



Projet VERBATIM

Sous-projet 1 – Lot 2

Recommandations ergonomiques

Version : 2.4

Date : 15/12/2006

Auteur(s) : Joëlle Blanquet, Jérôme Gatefin, Pascal Cherrier (France Telecom)



Table des matières

| | |
|--|-----------|
| 1. Introduction..... | 4 |
| 2. <i>Recommandations ergonomiques pour les interfaces multimodales : complément de l'état de l'art.....</i> | 5 |
| 2.1 Spécifications des besoins | 5 |
| 2.2 Conception des entrées et des sorties multimodales..... | 6 |
| 2.3 Adaptabilité..... | 7 |
| 2.4 Consistance | 7 |
| 2.5 Feedback | 8 |
| 2.6 Prévention et gestion des erreurs..... | 8 |
| 3. <i>Identification de recommandations ergonomiques pour les interfaces multimodales à partir de guides existants.....</i> | 9 |
| 3.1 Introduction | 9 |
| 3.2 Propriétés en Interaction Homme-Machine | 9 |
| 3.3 La normalisation | 9 |
| 3.4 Les critères d'évaluation de l'ergonomie..... | 9 |
| 3.5 <i>Recommandations ergonomiques extraites de guides de recommandations monomodales de France Télécom.....</i> | 10 |
| 3.5.1 Zone de communication utilisateur-système..... | 10 |
| 3.5.2 Zone de commandes générales..... | 10 |
| 3.5.3 Zone de commandes spécifiques..... | 11 |
| 3.5.4 Informations à donner à l'utilisateur du point de vue de sa session | 11 |
| 3.5.5 Repérage-guidage..... | 12 |
| 3.5.6 Navigation | 12 |
| 3.5.7 Homogénéité | 13 |
| 3.5.8 Vocal : Adaptabilité-feedback..... | 13 |
| 3.5.9 Protection contre les erreurs..... | 14 |
| 3.5.10 Gestion de l'inactivité / Relance sur inactivité | 14 |
| 3.6 Hypothèses de recommandations ergonomiques multimodales à partir de recommandations monomodales..... | 14 |
| 4. <i>Recommandations ergonomiques pour les interfaces multimodales issues de tests utilisateurs</i> | 16 |
| 4.1 Introduction | 16 |
| 4.2 <i>Recommandations issues de l'étude sur Plan Resto (FT R&D, 2005).....</i> | 16 |
| 4.2.1 Concernant la multimodalité en entrée..... | 17 |
| 4.2.2 Concernant la multimodalité en sortie | 18 |

5. Discussion et conclusion..... 21
6. Bibliographie 24

1. Introduction

Le présent document se situe dans le cadre du projet RNRT VERBATIM, dont l'objet est la VERification Biformelle et Automatisation du Test des Interfaces Multimodales.

Le Sous Projet 1 concerne les aspects utilisateurs. Les lots 2, 3 et 4 étudient les recommandations ergonomiques dans le but d'évoluer vers des spécifications formelles.

L'objectif du sous-projet 1 était d'identifier des recommandations ergonomiques génériques d'un niveau " macro ", décrivant le bon comportement des interfaces suivant différents contextes et modalités, et susceptibles d'être formalisées en vue d'une validation automatisée. On entend par interfaces le support d'interaction entre l'humain et le service. On entend par contexte, ce qui est du domaine de l'utilisateur et ce qui est du domaine des contraintes environnementales. On entend par modalité, les moyens d'interaction entre le service et l'humain.

Les recommandations ergonomiques doivent permettre l'accommodation fluide et continue de l'interaction entre l'utilisateur (caractéristiques individuelles, activités,...), les interfaces (supports), les modalités (visuelle, vocale,...), et les contextes (environnement physique, privé/public,...).

Le présent document correspond aux livrables du lot 2 : "Recommandations complémentaires 1" et "Recommandations complémentaires 2".

Ce document vient compléter l'état de l'art réalisé dans le Lot 1.

Dans une première partie, un complément de l'état de l'art est proposé à partir du workshop réalisé en 2004 sur les recommandations ergonomiques multimodales [Reeves 2004].

D'autres recommandations ergonomiques pour les interfaces multimodales ont été élaborées selon deux sources de travaux.

D'une part, en réalisant une extraction de recommandations ergonomiques monomodales à partir des guides de recommandations existants par modalité. Il s'est agi de repérer des recommandations ergonomiques susceptibles d'être pertinentes pour les applications multimodales, notamment celles que nous avons pu observer à travers différentes maquettes et prototypes. Les résultats de ces travaux correspondent au livrable "Recommandations ergonomiques complémentaires 1" et sont présentés en partie 3 du présent document.

D'autre part, en élaborant des recommandations ergonomiques pour les interfaces multimodales suite à l'analyse des résultats d'une expérimentation d'application multimodale avec des utilisateurs. Les résultats de ces travaux correspondent au livrable "Recommandations ergonomiques complémentaires 2" et sont présentés en partie 4 du présent document.

2. Recommandations ergonomiques pour les interfaces multimodales : complément de l'état de l'art

En complément de l'état de l'art proposé dans le lot 1, nous proposons ici de reprendre un certain nombre de recommandations proposées dans *Guidelines for multimodal user interface design* [Reeves2004].

Nous avons retenus 6 catégories principales de recommandations (issues de notre traduction) :

2.1 Spécifications des besoins

2.1.1 Concevoir pour le public le plus large possible et pour des contextes d'utilisation différents S'assurer que les procédures

Reco. Élargissement des utilisateurs et des usages potentiels (ex : pouvoir utiliser la parole ou le clavier dans un environnement qui peut être sombre ou bruyant), anticiper les changements de contextes (ex : bureau en entreprise vs. conduite automobile).

2.1.2 Se poser les questions concernant la vie privée et la sécurité des utilisateurs

Reco. Les utilisateurs devraient être reconnus par une interface seulement selon leurs préférences explicites et non par défaut.

Reco. Fournir un mode non-audio (ex : écrit) quand les utilisateurs souhaitent effectuer des échanges privés (idem pour les mots de passe, numéros d'identification...).

Reco. Fournir les messages d'erreur sous forme visuelle plutôt que sous forme de synthèse vocale afin de réduire la probabilité que d'autres personnes se rendent compte des erreurs de l'utilisateur.

2.2 Conception des entrées et des sorties multimodales

2.2.1 - Maximiser les capacités humaines cognitives et physiques

Reco. *Éviter inutilement de présenter l'information dans deux modalités différentes dans les cas où l'utilisateur a besoin de prêter attention aux deux sources pour comprendre ce qui est présenté ; une telle redondance peut augmenter la charge cognitive au détriment de l'apprentissage du contenu.*

Reco. *Maximiser les avantages de chaque modalité pour réduire la charge en mémoire de l'utilisateur dans certaines tâches et dans certaines situations, par exemple :*

- Un système de présentation visuel couplé avec une entrée manuelle [stylo, souris...] pour des informations spatiales et un traitement parallèle
- Un système de présentation sonore couplé avec de la reconnaissance vocale pour des informations d'état, des traitements sériels, pour les messages d'alertes, ou pour le lancement de commandes

2.2.2 - Intégrer les modalités de façon compatible avec les préférences des utilisateurs, le contexte, et les fonctionnalités du système

L'ajout de modalités ne devrait se faire que lorsqu'elles fournissent satisfaction, efficacité, ou d'autres aspects de performance pour un utilisateur et un contexte donné.

Lors de l'utilisation de plusieurs modalités :

Reco. *Faire correspondre les modalités de sortie au style d'entrée de l'utilisateur (ex : si le système contraint l'utilisateur par une grammaire limitée en entrée, ne pas concevoir d'agent virtuel qui utilise un langage naturel non-contraint).*

Reco. *Utiliser des signaux multimodaux pour améliorer les échanges verbaux collaboratifs (ex : la direction du regard ou la gestuelle d'un avatar virtuel peut guider l'utilisateur pour sa prise de parole).*

Reco. *Garantir une bonne synchronisation temporelle des modalités de sortie du système (ex : affichage virtuel et sons).*

- Reco.** *Garantir que l'état du système d'interaction est partagé à travers les modalités et que l'information pertinente est transmise de manière à permettre :*
- aux utilisateurs de choisir des modalités d'interaction alternatives
 - une interaction multi-périphérique et distribuée
 - au système de capturer l'historique de l'interaction de l'utilisateur

2.3 Adaptabilité

- Reco.** *Permettre d'utiliser le geste [au sens large : stylet, joystick...] pour augmenter ou remplacer la parole dans les environnements bruyants, ou pour les utilisateurs ayant des difficultés d'élocution*
- Reco.** *Surmonter les contraintes de largeur de bande (par exemple, une manipulation locale directe remplace le regard (comme mode d'entrée) qui doit absolument être analysé)*
- Reco.** *Adapter la quantité et le format de présentation des informations à l'utilisateur et au dispositif*

2.4 Consistance

- Reco.** *Les sorties du système doivent être indépendantes de la variation des entrées du système (par exemple, le même mot clé fournit des résultats identiques qu'il soit émis par la parole ou à l'écrit).*
- Reco.** *Les interactions de modalités combinées à travers les applications doivent être constantes (par exemple, les raccourcis doivent être constamment disponibles).*
- Reco.** *Le changement d'état (par exemple, le changement de mode), initié par le système ou par l'utilisateur doit être consistant. Il doit assurer que les choix d'interactions de l'utilisateur sont détectés de façon homogène et que le système fournit un feedback approprié quand il initie un changement de modalité.*

2.5 Feedback

- Reco.** *Informer les utilisateurs de leur connectivité. Ils doivent savoir quelle modalité leur est disponible. Ils doivent être informés des options d'interaction alternatives sans qu'il y ait de surcharge d'informations importantes qui les distraient de la tâche.*
- Reco.** *Inclure des exemples spécifiques utilisant des icônes descriptifs (par exemple, un microphone et des bulles de paroles pour illustrer les boutons click-to-talk), et notifier aux utilisateurs de commencer à parler si la reconnaissance vocale débute automatiquement.*
- Reco.** *Informer l'utilisateur des interprétations que le système fait de ses énoncés en entrée après que la fusion des modes soit réalisée plutôt que pour chaque modalité prises isolément.*

2.6 Prévention et gestion des erreurs

- Reco.** *Intégrer les modalités complémentaires de façon à améliorer globalement la robustesse pendant la fusion multimodale, ainsi il est possible de faire en sorte que les forces de chaque modalité permettent de surmonter les faiblesses des autres.*
- Reco.** *Donner aux utilisateurs le contrôle sur la sélection de la modalité, ils peuvent ainsi utiliser la modalité moins sujette aux erreurs pour un contenu lexical donné.*
- Reco.** *Permettre aux utilisateurs de changer de modalité si une erreur apparaît.*
- Reco.** *Incorporer les modalités capables de transmettre une information sémantique riche, plutôt que réduire au pointage ou à la sélection.*
- Reco.** *Fusionner les informations provenant de multiples sources hétérogènes.*
- Reco.** *Développer des techniques de traitement multimodal qui ciblent rapidement l'information ambiguë et qui sont conçus pour maintenir l'information.*

3. Identification de recommandations ergonomiques pour les interfaces multimodales à partir de guides existants

3.1 Introduction

Le domaine de recherche appliquée consistant à mettre au point des recommandations ergonomiques pour les services mobiles multimodaux est un domaine nouveau. On dispose de repères dont certains sont donnés dans l'état de l'art réalisé dans le lot 1 du SP1.

Par ailleurs, au sein de France Télécom on dispose de travaux relatifs à l'ergonomie des usages concernant les services de télécommunications mobiles, fixes, internet, vocaux, etc. De nombreux travaux antérieurs relatifs à l'ergonomie des services fixes ont permis de rédiger un certain nombre de guides de recommandations ergonomiques qui ont été utilisés pour repérer et proposer des recommandations ergonomiques susceptibles d'être pertinentes pour les interfaces multimodales que nous avons observées dans différentes maquettes et prototypes (France Télécom, CLIPS IMAG).

3.2 Propriétés en Interaction Homme-Machine

Se reporter au document SP1 Lot 1.1 Etat de l'art pour le tableau issu des travaux de l'IMAG CLIPS dans le cadre du projet Amodeus.

3.3 La normalisation

L'article [ChristianBastien] écrit par JM Christian Bastien de l'Université Descartes résume les normes de référence (principalement ISO) en ergonomie des logiciels. Il n'est pas fait explicitement référence à la multimodalité. La norme ISO 14915 concerne les aspects multimédia.

3.4 Les critères d'évaluation de l'ergonomie

L'article [ChristianBastien-Scapin93] présente les critères d'ergonomie pour l'évaluation des interfaces homme-machine : guidage, incitation, groupement-distinction des items, groupement-distinction par localisation, groupement-distinction par le format, feedback immédiat, lisibilité, concision, actions minimales, densité informationnelle, contrôle explicite, actions explicites, contrôle utilisateur, adaptabilité, flexibilité, prise en compte de l'expérience de l'utilisateur, gestion des erreurs, protection contre les erreurs, qualité des messages d'erreur, correction des erreurs, homogénéité/cohérence, signifiante des codes et dénominations, compatibilité.

3.5 Recommandations ergonomiques extraites de guides de recommandations monomodales de France Télécom

A France Télécom, l'ergonomie est l'objet de travail de fonds depuis de nombreuses années. Sont présentées ci-dessous, des recommandations monomodales, extraites de différents guides. Les recommandations extraites concernent le domaine web (modalité visuelle-graphique) et le domaine vocal. En effet, les maquettes et prototypes en multimodal que nous avons pu observer ou manipuler présentaient généralement une interface graphique (WIMP ou web) et une interface vocale.

De manière générale, les interfaces doivent être découpées en parties bien distinctes pour permettre à l'utilisateur de se repérer. Ce découpage s'applique aussi bien en visuel qu'en vocal (on parlera alors de zone temporelle), et ne relève pas ici du design mais répond à des critères ergonomiques. Nous avons retenus plusieurs recommandations concernant les différentes zones à distinguer.

3.5.1 Zone de communication utilisateur-système

Une zone de communication utilisateur-système doit être systématiquement développée sur les interfaces. Son équivalent sur les interfaces vocales est temporel (le début du message du sommaire, de l'accueil est l'équivalent du haut de la page sur une interface graphique).

- Reco.* *Développer une zone de communication utilisateur système de manière à faciliter les interactions de l'utilisateur avec le système.*
- Reco.* *La position de cette zone de communication peut varier en fonction des interfaces graphiques, par contre, en vocal, il est préférable de placer cette zone en début de message.*
- Reco.* *Ce sont les messages d'état, d'information succincte et les messages de suivi des processus multi-tâches qui s'affichent dans cette zone.*

3.5.2 Zone de commandes générales

Une zone de commandes générales permet à l'utilisateur de bien faire la distinction entre ce qui est stable et générique dans son interface et ce qui ne l'est pas. Ceci lui permet de mieux se représenter la structure du service.

- Reco.* *Habituellement la zone de commandes générales regroupe les commandes de navigation*
- Reco.* *Cette zone doit avoir une place bien définie (gauche pour le web, bas pour le Minitel, et, par exemple, fin de sommaire pour le Vocal).*

3.5.3 Zone de commandes spécifiques

- Reco.* Les commandes spécifiques doivent être regroupées.
- Reco.* Les commandes doivent se situer proche des éléments qu'elles concernent.
- Reco.* En vocal les commandes spécifiques sont énoncées en bout de phrase.

3.5.4 Informations à donner à l'utilisateur du point de vue de sa session

- Reco.* Dans le cas d'un time out de déconnexion automatique d'un service après X minutes sans interaction avec l'utilisateur
- Reco.* Avertir l'utilisateur de temporisation(s) en cours et éditer un message (visuel et/ou auditif) indiquant l'état de cette temporisation (exemple : déconnexion dans N secondes).
- Reco.* S'assurer que les procédures de validation soient cohérentes dans toute l'application (homogénéité des termes, des localisations, des retours d'action ou « feed-back »).
- Reco.* Identifier le début d'une session par un message d'accueil personnalisé. Dans le cas où le début de session fait suite à une déconnexion automatique de l'utilisateur (timeout), indiquer à l'utilisateur qu'il a été déconnecté.
- Reco.* Prévoir de se déconnecter d'une session (si cela est conseillé ou nécessaire) avec :
- un bouton "Se déconnecter" disponible sur toutes les pages (excepté les pages d'aide),
 - une déconnexion automatique après temporisation suite à l'inactivité de l'utilisateur pendant N minutes et, si possible, un message informant l'utilisateur qu'il va être déconnecté dans N secondes afin de lui permettre une éventuelle reprise d'activité. Un message informant l'utilisateur qu'il a été déconnecté automatiquement est parfois utile
- Reco.* Prévoir si possible, la fermeture automatique de la (des) fenêtre(s) de l'application en cas de déconnexion automatique, ou encore l'affichage d'un

autre contenu (exemple : message d'information), si les informations de l'application sont confidentielles.

Reco. *Avertir l'utilisateur de temporisation(s) en cours et éditer un message (visuel et/ou auditif) indiquant la l'état de cette temporisation (exemple : déconnexion dans N secondes).*

3.5.5 Repérage-guidage

Reco. *Guider l'utilisateur dans le repérage visuel et l'identification des actions possibles (nommage, localisation, codage graphique) de façon cohérente dans toute l'application.*

Reco. *Différencier la navigation qui permet d'accéder aux informations (parcourir une base de données), des actions qui concernent la modification de ces informations (données appartenant à une base de données).*

Reco. *Introduire d'une part un moyen de se repérer par rapport à l'ensemble de l'application (par exemple un indicateur de hiérarchie) et, d'autre part, un moyen pertinent d'identifier la page ou le niveau ou le module où se trouve l'utilisateur (exemple : titre de page ou série d'onglets, ou représentation graphique de type tunnel).*

Reco. *Adapter les possibilités d'action de l'utilisateur aux possibilités réelles de l'interaction (exemple : griser les fonctions non accessibles).*

Reco. *Prévoir pour chacune des entrées prévisibles de l'utilisateur un guidage (longueur, nécessité...) ainsi qu'un feed-back ou une confirmation appropriée.*

3.5.6 Navigation

Reco. *Opter pour un indicateur de hiérarchie dès que la structure comporte plus de deux niveaux de profondeur, pour :*

- *voir le positionnement actuel dans l'arborescence de l'application (chemin organisationnel et non chemin parcouru par l'utilisateur).*

- *revenir facilement et à tout moment aux niveaux supérieurs sans utiliser les touches (précédent, suivant) du navigateur.*

Reco. *Utiliser un tunnel pour une procédure nécessitant une progression linéaire par étapes obligatoires.*

Reco. *Utiliser un tunnel pour une procédure nécessitant une progression par étapes successives dans un ordre imposé; la transaction pourra alors être présentée graphiquement sous la forme d'un schéma articulant des nœuds et des liens (un nœud symbolisant une étape).*

Reco. *Réduire au minimum le nombre d'étapes obligatoires pour optimiser l'atteinte d'un objectif (exemple : proposer des « séquences » de choix prédéfinis pour les cas les plus fréquents).*

Reco. *Minimiser le nombre et la durée des actions que l'utilisateur devra effectuer pour arriver au résultat recherché.*

3.5.7 Homogénéité

Reco. *S'assurer que les procédures de validation soient cohérentes dans toute l'application (homogénéité des termes, des localisations, des retours d'action ou « feed-back »).*

Reco. *Veillez à l'homogénéité : la même commande déclenche la même action et se formule toujours de la même manière.*

3.5.8 Vocal : Adaptabilité-feedback

Reco. *Prévoir la possibilité d'anticiper les commandes et l'indiquer dans le mode d'emploi.*

Reco. *Indiquer la façon dont l'utilisateur doit répondre au système.*

Reco. *Demander une confirmation explicite à l'utilisateur chaque fois qu'une action irréversible va être*

accomplie (message non interruptible sauf pour des commandes fréquentes ou répétitives).

3.5.9 Protection contre les erreurs

Reco. *Prévoir toutes les actions possibles du client, même les appuis accidentels sur les touches du clavier en mode commande clavier (DTMF), afin que les entrées non attendues soient détectées.*

3.5.10 Gestion de l'inactivité / Relance sur inactivité

Ce type d'aide est diffusé lorsque le service ne reçoit aucune commande de la part de l'utilisateur.

La relance sur inactivité peut contenir les informations suivantes (cf. messages d'erreur) :

- commandes disponibles,
- commandes d'annulation,
- comment accéder à l'aide contextuelle,
- comment accéder au menu principal,

Reco. *Toujours proposer, à la fin d'un menu ou après la diffusion d'un message, de le ré-écouter ou de revenir au menu principal.*

3.6 Hypothèses de recommandations ergonomiques multimodales à partir de recommandations monomodales

Pour compléter les recommandations ergonomiques monomodales ci-dessus, nous avons fait un certain nombre d'hypothèses de recommandations ergonomiques pour le multimodal à partir de la réutilisation ou de l'élargissement de recommandations existant pour le monomodal. Ces hypothèses seront à vérifier par les expertises ergonomiques et les tests utilisateurs de services multimodaux.

Plusieurs exemples sont proposés ci-dessous :

Reco. *Toujours proposer une commande pour revenir à l'étape précédente et une commande pour revenir au sommaire que ce soit sur le mode graphique ou sur le mode vocal.*

Reco. *Demander une confirmation explicite à l'utilisateur chaque fois qu'une action irréversible va être*

accomplie (message non interruptible sauf pour des commandes fréquentes ou répétitives).

- Reco.** *Développer une zone de communication utilisateur système de manière à faciliter les interactions de l'utilisateur avec le système. La position de cette zone de communication peut varier en fonction des interfaces graphiques, par contre, en vocal, il est préférable de placer cette zone en début de message.*
- Reco.** *Veillez à l'homogénéité : la même commande déclenche la même action et se formule toujours de la même manière quelque soit la modalité.*
- Reco.** *Prévoir pour chacune des entrées prévisibles de l'utilisateur un guidage (longueur, nécessité...) ainsi qu'un feed-back ou une confirmation approprié.*
- Reco.** *Eviter d'utiliser des artifices visuels ou sonores pour l'esthétique. Tout élément graphique ou sonore doit avoir un sens pour l'utilisateur.*

4. Recommandations ergonomiques pour les interfaces multimodales issues de tests utilisateurs

4.1 Introduction

Ce document présente des recommandations ergonomiques issues de l'étude sur l'application multimodale sur poste fixe "Plan Resto" (pour les détails de l'étude, voir L5.3)

4.2 Recommandations issues de l'étude sur Plan Resto (FT R&D, 2005)

Ces recommandations ont été tirées d'une étude sur le service Multimodal Plan Resto. Ce service permet de trouver des restaurants dans Paris intra-muros selon 3 critères : le lieu, la spécialité et le prix. Les modalités disponibles ainsi que le type de coopérations entre les modalités sont les suivantes :

En entrée (de l'utilisateur vers la machine) : **équivalence des modalités** (sauf pour la carte uniquement utilisable avec la souris)

- Soit le clavier : pour écrire une requête
- Soit la souris : pour cliquer sur des liens ou sur des boutons
- Soit la parole : pour énoncer oralement une requête qui est ensuite traitée par la reconnaissance vocale

N.B. : L'utilisateur peut, à tout moment, changer de modalité

En sortie (de la machine vers l'utilisateur) : **redondance** (sauf pour le plan : uniquement graphique)

- L'écran : pour afficher du texte, des images, des boutons
- Les haut-parleurs : pour diffuser la synthèse vocale (redondance du texte affiché)

N.B. : Lors des tests, les utilisateurs ne pouvaient pas couper les haut-parleurs

4.2.1 Concernant la multimodalité en entrée

Le choix entre modalités :

Reco. *Avoir une équivalence des modalités en termes de performances* et d'actions possibles. En effet, cela permettra à l'utilisateur de choisir la modalité avec laquelle il se sentira le plus à l'aise et cela permettra une utilisation plus aisée dans différents contextes, notamment en mobilité (forte luminosité, ambiance bruyante, etc.).*

** Il s'agit ici, autant que possible, de faire en sorte que les performances, en termes de temps de traitement de la requête par le système, soient à peu près équivalentes d'une modalité à l'autre.*

Concernant la notion de performance d'une modalité par rapport à une autre, nous parlons ici en termes de différence de temps de réaction du système et du caractère acceptable ou non de ce temps pour l'utilisateur. En effet, il semblerait que la flexibilité que peut induire une interface multimodale peut être contrebalancée par le fait que le système s'avère moins réactif dans une modalité par rapport à une autre.

Cette recommandation est fortement liée aux limitations techniques existantes encore à l'heure actuelle concernant les technologies de reconnaissance vocale.

Néanmoins, d'autres études [Karsenty06], montrent que les déterminants du choix d'une modalité n'est pas uniquement basé sur la performance du système mais aussi sur :

- la tâche,
- des préférences initiales qui prédisposeraient à opter ou à délaissé dès le départ certaines modalités,
- l'expérience de l'utilisateur qui semble pouvoir modifier en partie les préférences initiales des utilisateurs (développement de l'usage combiné de plusieurs modalités et assignation de certaines modalités pour certaines commandes).

Le second point va dans le sens de nos résultats sur l'usage des modalités (Cf. livrable Verbatim sur l'expérimentation d'un service multimodal). En effet, ces résultats montrent une forte variabilité inter-individuelle concernant la modalité vocale presque aussi performante que la modalité graphique en termes de temps de réponse et parfois jamais utilisée.

Par ailleurs, la plupart des prototypes de services vocal-graphique que nous avons pu manipuler présentaient un net décalage de temps de réponse entre la modalité graphique (réponse immédiate) et la modalité vocale (quelques secondes d'attente).

Plusieurs tests utilisateurs réalisés sur de tels prototypes ont montré une utilisation du vocal rapidement diminuée au profit du graphique.

La modalité vocale :

- Reco.** *Prévoir un bouton push-to-talk (l'utilisateur maintient le bouton appuyé jusqu'à ce qu'il ait fini de parler) afin que l'utilisateur puisse contrôler le temps qui lui est imparti pour parler. Cette recommandation est d'ailleurs appuyée par d'autres études réalisées à France Télécom R&D.*
- Reco.** *Afficher de façon saillante le bouton ou l'icône qui permet de prendre la parole. En effet, certains utilisateurs ont trouvé ce bouton trop peu saillant.*

4.2.2 Concernant la multimodalité en sortie

Complémentarité modale et redondance :

- Reco.** *Choisir un ou plusieurs types de coopérations entre les modalités de façon pertinente. En effet, la redondance ne saurait se justifier pour tous les énoncés en sortie du système, elle est à privilégier pour les messages d'erreurs et/ou pour les feedbacks informant que sans une modification de la requête de l'utilisateur, celle-ci ne pourra pas aboutir.*
- Reco.** *Favoriser la complémentarité modale plutôt que la redondance totale et réserver la redondance pour des messages d'alerte ou de haute importance par exemple.*
- Reco.** *Eviter la redondance totale pour les énoncés longs. En effet, cela risque d'entraîner une surcharge mentale pour les utilisateurs.*

La synthèse vocale :

- Reco.** *Permettre à l'utilisateur de désactiver la synthèse vocale. Le système doit lui permettre d'avoir un*

contrôle permanent sur la synthèse vocale à l'aide d'une icône dédiée et d'une commande vocale (exemple : "couper le son !"). L'utilisateur doit également pouvoir faire une pause et reprendre à l'endroit où il avait arrêté la synthèse vocale. Il doit aussi pouvoir faire répéter le dernier énoncé de la synthèse vocale.

Reco. *Permettre à l'utilisateur de personnaliser la voix de la synthèse vocale* en lui laissant le choix entre plusieurs voix (féminines et masculines). En effet, le ton de la voix semble jouer un rôle important quant à la satisfaction des utilisateurs.*

** Cette recommandation est à la limite de l'ergonomie, elle vise à tenter de mieux faire accepter la synthèse vocale. Mais il ne faut pas que ce soit au détriment de l'utilisabilité générale du service, à savoir que cette fonctionnalité supplémentaire "choix de la voix" ne doit pas alourdir l'interface.*

Reco. *Permettre à l'utilisateur de contrôler la vitesse d'élocution de la synthèse vocale. En effet, les utilisateurs ont trouvé, en général, que la synthèse vocale était trop lente.*

Feedback :

Reco. *Donner un feedback écrit aux utilisateurs de ce que la reconnaissance vocale a pris en compte. Ce feedback paraît en effet nécessaire d'autant plus que la modalité vocale est jugée moins sûre que la modalité graphique.*

L'avatar :

Reco. *Laisser la possibilité à l'utilisateur de désactiver l'avatar. En effet, certains participants ont été gênés par sa présence.*

Reco. *Permettre à l'utilisateur de personnaliser son avatar pour une meilleure acceptation de ce dernier*.*

** Cette dernière recommandation est à la limite de l'ergonomie, elle vise à tenter de mieux faire accepter l'avatar. Mais il ne faut pas que ce soit au détriment de l'utilisabilité générale du service, à savoir que cette fonctionnalité supplémentaire "choix de l'avatar" ne doit pas alourdir l'interface.*

5. Discussion et conclusion

Pour un service multimodal donné, la réutilisation des recommandations ergonomiques pour les interfaces multimodales issues de l'état de l'art est encore actuellement limitée :

- Les recommandations ne sont pas très nombreuses
- Une partie de ces recommandations n'est applicable qu'à des contextes particuliers d'utilisation (et ne rentrent pas dans le spectre des services testés dans ce projet) :
 - exemples : changement de modalité en cas de mobilité avec changement de contexte ; identification avec nécessité de secret
- Une partie des recommandations n'est applicable qu'après une utilisation inscrite dans la durée qui seule permet l'émergence de préférences (exemple : prise en compte des préférences de l'utilisateur). La littérature dans le domaine de la multimodalité manque de données provenant d'études longitudinales mettant en lumière le comportement des utilisateurs dans la durée.
- Un certain nombre de recommandations sont très générales, elles demandent une interprétation pour pouvoir être instanciées de façon plus concrète dans un service réel.
- Seulement quelques recommandations issues de l'état de l'art ont été vérifiées dans l'étude de cas "Plan Resto"

Pour un service multimodal donné, la réutilisation directe de recommandations ergonomiques pour les interfaces monomodales issues de guides existants reste très limitée :

- Parmi les nombreuses recommandations monomodales disponibles actuellement, une partie serait certainement applicable, mais la pertinence de ces recommandations pour des interfaces multimodales ne pourra être vérifiée qu'après une expérience des utilisateurs inscrite dans la durée sur ce type d'interface. Or, nous ne disposons pas de suffisamment de données dans la littérature pour savoir si certaines recommandations monomodales sont réutilisables en l'état directement pour les interfaces multimodales.
- Beaucoup de recommandations sont très générales et ne sont pas applicables en tant que telles car elles demandent une interprétation pour pouvoir être instanciées de façon plus concrète dans un service multimodal réel.
- Certaines recommandations monomodales n'ont plus de sens dans un environnement multimodal, car le traitement cognitif se trouve largement modifié en présence de plusieurs modalités (par exemple : la recommandation de ne pas dépasser 5 items maximum dans un menu en vocal, n'a plus vraiment de sens lorsque le menu peut être présenté graphiquement).
- La pertinence de la transposition de recommandations monomodales en environnement multimodal dépend fondamentalement du choix des types de coopérations entre modalités implémentées dans le système. A savoir, soit le

service est conçu pour pouvoir être utilisé exhaustivement dans chaque modalité, soit il est conçu de manière à ce que l'utilisation des modalités soit effectuée de façon complémentaire.

- Quelques recommandations monomodales issues des guides existants ont été vérifiées dans l'étude de cas "Plan Resto".

Pour un service multimodal donné, nos hypothèses de recommandations ergonomiques pour les interfaces multimodales issues de guides existants restent très limitées :

- Certaines hypothèses de recommandations n'ont pas pu être vérifiées dans notre expérimentation auprès d'utilisateurs. En effet, l'environnement multimodal offre la possibilité de modifier l'agencement des informations et seule l'expérimentation de ces différents agencements permettrait de valider ou non ces hypothèses.
- Une partie de nos hypothèses de recommandations n'est applicable qu'à des contextes particuliers d'utilisation et n'a pu être vérifiée dans le spectre des services testés dans ce projet.
- Quelques recommandations monomodales issues des guides existants ont été vérifiées dans l'étude de cas "Plan Resto".

Concernant les recommandations ergonomiques pour les interfaces multimodales issues de l'étude de cas "Plan Resto" :

- Certaines de ces recommandations sont concordantes avec les recommandations issues de la littérature et des études de cas déjà réalisées à France Télécom R&D sur la multimodalité
- Certaines de ces recommandations sont très génériques et nécessitent d'être interprétées dans un contexte de service particulier pour pouvoir être réellement appliquées.
- Quelques recommandations génériques sont néanmoins opérationnelles.
- Certaines recommandations dépendent du choix des types de coopérations entre modalités implémentées dans le système. Elles s'appliquent pour un service conçu de manière à ce que l'utilisation des modalités soit effectuée de façon complémentaire ou encore pour un service conçu pour pouvoir être utilisé exhaustivement dans chaque modalité, mais où la désactivation d'une modalité est possible.
- Certaines recommandations sont liées aux limitations technologiques actuelles en termes de reconnaissance vocale. Par exemple, le feedback écrit de ce que la reconnaissance vocale a pris en compte ne serait peut-être plus nécessaire dès lors que la reconnaissance atteindrait un taux d'erreur infime.

- Certaines recommandations sont fortement liées au contexte particulier des technologies utilisées pour le service (langage naturel, modalité de la prise de parole, présence d'un avatar virtuel).
- Enfin, ces recommandations ont été élaborées à la suite d'une étude sur "Plan Resto", elles ne sauraient revêtir un aspect définitif et généralisable à toutes les interfaces multimodales.

Pour conclure, le domaine de la multimodalité est encore très jeune du point de vue de l'étude des usages réels, d'où la difficulté actuelle d'utiliser des recommandations ergonomiques existantes et d'en élaborer de nouvelles. Il faut se constituer une expérience utilisateur de l'interaction multimodale pour pouvoir en extraire des recommandations génériques utilisables pour la conception de nouveaux services. Cette expérience se doit d'être d'autant plus importante que les possibilités d'interactions et de coopérations entre modalités offertes par la multimodalité sont vastes et encore peu explorées du point de vue de l'usage. Enfin, si le nombre de services multimodaux se développent depuis une vingtaine d'années, les expérimentations en termes d'usage se limitent encore le plus souvent à des tests ponctuels, parfois en Magicien d'Oz, ne permettant pour l'instant que la constitution d'une expérience de premier usage.

6. Bibliographie

[Bastien-Scapin93] Christian Bastien JM and Scapin Dominique, Ergonomic criteria for the evaluation of human-computer interfaces, rapport de recherche INRIA, mai 93.

[ChristianBastien] Christian Bastien JM, Les normes en ergonomie du logiciel, <http://www.lergonome.com/pages/Normes&ErgoLogi.pdf>

[Reeves04] Reeves, L.M., J., Larson, J.A., Oviatt, S., Balaji, T.S., Buisine, S., Collings, P., Cohen, P., Kraal, B., Martin, J.C., McTear, M., Raman, T.V., Stanney, K.M., Su, H., Wang, Q.Y. (2004). Guidelines for multimodal user interface design. *Communications of the ACM* – Special Issue on Multimodal Interfaces, vol. 47(1), pp. 57-59.

[Références des guides de recommandations monomodales FT]

[Karsenty06] Karsenty, L. (2006) Les déterminants du choix d'une modalité d'interaction avec une interface multimodale. *Actes de la conférence ERGO-IA'06*, Biarritz, 11-13 Octobre