observables selon des catégories définies par l'analyste, par exemple : usage des modalités, conditions de mobilité (statique, micromobilité, déplacement), directions de regard lors de l'utilisation du système, nature de l'activité en cours, informations contextuelles,... Actogram™ permet également de restituer certains aspects de la dynamique de l'activité par la construction de représentations chronologiques.

3 Premiers résultats

3.1 Effets de la mobilité sur l'utilisation du terminal

Dans une publication antérieure [5] nous avons présenté un ensemble de résultats centrés essentiellement sur l'usage des modalités. Nous présentons ici les premiers résultats relatifs à la mobilité et aux facteurs contextuels susceptibles d'influer sur l'usage du dispositif.

Une des premières questions que nous avons investiguées a consisté à vérifier si les sujets utilisaient effectivement le terminal alors qu'ils se déplaçaient, sans y avoir été contraints par le dispositif et la consigne expérimentales. Nous avons pour ce faire opéré une distinction entre trois niveaux de mobilité : le déplacement (le sujet se déplace d'un point à un autre en marchant à une allure plus ou moins rapide) ; la micro-mobilité (le sujet se déplace lentement dans un périmètre très restreint sans se diriger vers un point ou une zone donnée) ; la position statique (le sujet reste immobile). L'activité de chaque sujet, notamment chaque commande passée sur le terminal, a donc été indexée selon un de ces trois niveaux de mobilité prédéfinis.

On a également considéré le type de modalité utilisée pour chaque commande passée (modalité « stylet » ou « vocale » ; la modalité « geste 2D » n'a pas été ici considérée pour des raisons expliquées dans [5].

Si l'on considère l'ensemble des sujets et des sessions, les données montrent que le temps passé en état « statique » est assez nettement supérieur au temps passé en « micro-mobilité » ou en « déplacement » (TAB. 1). Les sujets ont été globalement peu mobiles durant les sessions.

TAB. 1 – Temps passé par l'ensemble des sujets selon les trois niveaux de mobilité

Etat/temps passé	Temps total
Déplacement	0h51mn04sec (6,6%)
Micromobilité	3h51mn23sec (29,8%)
Statique	8h07mn12sec (62,8%)

Les résultats obtenus montrent en outre que, globalement, la très grande majorité des commandes a été effectuée en position statique, essentiellement avec la modalité « stylet » (FIG. 4). Il y a donc de ce point de vue cohérence entre le temps global d'activité et le nombre de commandes passées (la répartition selon les niveaux de mobilité est assez similaire).

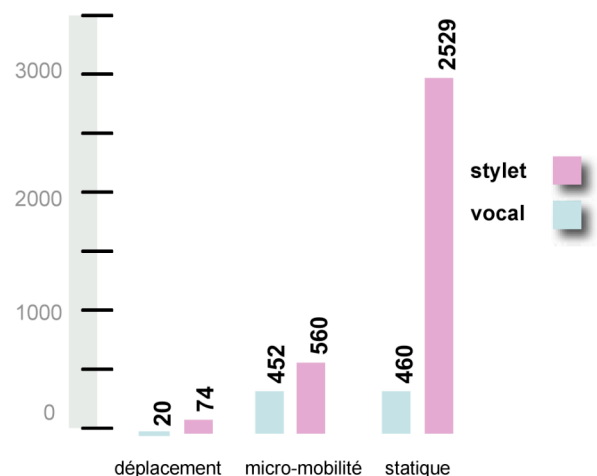


FIG. 4 – Nombre de commandes passées par l'ensemble des sujets par modalité et selon le niveau de mobilité

Si l'on s'intéresse pour chaque modalité à la répartition des commandes passées entre les trois niveaux de mobilité, on constate que pour les niveaux « déplacement » et « statique » la grande majorité des commandes ont été effectuées avec la modalité stylet alors que pour le niveau « micro-mobilité » la répartition entre les deux modalités est à peu près égale (FIG. 5).

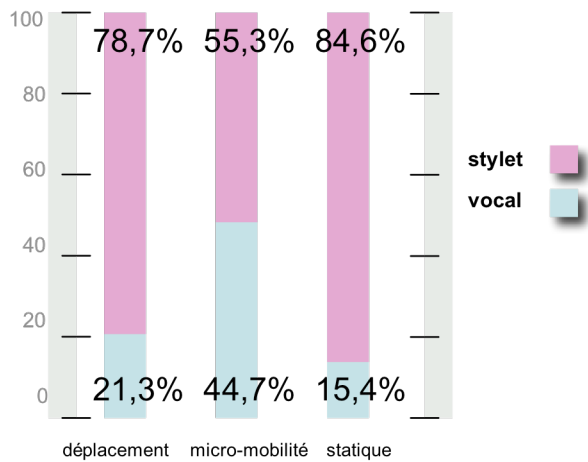


FIG. 5 – Répartition des commandes passées pour l'ensemble des sujets par modalités et selon les trois niveaux de mobilité

Pris globalement ces résultats n'ont qu'une valeur indicative et il est donc indispensable de les considérer pour chacun des six sujets (FIG. 6).

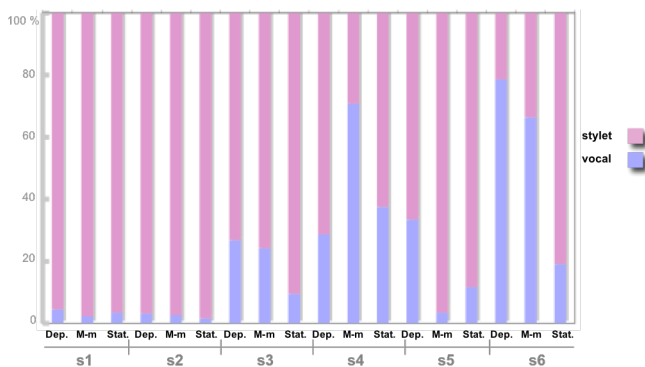


FIG. 6 – Pourcentage des commandes passées pour chaque sujet par modalités et selon les trois niveaux de mobilité

On constate tout d'abord qu'un seul des sujets (s4) présente une forme de résultats similaire avec celle des résultats confondant tous sujets. Les sujets s1, s2, et s3 présentent des profils assez proches : il ne semble pas que pour eux le niveau de mobilité ait joué un rôle sur le choix des modalités. Seuls les résultats du sujet s6 sont conformes avec l'hypothèse selon laquelle la modalité permettant la gestion simultanée des activités (manipulation du terminal et gestion de la mobilité), ici le vocal, sera comparative-ment plus utilisée en fonction de l'augmentation de la contrainte. On ne peut donc pas considérer ici que le recours à la modalité vocale est utilisée par l'ensemble des sujets comme régulateur des interférences induites par la mobilité. Il est donc nécessaire de rechercher d'autres fac-

teurs explicatifs permettant de rendre compte de ces résultats.

3.2 Effet des facteurs contextuels

- **Environnement physique**

Nous avons tenté d'identifier un effet potentiel des variations de l'environnement physique (ici le niveau sonore) induit par la mobilité sur l'utilisation du terminal. Nous avons à cet effet défini préalablement des zones « bruyantes » et « non-bruyantes » dans l'environnement (le bruit provient essentiellement des installations mises en place dans certains lieux de la Cité des Sciences). Ce repérage des lieux bruyants et non-bruyants a été effectué en situation par les expérimentateurs et validés lors de l'analyse des enregistrements audio-vidéo.

Les résultats obtenus semblent montrer que le niveau sonore dans l'environnement a un léger effet sur l'usage des modalités : au niveau global la modalité vocale est un peu moins utilisée en situation « bruyante » qu'en situation « non-bruyante » (FIG. 7).

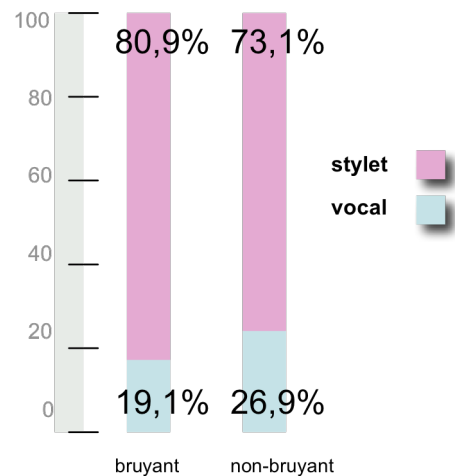


FIG. 7 – Effet de l'environnement sonore sur l'usage des modalités pour l'ensemble des sujets.

Ainsi, si 45% des commandes passées avec la modalité « vocale » l'ont été en milieu « bruyant » contre 55% en milieu « non bruyant », ce rapport est inversé en ce qui concerne la modalité « stylet ».

- **Environnement social**

Afin de vérifier l'hypothèse selon laquelle les modifications potentiellement rapides d'environnement social liées à la mobilité des utilisateurs pouvaient avoir un effet sur l'usage des terminaux, nous avons effectué un relevé des moments durant lesquels les sujets étaient entourés par d'autres personnes (essentiellement des visiteurs). La dis-

inction entre « socialement environné » et « non environné » a été réalisée sur la base du codage des enregistrements vidéo selon la même procédure que pour l'environnement sonore.

L'hypothèse de travail était ici que l'environnement social était susceptible d'influer sur le choix de la modalité d'interaction avec le dispositif : l'utilisation de la modalité vocale peut par exemple être jugée socialement peu acceptable par le sujet dans certaines conditions et favoriser le recours à une modalité moins intrusive (ici le stylet).

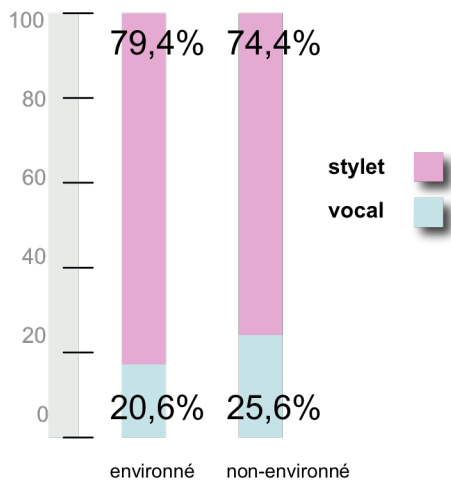


FIG. 8 – Effet de l'environnement social sur l'usage des modalités pour l'ensemble des sujets.

Les résultats globaux obtenus semblent indiquer que l'environnement social joue un rôle sur l'adoption d'une modalité plutôt qu'une autre (FIG. 8) : la modalité vocale est ainsi un peu plus utilisée en situation « non-environnée » qu'en situation « environnée ». Mais cette différence reste modeste et il conviendra de vérifier son niveau de significativité.

L'examen des autoconfrontations permet de moduler quelque peu ces résultats globaux. Si certains sujets déclarent ne pas avoir tenu compte de la présence de visiteurs autour d'eux dans le choix des modalités de pilotage du terminal, d'autres ont indiqué que, à la différence de la modalité « vocale », la modalité « stylet » leur semblait plus discrète à mettre en œuvre et donc plus facilement utilisable dans un espace public. Il convient par ailleurs de remarquer que le mode de caractérisation de l'environnement social que nous avons utilisé est assez frustré ; certains sujets ont ainsi déclaré ne pas avoir été gênés par la présence de tiers autour d'eux lors de l'utilisation du pilotage vocal du terminal (et lors de la réception des messages par synthèse vocale) dans la mesure où ces derniers parlaient également très souvent entre eux. Un espace public ne se caractérise en effet pas seulement par la présence ou l'absence de tiers mais aussi par le

type de comportement socialement ratifié et attendu qui lui est associé.

• Historique de l'interaction

Afin de dépasser une conception du contexte qui se limiterait à l'environnement (matériel et/ou social), nous avons entamé une série d'analyse afin de vérifier si l'historique de l'interaction entre les sujets et le terminal pouvait avoir une influence sur son utilisation. Plusieurs exemples mettent ainsi en évidence qu'un échec avec une modalité dans un épisode d'interaction pouvait se traduire par l'abandon de cette modalité pour la commande concernée ou plus globalement pour l'ensemble des commandes. La chronique d'activité suivante (FIG. 9) illustre ce phénomène. Après deux tentatives d'utilisation de la modalité vocale au début de la session qui se sont soldées par deux échecs (reconnaissance impossible dans un cas et erreur de reconnaissance dans l'autre) le sujet a ensuite abandonné définitivement cette modalité.

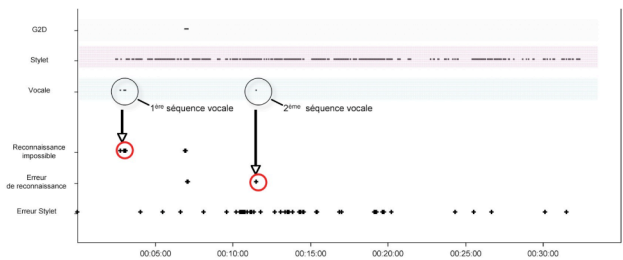


FIG. 9 – Exemple d'abandon d'une modalité suite à deux échecs successifs dans une session.

4 Conclusion

Les premières analyses menées sur les données recueillies lors de cette expérimentation permettent de pointer certains éléments. Tout d'abord si les sujets utilisent bien spontanément le terminal en situation de mobilité (essentiellement en situation de micromobilité), la grande majorité des commandes sont effectuées en situation statique. On notera néanmoins qu'il s'agit surtout de commandes réalisées via la modalité « stylet » qui nécessite un plus grand contrôle visuel.

Concernant le rôle possible de la multimodalité dans la régulation des contraintes induites par la mobilité, les données comportementales et les verbalisations mettent en évidence que plusieurs sujets ont bien intégré dans leur activité les caractéristiques de la modalité vocale (en entrée mais également en sortie comme media d'affichage des messages du partenaire) qui leur permet de redistribuer leurs ressources attentionnelles vers l'environnement.

Les données concernant le contexte d'utilisation du système interactif mobile ne semblent pas permettre dans l'état actuel des analyses de pointer un effet massif des facteurs environnementaux physiques (le bruit ambiant) et sociaux (la présence de tiers). Les verbalisations recueillies mettent en évidence le fait que, du point de vue des sujets eux-mêmes le contexte social ne peut être réduit à la présence ou à l'absence d'autres personnes dans l'environnement.

Dans le cadre des études sur la mobilité, plusieurs auteurs ont d'ailleurs proposé une extension de la notion de contexte qui va au-delà de la simple prise en compte de la position géographique et qui inclut l'environnement physique des utilisateurs, les activités dans lesquels ils sont engagés [26] ainsi que les caractéristiques du dispositif d'interaction lui-même (performances, fiabilité,...) [23]. Nous pensons qu'il est nécessaire d'aller plus loin et d'intégrer une dimension contextuelle qui tienne compte de l'historique des interactions entre l'utilisateur et son environnement matériel et social, et des registres d'actions conformes, implicitement attendues dans une situation donnée.

Remerciements

Cette étude a été en partie financée par le biais d'une convention de recherche IRIT-France Telecom R&D et par le projet RNRT « LUTIN ». Merci à Julien Kahn et Moustapha Zouinar pour leur contribution au projet dans son ensemble, et à l'équipe DIAMANT-IRIT pour avoir développé le système de capture log.

Références

- [1] L. Barnard, J.S. Yi, J.A. Jacko et A. Sears. An empirical comparison of use-in-motion evaluation scenarios for mobile computing. *Int. J. of Human-Computer Studies*(62), 487-520, 2005.
- [2] E. Beck, M. Christiansen, J. Kjeldskov, N. Kolbe et J. Stage. Experimental Evaluation of Techniques for Usability Testing of Mobile Systems in a Laboratory Setting. In *Proceedings of OzCHI 2003*, Brisbane, Australia, 2003.
- [3] V. Bellotti et S. Bly. Walking Away from the Desktop Computer: Distributed Collaboration and Mobility in a Product Design Team. In K. Ehrlich et C. Schmandt (Eds.), *Proceeding of the sixth Conference on Computer Supported Cooperative Work* (pp. 209-218). Cambridge, MA: ACM Press 1996.
- [4] B. Brown et K. O'Hara. Place as a practical concern of mobile workers. *Environment and Planning A*, from <http://www.equator.ac.uk/var/uploads/Brown.B2003.pdf>, 2002.
- [5] G. Calvet, P. Salembier, J. Kahn, et M. Zouinar. Etude empirique de l'interaction multimodale en mobilité: approche méthodologique et premiers résultats. In *Actes de la Conférence IHM'05, 27-30 septembre*, Toulouse: ACM, 2005.
- [6] A. Dix et R. Beale. *Remote cooperation: CSCW issues for mobile and teleworkers*. London: Springer-Verlag, 1996.
- [7] M. Flintham, R. Anastasi, S. Benford, T. Hemmings, A. Crabtree, C. Greenhalgh et al. Where on-line meets on-the-streets: Experiences with mobile mixed reality games. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (pp. 569-576). Ft. Lauderdale, Florida, 2003.
- [8] A. Jameson. Usability issues and methods for mobile multimodal systems. In *Proceedings of the ISCA Tutorial and Research Workshop on Multimodal dialogue in Mobile Environments*. Kloster Irsee, Germany, 17-19 June, 2002.
- [9] M. Jöst, J. Häubler, M. Merdes, et R. Malaka. Multimodal interaction for pedestrians: an evaluation study. In *Proceedings of the 10th international conference on Intelligent user interfaces, January 9-12* (pp. 59-66). San Diego, CA: ACM, 2005.
- [10] M. Kahirara et C. Sørensen. *Mobility Reconsidered: Topological Aspects of Interaction*. Paper presented at the IRIS 24, Ulvik in Hardanger, Norway, 2001.
- [11] A. Kerguelen. Quels outils concevoir pour aider au relevé d'observation sur le terrain ? *XXXIIIème Congrès de la SELF, "Temps et Travail"*, Paris, 1998.
- [12] J. Kjeldskov, et J. Stage. New techniques for usability evaluation of mobile systems. *Int. J. of Human-Computer Studies*(60), 599-620, 2004.
- [13] J. Kjeldskov, M. Skov, B. Als et R. Hoegh. Is it worth the hassle? Exploring the added value of evaluating the usability of context-aware mobile systems in the field. In *Proceedings of the 6th International Mobile HCI 2004 conference, Glasgow, Scotland* (pp. 61-73): Lecture Notes in Computer Science, Berlin, Springer-Verlag, 2004.
- [14] Ch. Licoppe et Y. Inada. Les usages émergents d'un jeu multijoueurs sur terminaux mobiles géolocalisés. In J. Coutaz et S. Lecomte (eds) : *UBIMOB'2005, Actes des Deuxièmes Journées Francophones Mobilité et Ubiquité*, 31 mai-3 Juin, Grenoble, 2005.
- [15] M. Mersiol. Prise en compte du contexte dans l'étude des applications multimodales sur téléphone mobile. In J. Coutaz et S. Lecomte (eds) : *UBIMOB'2005, Actes des Deuxièmes Journées Francophones Mobilité et Ubiquité*, 31 mai-3 Juin, Grenoble, 2005.
- [16] L. Nigay, P. Salembier, T. Marchand, Ph. Renevier et L. Pasqualetti. Mobile and Collaborative Augmented Reality: A Scenario based design approach. In F. Paterno (Ed.), *Mobile Human-Computer Interaction, 4th International Symposium, Mobile HCI 2002, Pisa, Italy, September 18-20*: Lecture Notes in Computer Science Springer, 2002.
- [17] N. Nova, F. Girardin et P. Dillenbourg. Etude empirique de l'utilisation de la géolocalisation en collaboration mobile. In *Actes de la Conférence IHM'05, 27-30 septembre*. Toulouse: ACM, 2005.
- [18] A. Oulasvirta. The fragmentation of attention in mobile interaction, and what to do with it. *Interactions* (november-december), 16-18, 2005.
- [19] A. Oulasvirta, S. Tamminen, V. Roto et J. Kuorelahti. Interaction in 4-second bursts: The fragmented nature of attentional resources in mobile HCI. In *Proceedings of SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI 2005)*, ACM Press, New York, pp. 919-928, 2005.

- [20] S.L. Oviatt. Multimodal System Processing in Mobile Environments. In *Proceedings of the UIST '00 conference*. San Diego, CA: ACM, 2000.
- [21] J. Pascoe, N. Ryan et D. Morse. Using While Moving: HCI Issues in Fieldwork Environments. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, 7(3), 417–437, 2000.
- [22] A. Pirhonen, S.A. Brewster et C. Holguin. Gestural and audio metaphors as a means of control for mobile devices. In *Proceedings of CHI'2002* (pp. 291-298). Minneapolis, MN: ACM Press Addison-Wesley, 2002.
- [23] C. Ryan et A. Gonsalves. The effect of context and application type on mobile usability: an empirical study. In V. Estivill-Castro (Ed.), *Proceedings of the 28th Australasian Computer Science Conference, Conferences in Research and Practice in InformationTechnology, Vol. 38*. The University of Newcastle, Australia, 2005.
- [24] P. Salembier, J. Kahn, G. Calvet, M. Zouinar et M. Relieu. “Just follow me”. Examining the use of a multimodal mobile device in natural settings. In *Proceedings of the HCI International Conference*, July 22-27, Las Vegas. Lawrence Erlbaum Associates, 2005.
- [25] G. Schrott et J. Glückler. What makes mobile computer supported cooperative workmobile? Towards a better understanding of cooperative mobile interactions. *Int. J. of Human-Computer Studies*(60), 737-752, 2004.
- [26] P. Tarasewich. Mobile commerce opportunities and challenges: Designing mobile commerce applications. *Communications of the ACM*, 46(12), 2003.
- [27] B.H. Thomas, B. Close, J. Donoghue, J. Squires, P. De Bondi et W. Piekarski. ARQuake: A First Person Indoor/Outdoor Augmented Reality Application, *Journal of Personal and Ubiquitous Computing*. Volume 6, Number 1 75 – 86, 2002.
- [28] J. Urry. *Sociology Beyond Societies: Mobilities for the Twenty-First Century*. London: Routledge, 2000.
- [29] D. vom Lehn, Ch. Heath et J. Hindmarsh. Exhibiting interaction: conduct and collaboration in museums and galleries. *Symbolic Interaction*, 24(2), 189-216, 2001.
- [30] M. Wiberg et A. Grönlund. Exploring mobile CSCW - Five areas of questions for further research. In L. Svensson, U. Snis, C. Sorensen, H. Fägerlind, T. Lindroth, M. Magnusson et C. Östlund (Eds.), *Proceedings of IRIS 23*. University of Trollhättan Uddevalla, 2000.
- [31] M. Zouinar, M. Relieu, M., P. Salembier, P. et C. Calvet. Observation et capture de données sur l'interaction multimodale en mobilité. In *Actes des premières journées francophones Mobilité et Ubiquité 2004, 1-3 juin, Nice, Sophia-Antipolis*: ACM, 2004.